

Система цифровой радиографии «КАРАТ» и её применение для аттестации сварщиков ОАО «Газпром»

К.А. Багаев

к.ф.-м.н., специалист III уровня по РК,
технический директор¹
kb@newcom-ndt.ru

А.Н. Варламов

специалист III уровня по РК, начальник
лаборатории неразрушающего контроля²
andreyvarlamov@mail.ru

¹ООО «Ньюком-НДТ», Санкт-Петербург, Россия
²Управления Аварийно-Восстановительных Работ
ООО «Газпром Трансгаз Санкт-Петербург»,
Санкт-Петербург, Россия

Статья посвящена описанию рентген-телевизионного комплекса «КАРАТ», разработанного ООО «Ньюком-НДТ». Данный комплекс был успешно применён в сентябре 2013 года на всероссийском конкурсе сварщиков ОАО «Газпром».

Описаны технические решения, использованные при изготовлении комплекса, описано программное обеспечение. Приведена информация о достигнутой чувствительности и производительности контроля.

Ключевые слова

цифровая радиография, плоскопанельные детекторы, запоминающие пластины, радиографическая плёнка

Введение

Современная газовая промышленность предъявляет требования к контролю качества сварных соединений, согласно стандартам. Рентгеновский метод неразрушающего контроля является одним из наиболее информативных методов, используемых для решения этой задачи.

Важнейшим преимуществом рентген-телевизионного метода контроля по сравнению с плёночной радиографией является его оперативность, цифровая информативность и отсутствие вспомогательных расходных материалов.

В августе 2013 года в лаборатории НК на базе Колпинского участка Аварийно-восстановительного поезда (АВП) ОАО «Газпром» был сдан в эксплуатацию рентген-телевизионный комплекс «КАРАТ», предназначенный для контроля сварных катушек аттестационного пункта сварщиков. Комплекс был разработан и изготовлен ООО «Ньюком-НДТ».

Долгие годы в лаборатории НК на базе Колпинского участка АВП использовалась радиографическая плёнка, затем более четырех лет лаборатория работала с запоминающими пластинами — системой компьютерной радиографии Duerr. Эта система хорошо зарекомендовала себя при эксплуатации в полевых условиях [1].

В настоящий момент лаборатория получила инструмент, позволяющий в реальном времени и с высоким качеством контролировать сварной шов. Естественно, речь идёт о контроле в стационарных условиях лаборатории. В полевых условиях используется система компьютерной радиографии Duerr.

В сентябре 2013 года на базе Колпинского участка АВП проводился всероссийский конкурс сварщиков ОАО «Газпром». На базу приехали лучшие сварщики 28 дочерних предприятий компании. Для контроля сварных катушек впервые было решено использовать не рентгеновскую плёнку, а рентген-телевизионный комплекс «КАРАТ». Нашлось немало противников, которые не хотели этого, субъективно отмечая ненадежность

метода и оборудования. Однако руководство приняло беспрецедентное решение и разрешило использовать комплекс «КАРАТ» для проведения контроля сварных швов конкурсных катушек.

Контроль катушек показал, что комплекс отвечает самым высоким требованиям качества. Мы смогли увидеть даже следы от кард-щеток рядом со швом. На полученном изображении можно различить в деталях мерный пояс с прострочкой из ниток и пластмассовые наборные кассеты для свинцовых цифр.

Таким образом, качество рентгеновских снимков оказалось много лучше аналогичных снимков, получаемых на плёнку и даже на запоминающие пластины.

Комплекс «КАРАТ»

Кратко опишем возможности комплекса «КАРАТ» и детали его исполнения.

Согласно техническому заданию комплекс должен был обеспечить контроль заготовок аттестационного пункта сварщиков — кольцевых сварных швов катушек стальных труб диаметром от 57 до 1020 мм, при толщине стенок от 4 до 30 мм и длине от 100 до 1000 мм. Качество контроля должно было соответствовать требованиям II класса чувствительности СТО Газпром 2-2.4-083-2006.

Рентген-телевизионный комплекс «КАРАТ» функционально состоит из нескольких частей:

- Кабина радиационной защиты;
- Манипуляторы для загрузки катушек в кабину и их вращения;
- Рентгеновский аппарат;
- Плоскопанельный детектор;
- Программно-аппаратный комплекс на базе промышленного компьютера.

В техническом задании был указан широкий диапазон диаметров контролируемых катушек. В связи с этим объекты контроля (ОК) были разделены на две группы — катушки «больших» диаметров, внутрь которых можно поместить рентгеновскую трубку и контролировать по схеме через одну стенку и катушки «малых» диаметров, которые можно

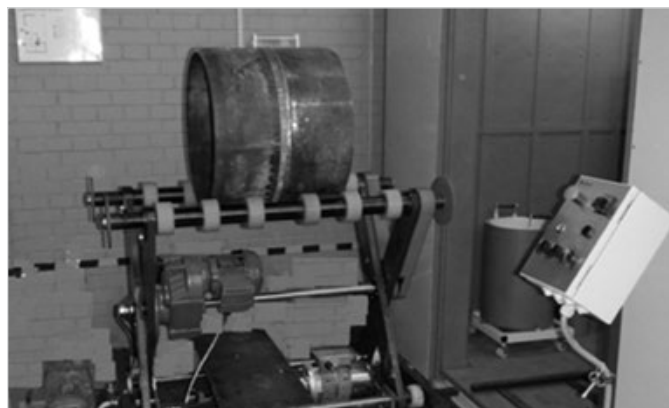


Рис. 1 — Транспортная система, манипулятор для катушек больших диаметров, выносной пульт управления и кабина радиационной защиты комплекса «КАРАТ»

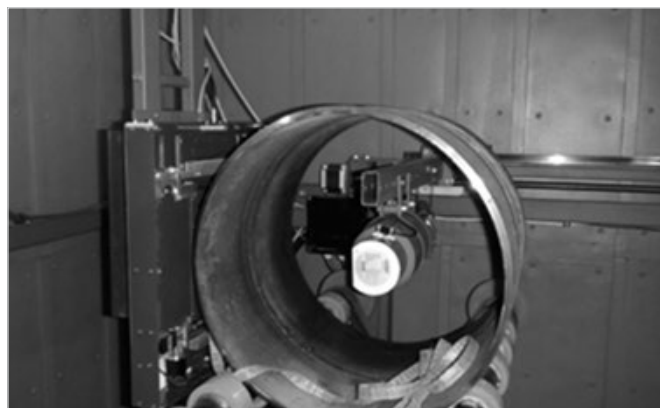


Рис. 2 — Катушка внутри кабины, детектор придвинут максимально близко к катушке

контролировать через две стенки.

Для каждой из групп катушек был создан свой манипулятор. Задачей манипулятора являлось позиционирование сварного шва напротив рабочей зоны детектора и вращение катушки в процессе контроля.

Манипулятор для труб больших диаметров спроектирован таким образом, чтобы позиция центра катушки оставалась неизменной независимо от её диаметра. Это позволяет уменьшить число степеней свободы при перемещении рентгеновской трубки и детектора.

Манипулятор для катушек малого диаметра был сделан съёмным. Он устанавливается только на время контроля катушек диаметром от 57 до 300 мм. При этом конструкция малого манипулятора позволяет позиционировать сварной шов катушки напротив детектора. Также манипулятор позволяет развернуть катушку на заданный угол относительно оси детектора/трубки. Это обеспечивает возможность контроля «на эллипс» и контроля ближней к детектору стенки катушки без наложения одного шва на другой.

Внешний вид части комплекса представлен на рис. 1.

На рис. 1 тележка с манипулятором больших катушек находится вне кабины в позиции загрузки объектов контроля. Система центрирования катушки разведена под диаметр 530 мм.

После установки ОК на манипулятор тележка по команде с выносного пульта управления закатывается внутрь кабины радиационной защиты.

После этого оператор может переместить детектор к ОК на требуемое расстояние, рис. 2. Это осуществляется с помощью джойстиков на выносном пульте управления или пульте управления оператора. Процесс перемещения детектора можно контролировать непосредственно — при открытой кабине, либо с помощью монитора видеонаблюдения, установленного на рабочем месте оператора.

Отметим, что автоматика системы спроектирована так, чтобы гарантировать безопасность перемещения трубки и детектора и не допустить их столкновения с ОК.

Для решения задач контроля нами были выбраны промышленный рентгеновский аппарат «Comet» XRS-225HP/11 и плоскостойкий детектор «PerkinElmer» XRD 0822 AP14 IND. Комплекс обеспечивает I класс чувствительности согласно СТО

Газпром 2-2.4-083-2006, что превосходит требования ТЗ. Это позволит использовать комплекс «КАРАТ» для решения более широкого круга задач.

Для работы с детектором было использовано программное обеспечение для цифровой радиологии «X-Vizor RT», являющееся собственной разработкой ООО «Ньюком-НДТ».

Данное ПО предназначено для получения цифровых рентгеновских изображений с различных типов рентгеновских детекторов — систем компьютерной и цифровой радиологии, оцифровщиков плёнок. В ПО интегрированы стандарты крупнейших российских компаний ОАО «Газпром», «Транснефть», а также российские и зарубежные стандарты — ГОСТ 7512-82 [2], ISO 17636-2, ISO 14096-1, EN 14784-1,2. ПО также содержит набор цифровых фильтров для улучшения изображений, измерительные инструменты, инструменты для работы с базами данных, архивирования в разных форматах файлов и т.д.

Широкая нормативная база стандартов позволяет ПО «X-Vizor RT» анализировать, классифицировать, объединять дефекты, принимать решения о допустимости найденных дефектов, выдавать протоколы заключений согласно требованиям активного нормативного документа. «X-Vizor RT» может вычислять ряд характеристик по области снимка или в целом для снимка. Это такие характеристики, как отношение сигнал/шум, интенсивность, среднеквадратичное отклонение, контрастная чувствительность по оптической плотности (для снимков, полученных в результате оцифровки плёнок) и т.д.

В версии «X-Vizor RT» введены два дополнительных модуля. Первый предназначен для управления детектором. В частности ПО позволяет калибровать детектор по темновому току (Offset), усилению (Gain), битым пикселям. «X-Vizor RT» получает изображения с детектора в режиме реального времени (25 кадров в секунду) и с той же скоростью выводит его на монитор в полноэкранном режиме. На рис. 3 показано «живое» изображение на экране монитора:

Даже на «живом» изображении, получаемом за 1/25 секунды, комплекс позволяет добиться требуемой чувствительности контроля. Статическое изображение, получаемое в результате суммирования и усреднения кадров, имеет ещё более высокое качество, рис. 4.

В комплексе был реализован механизм, обеспечивающий крепление эталонов чувствительности таким образом, что они всегда

присутствуют на рентгеновском изображении, не зависимо от того, на какой угол повернулась катушка. Канавочные эталоны чувствительности прижимаются к поверхности ОК.

Второй дополнительный модуль «X-Vizor RT» предназначен для мониторинга состояния системы и управления комплексом в автоматическом режиме. ПО позволяет отследить исправность отдельных узлов системы, немедленно вывести сообщения о неисправности на экран.

В автоматическом режиме оператор с помощью ПО задает позицию трубки и детектора относительно объекта контроля, число поворотов катушки и количество кадров, используемых для накопления снимка. После этого комплекс автоматически проводит контроль катушки, задачей оператора является лишь нажать на кнопку «Пуск» на пульте управления.

Итоги

Комплекс «КАРАТ» отлично зарекомендовал себя на всероссийском конкурсе сварщиков ОАО «Газпром». Впервые все катушки были проконтролированы с помощью цифровой техники, без дублирующего контроля с использованием плёнки. Была достигнута чувствительность контроля 0,1 мм на объектах с радиационной толщиной 12 мм. Оборудование может в дальнейшем успешно применяться для целей аттестационного пункта сварщиков.

Время контроля с использованием системы «КАРАТ» стало в несколько раз меньше, если сравнивать с предыдущими конкурсами сварщиков, где для контроля применялась радиографическая плёнка.

Приведем статистику по производительности контроля. 14 труб диаметром 530 мм были проконтролированы за 1 час 40 минут, т.е. в среднем около 7 минут на заготовку. Это время включало в себя доставку ОК до кабины от места сварки, погрузка на манипулятор с помощью тельфера, выезд тележки в кабину, установку мерного пояса, закрытие кабины, перемещение детектора от стенки к ОК, цикл контроля всего кольцевого стыка, выезд из кабины тележки с ОК, выгрузка ОК с манипулятора и доставка его к месту временного хранения. Во время контроля применялось интегрирование в 200 кадров на каждый снимок, т.е. непосредственно цикл контроля кольцевого стыка занимал примерно 1 мин 15 секунд.



Рис. 3 — Видеоизображение на экране монитора, полученное за 1/25 секунды

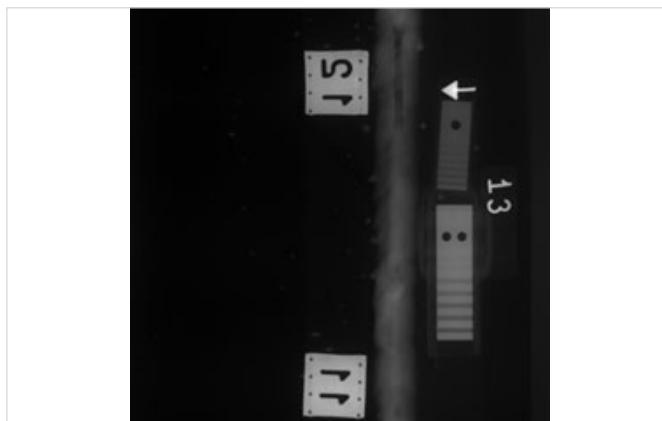


Рис. 4 — Статическое изображение, полученное в результате накопления 100 кадров — за 4 секунды

14 труб диаметром 159 мм были проконтролированы за 1 час 15 минут. Уменьшение времени контроля связано с тем, что катушки малых диаметров не требовали при погрузке применения тельфера и устанавливались вручную непосредственно в кабине.



Рис. 5 — Окно мониторинга комплекса «КАРАТ»

Выводы

Цифровые технологии все шире используются при радиационном контроле различных изделий. Новое поколение молодых дефектоскопистов хорошо ориентируется в цифровых технологиях и поэтому им намного интересней и перспективней работать с данной аппаратурой. Они хотят с ней работать. Им нужно помочь в этом.

На сегодняшний день отсутствие государственных стандартов по цифровым технологиям весьма тормозит их внедрение. ГОСТу 7512-82 уже более 30 лет, а ведь это основной документ по радиографии. И он явно не



Рис. 6 — Пульт управления оператора

отвечает современным методам и задачам.

В этом вопросе мы сильно отстаём от других стран, где существует развитая система стандартов [3] по рентгеновскому методу контроля с помощью цифровой техники. Считаем правильным на первом этапе заимствовать положения и требования зарубежных стандартов, как это было сделано в частности в Украине. В противном случае наше отставание в технике будет всё больше увеличиваться. Это уже сказывается на производительности и качестве неразрушающего контроля.

Список используемой литературы

1. Багаев К. А., Варламов А. Н. Применение компьютерной радиографии на основе записывающих пластин для контроля сварных соединений нефте- и газопроводов // Экспозиция Нефть Газ. 2012. № 2 (20). С. 69–71.
2. ГОСТ 7512-82, Контроль неразрушающий, соединения сварные, радиографический метод.
3. Багаев К.А. Цифровая радиография, обзор технологий и зарубежных стандартов // Экспозиция Нефть Газ. 2012. №7 (25). С. 11–13

ENGLISH

INDUSTRIAL SAFETY

Digital Radiography System "KARAT" and its application for certification of welders "Gazprom" JSC

UDC 331.45

Authors:

Kirill A. Bagaev — ph.d, the III level expert in radiography, technical director¹; kb@newcom-ndt.ru

Andrey N. Varlamov — the III level expert in radiography, head of laboratory, NDT²; andreyvarlamov@mail.ru

¹Newcom- NDT, LLC, Saint-Petersburg, Russian Federation

²Office of Emergency restoration of the Gazprom Transgaz Ltd. Saint-Petersburg , Saint-Petersburg , Russian Federation

Abstract

The article describes the X-ray television complex "KARAT" developed by Newcom-NDT, LLC. This complex has been successfully applied in September 2013 at the All-Russian competition of welders "Gazprom" JSC. Describe the technical solutions used in the manufacture of complex, software described. The information on the present sensitivity and performance monitoring.

Results

Complex "KARAT" has proven itself in the national contest of welders "Gazprom" JSC. First all the coils were monitored using a digital technique, without using redundant control film. The sensitivity was 0.1 mm in the control sites with radiation thickness of 12 mm. The equipment can be further successfully applied for the purposes of paragraph attestation of welders. Time control with the use of "KARAT" was several times smaller when compared with the previous competitions welders, which was used for the control of radiographic film. We present

statistics on the performance of control. 14 tubes of 530 mm diameter were monitored for 1 hour 40 minutes, i.e. an average of about 7 minutes on the workpiece. This time included the delivery of QA to the cockpit of the weld, the loading on the arm with a hoist, trolley check- in booth, the dimensional zone, closing the cockpit, moving the detector from the wall to the UC -control loop of the ring junction, exit the cab truck with OK, OK with unloading manipulator and its delivery to the place of temporary storage. While monitoring the integration will be applied to 200 frames per image, ie directly cycle control ring interface took about 1 minute 15 seconds. 14 pipe diameters of 159 mm were monitored for 1 hour and 15 minutes. Reducing the control due to the fact that the coil of small diameter do not require the use of loading hoist and installed manually in the cockpit.

Conclusions

Digital technologies are increasingly being used for radiation monitoring of various products. A new generation of young

radiographers is well-versed in digital technologies and are therefore much more interesting and challenging to work with this equipment. They want to work with her. They need help. To date, no national standards for the digital technology is very slow implementation. GOST 7512-82 for more than 30 years, and this is the main document for radiography. And he clearly does not meet the modern methods and objectives. In this issue, we are far behind other countries, where there is a developed system of standards [3] for the X-ray control method using digital technology. To be right at the first stage borrow provisions and requirements of international standards, as has been done in Ukraine in particular. Otherwise, our lag in technology will increasingly grow. This is already affecting the performance and quality of non-destructive testing.

Keywords

digital radiography, flat panel detectors, storage plate radiographic film

References

1. Bagaev K. A., Varlamov A. N. *Primenenie komp'yuternoy radiografii na osnove zapimayushchikh plastin dlya kontrolya svarnykh soedineniy nefte- i gazoprovodov* [Application of Computed Radiography-based storage plates for weld inspection of oil and gas pipelines]. *Exposition Oil Gas*, 2012, issue 2 (20), pp. 69–71.
2. GOST 7512-82, Non-destructive testing, welded connections, radiographic method.
3. Bagaev K.A. *Tsifrovaya radiografiya, obzor tekhnologiy i zarubezhnykh standartov* [Digital radiography, an overview of technologies and international standards]. *Exposition Oil Gas*, 2012, issue 7 (25), pp. 11–13

Новый уровень в Компьютерной Радиографии

Три сканера в одном HD-CR 35 NDT

Мини компьютер

Автономная работа
без компьютера

Wi-Fi LAN



Запись на SD
до 32 Гб

Прочный корпус

Обеспечивает
безопасную
транспортировку

HD дисплей

Цветной сенсорный
дисплей

TreFoc

Новая технология
считывания

Сертифицирован

ISO 9001 и BAM

Вес 17,5 кг

LI-ION Pack

Питание от батареи

Может работать
автономно

Мобильность

Прочный корпус для безопасной
транспортировки и хранения



Дисплей

Дисплей высокого разрешения, позволяет
сканеру работать без подключения
к компьютеру



TreFoc технология

Три диаметра лазерного пятна
обеспечивают оптимальное качество
изображения для всех видов НК



195220, Санкт-Петербург,
пр. Непокоренных, д. 49 А

+7 (812) 313-9674
+7 (812) 313-9675

www.newcom-ndt.ru
e-mail: info@newcom-ndt.ru

