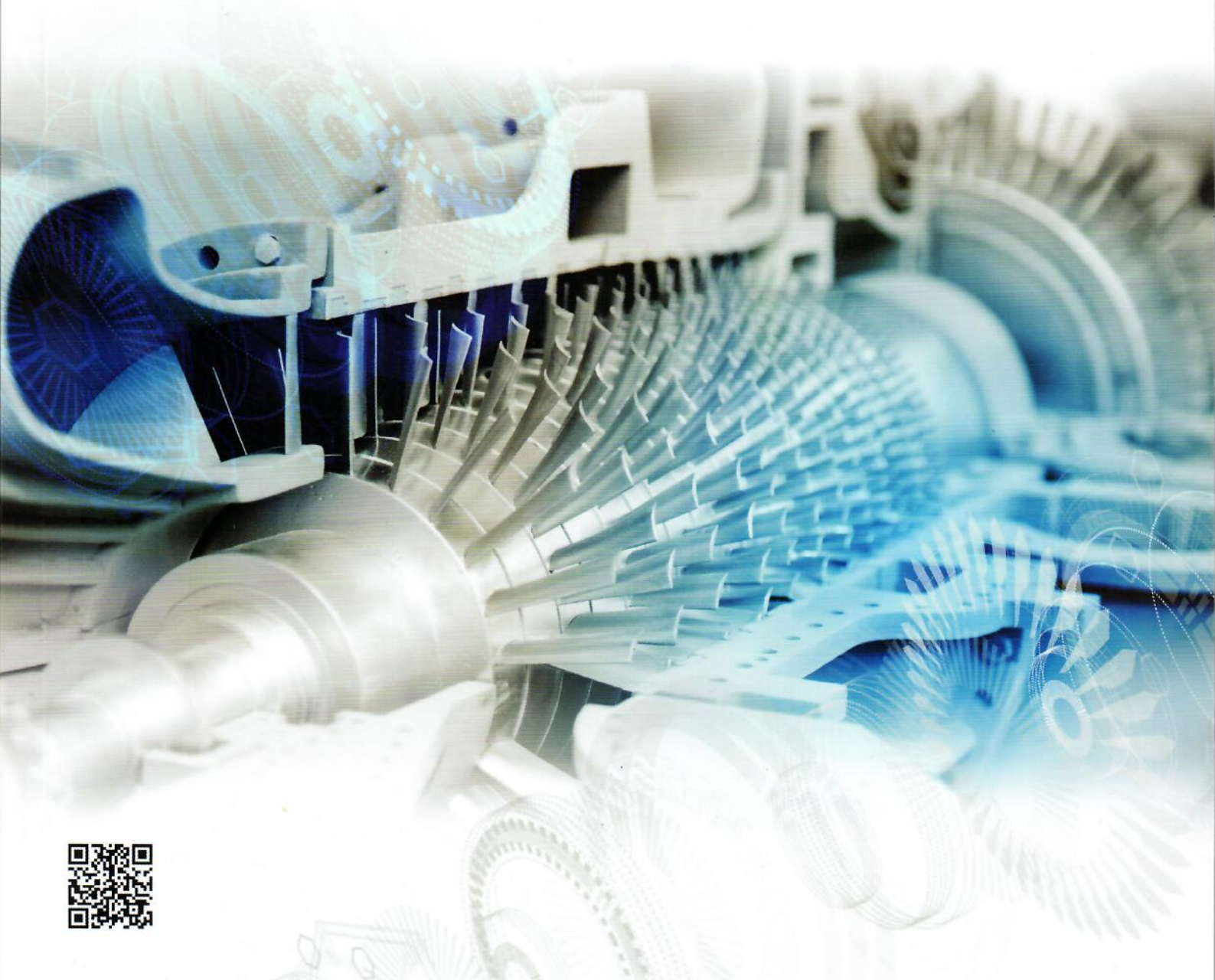


ГАЗОВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Спецвыпуск № 3 (773) 2018

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ, ИЗДАЕТСЯ С 1956 г.



12 ОСВОЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВА И РЕМОНТА ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПЛАНОВЫХ РЕМОНТОВ ГТУ SGT-600 ГПА «БАЛТИКА-25», В УСЛОВИЯХ РОССИЙСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

22 ОПЫТ И РЕЗУЛЬТАТЫ ДИАГНОСТИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ СКВАЖИН ООО «ГАЗПРОМ ДОБЫЧА УРЕНГОЙ»

104 СИСТЕМА ПООПЕРАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ ЗА ХОДОМ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА КАК ИННОВАЦИОННЫЙ ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА РАБОТ НА ОБЪЕКТАХ ПАО «ГАЗПРОМ»

ИНТЕГРИРОВАННАЯ СИСТЕМА НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ТРУБ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ «УНИСКАН МТ»

УДК 620.179.1+778.33

А.Ю. Кострюков, к.ф.-м.н., ООО «ЦИФРА» (Санкт-Петербург, РФ), info@dr-cr.ru

А.Ю. Скворцов, ООО «СТМ Системс» (Минск, Республика Беларусь)

В статье предложен подход к выполнению неразрушающего контроля качества сварных соединений магистральных газопроводов, основанный на объединении трех методов контроля на одной аппаратно-программной платформе.

Основной целью указанного подхода является повышение достоверности контроля, минимизация влияния человеческого фактора на результат неразрушающего контроля, а также формирование электронного паспорта сварного соединения для последующего анализа на этапе эксплуатации магистрального газопровода в ходе технической диагностики.

Основные принципы построения интегрированной системы неразрушающего контроля: объединение на одной аппаратно-программной платформе автоматизированного визуального и измерительного методов контроля, цифрового радиографического и автоматизированного ультразвукового методов контроля; единая система координат и формата для описания дефектов, выявленных всеми методами контроля; сохранение исходных результатов контроля в формате, обеспечивающем защиту данных от корректировок, привязка результатов контроля к географической координате (месту выполнения контроля); ведение базы данных с результатами контроля, которая позволяет формировать исполнительную документацию в виде заключений по неразрушающему контролю сварных соединений, журнала сварки сварных соединений и журнала неразрушающего контроля качества сварных соединений.

Представлены результаты испытаний интегрированной системы «УНИСКАН МТ». Комплекс не имеет мировых аналогов, является полностью отечественной разработкой и обеспечен техническим обслуживанием, методическим сопровождением, также проводится обучение специалистов работе с комплексом.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ, ЭЛЕКТРОННЫЙ ПАСПОРТ КАЧЕСТВА СВАРНОГО СОЕДИНЕНИЯ, РАДИОГРАФИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ, УЛЬТРАЗВУКОВОЙ КОНТРОЛЬ, ВИЗУАЛЬНЫЙ И ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ.

Неразрушающий контроль (НК) качества сварных соединений физическими методами имеет одну общую ключевую особенность, которая хорошо известна специалистам. Физические методы контроля – косвенные, т. е. средства контроля фиксируют параметры физических полей, взаимодействующих с дефектами, и на основании зарегистрированных параметров делается заключение о размерах и положении дефектов. При этом выявляемость дефекта зависит от конкретного сочетания его ориентации, вида, а также примененного физического метода. Использование нескольких методов контроля позволяет

существенно повысить выявляемость дефектов.

Дополнительное преимущество имеет подход к контролю качества сварных соединений, при котором рассмотрение результатов контроля, полученных с применением различных физических методов, осуществляется совместно с учетом возможностей и ограничений всех методов контроля. Нормы, по которым дается оценка качества сварного соединения с использованием методики совместного рассмотрения, разрабатываются с учетом возможностей конкретных методов контроля и предполагают, что преимущество в отбраковке име-

ет тот метод, который в данном случае наиболее информативен и точен. Такой подход не только позволяет снизить перебраковку, но и дает возможность более точно определить характер, вид дефекта, а также оценить степень его опасности.

Существующая практика НК кольцевых сварных соединений трубопроводов большого диаметра предполагает проведение визуально-измерительного контроля (ВИК) каждого соединения на первом этапе. В случае если по результатам ВИК стык признан годным, выполняется радиографический контроль (РК) на пленку и (или) автоматизированный,

механизированный или ручной ультразвуковой контроль (УЗК).

При использовании рентгеновской пленки съемка стыка и получение готового изображения (химическая обработка пленки) разнесены во времени и пространстве, поэтому специалист, выполняющий расшифровку радиографического изображения, лишен возможности непосредственного доступа к сварному соединению и не может произвести дополнительный визуальный осмотр для уточнения результатов РК. Для сопоставления данных ВИК, РК и УЗК и принятия взвешенного решения о годности сварного соединения требуется свести воедино данные, представленные в разных форматах.

В то время как системы автоматизированного цифрового УЗК сварных соединений магистральных газопроводов (МГ) внедрены и используются достаточно давно, РК и ВИК до сих пор проводились в трассовых условиях методами, не допускающими обработки, представления и хранения данных в цифровом формате.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ

Существенный прогресс в развитии цифровой радиографии позволил плоскопанельным цифровым рентгеновским детекторам полностью вытеснить пленочную радиографию в медицине. Промышленное применение цифровых детекторов до недавних пор ограничивались заводскими поточными линиями. Например, РК продольного сварного шва уже несколько лет выполняется только методами прямой цифровой радиографии.

Многочисленные попытки решения задачи переноса технологии цифровой радиографии в трассовые условия привели к созданию в России удобной конструкции, позволяющей специалистам получить в трассовых условиях при контроле МГ такие преимущества прямой цифровой

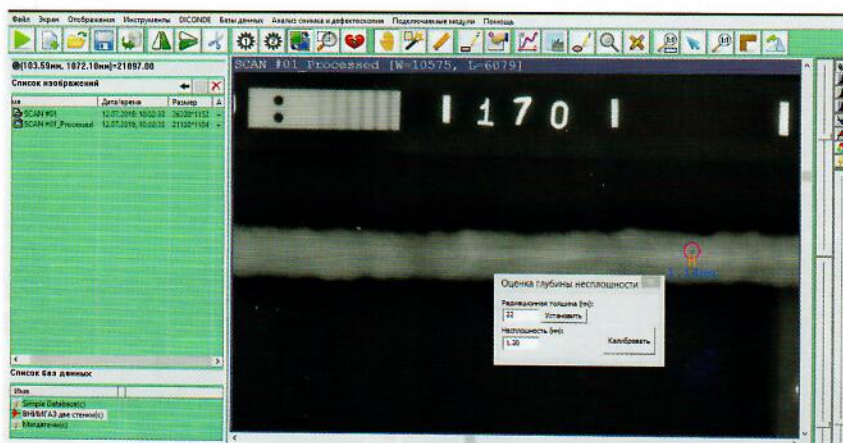


Рис. 1. Радиографическое изображение на мониторе оператора. Размеры дефекта оценены с помощью инструментов ПО «ДиСофт», входящего в состав комплекса «ТРАНСКАН»



Рис. 2. Комплекс цифровой радиографии «ТРАНСКАН». Контроль по схеме «Панорамно» на строительстве МГ «Сила Сибири», этап 2.7, участок 1636–1817,9 км, май 2018 г. Труба 1420 × 21,7–25,8 мм, время монтажа/демонтажа комплекса 3–5 мин, время контроля 200–220 с



Рис. 3. Комплекс «ТРАНСКАН». Контроль по схеме «Фронтально» (через две стенки) на строительстве МГ «Сила Сибири», этап 2.7, участок 1636–1817,9 км, май 2018 г. Труба 1420 × 21,7 мм, время монтажа/демонтажа комплекса 5–7 мин, время контроля сварного соединения 21 мин

радиографии, как мгновенное получение результата, высокое качество радиографического изображения, сокращение во многих случаях дозы излучения и времени контроля.

Расшифровка радиографического изображения на мониторе компьютера с использованием современного программного обеспечения во многом облегчает оператору поиск и описание дефектов за счет возможности увеличения изображения, его фильтрации, подчеркивающей дефекты, процедур измерения поперечных и продольных размеров дефектов (рис. 1).

Предложенная конструкция комплекса «ТРАНСКАН» использует проверенную временем механику отечественной сварочной

системы завода «ТехноТрон» с рядом решений, значительно упрощающих процесс съемки, хранения и передачи данных, делающих работу цифрового детектора независимой от внешних условий и навыков оператора.

На трассе внедрены конструкции, позволяющие проводить контроль по схемам как через одну, так и через две стенки (рис. 2, 3). Практика показала, что цифровая радиография по схеме через две стенки приносит пользу оператору, помимо уже упомянутых преимуществ, возможность сокращения времени контроля до нескольких раз.

Простота и надежность механической платформы комплекса «ТРАНСКАН» позволяют использовать ее для установки

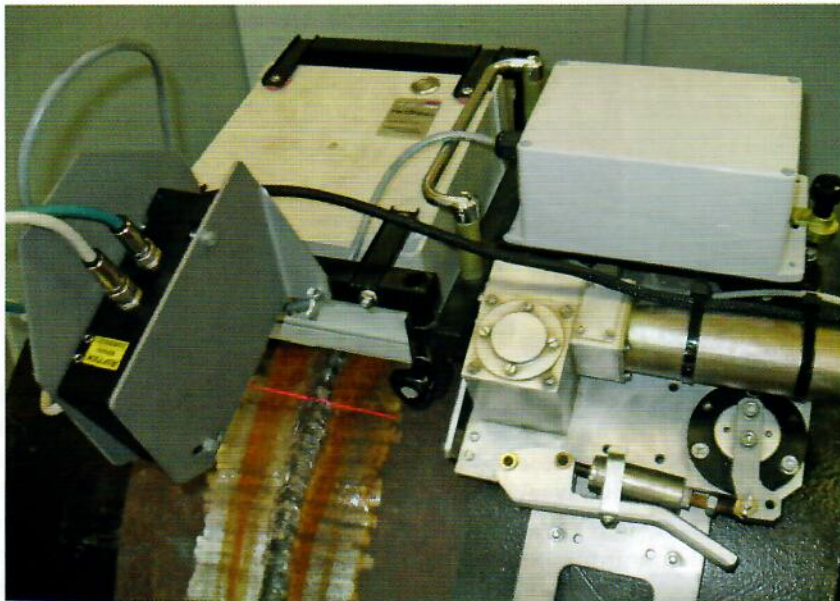


Рис. 4. Дополнительный модуль АВИК «ВИЗИО МТ», установленный на блок детектора комплекса «ТРАНСКАН». Время сканирования сварного соединения DN1400 – 2 мин. Параметры формы и размеров сварного соединения измеряются в соответствии с СТО Газпром 2-2.4-083-2006 [1]

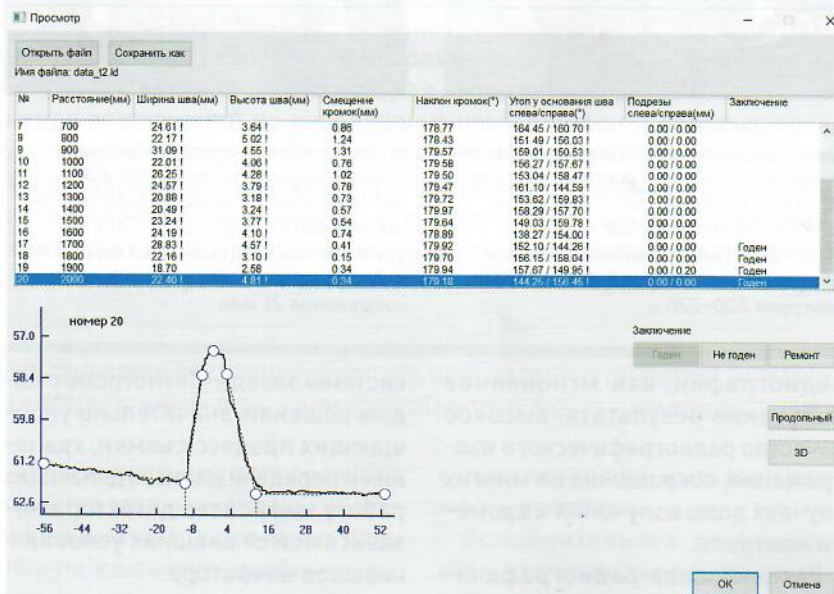


Рис. 5. Результат измерений формы и размеров сварного соединения, проведенного с помощью модуля «ВИЗИО МТ»

на кольцевое сварное соединение элементов, обеспечивающих другие методы контроля, – ВИК и УЗК (рис. 4). В основе модуля автоматизированного визуального-измерительного контроля (АВИК) «ВИЗИО МТ» использован 2D-лазерный сканер триангуляционного типа. Подобные устройства обеспечивают контроль размеров и формы промышленных деталей

и изделий во многих отраслях, в том числе и для контроля размера и формы сварных соединений (рис. 5).

Конструкция работающих на трассе систем УЗК также позволяет установить их на направляющий пояс, обеспечив плавное и аккуратное движение системы точно вдоль сварного соединения (рис. 6).

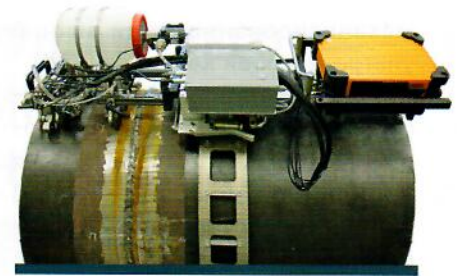


Рис. 6. Модуль автоматизированного УЗК, установленный на каретку комплекса «ТРАНСКАН», запуск и управление с помощью пульта. Труба 1420 × 21,7 мм, время сканирования 3–5 мин, методы – дифракционно-временной (TOFD) и контроль датчиками головной волны (UT), количество каналов – 4, скорость сканирования – до 50 мм/с

Система для автоматизированного УЗК с применением современных методов, таких как дифракционно-временной (TOFD), метод фазированных решеток (РА), эхо-импульсный (UT), позволяет проводить 100%-ный контроль за один проход с записью результатов с последующим анализом и формированием заключения о качестве сварного соединения. Основной метод контроля – дифракционно-временной, ввиду его высокой достоверности и выявления различных ориентированных дефектов. Метод фазированных решеток и контроль головными волнами (UT) используются дополнительно, что позволяет получить максимально достоверный контроль (рис. 7).

В зависимости от задач и условий контроля в системе могут использоваться различные модули: РА 32:128 и 2 канала TOFD/UT; РА 16:64 и 2 канала TOFD/UT; 1, 2, 4, 6 каналов TOFD/UT.

Методы УЗК (TOFD + РА + UT), реализованные в данной системе, позволяют увеличить скорость проведения контроля, повысить достоверность и точность определения фактических размеров дефектов, а также улучшить качество контроля процесса сварки, что существенно снижает процент брака (рис. 8).

Входящее в состав всех трех модулей контроля единой сис-

темы программное обеспечение позволяет: проводить контроль и получать его результаты в режиме реального времени благодаря беспроводному выводу информации на любое устройство (ноутбук, планшет, смартфон); управлять процессом контроля, обрабатывать и архивировать полученные цифровые изображения; хранить дату, время и географические координаты произведенных экспозиций в привязке к полученному результату контроля; проводить все необходимые измерения линейных размеров дефектов, расстояния между дефектами, расстояния между любыми точками на изображении, вычислять площадь дефектов с дальнейшим автоматическим занесением в протокол контроля; вносить результаты контроля в автоматически генерируемые протоколы, соответствующие требованиям СТО Газпром 2-2.4-083-2006 [1] и других нормативных документов [2-3].

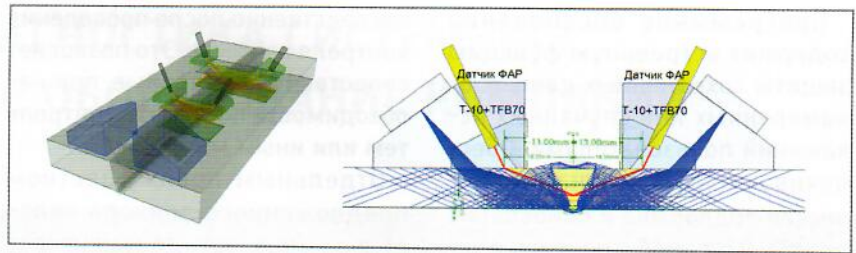


Рис. 7. Применение различных схем контроля в зависимости от толщин. 100%-ный контроль шва за один проход. Использование совместно нескольких методов контроля, дополняющих друг друга

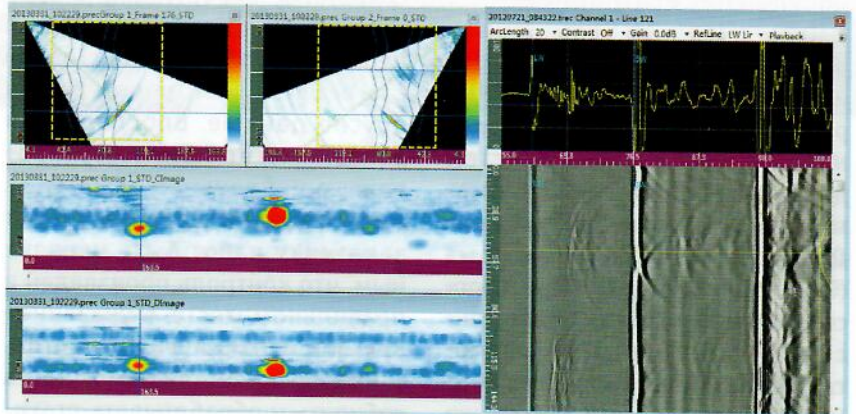


Рис. 8. Изображение автоматизированного УЗК на мониторе оператора при проведении контроля, реализация схемы 2РА + 1 ТОFD, привязка к геометрии разделки шва, слежение за правильностью проведения контроля

GAZOVAYA
PROMYSHLENNOST'

ГАЗОВАЯ
ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

GAS INDUSTRY

Gas Industry journal expands international cooperation and invites authors from different countries to publish scientific articles in English

Gas Industry journal is included in the list of Higher Attestation Commission, "the leading reviewed scientific journals and editions in which the basic scientific results of dissertations on competition of scientific degrees of doctor and candidate of sciences should be published".



General information about the journal:
<http://neftegas.info/en/gasindustry/>



Main thematic sections:
<http://neftegas.info/en/gasindustry/about-magazine/>

Submission of manuscripts:
info@neftegas.info, geo-editor@neftegas.info

Founder
Gazprom PJSC

Программное обеспечение содержит встроенную функцию защиты сохраненных данных от намеренных или случайных искажений пользователями. Обеспечиваются бесплатная техническая поддержка и обновление программного обеспечения в течение всего срока службы поставленного оборудования.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Для комплекса прямой цифровой радиографии «ТРАНСКАН», а также системы АУЗК «МСКАН» разработаны методики проведения контроля и поверки систем для обеспечения единства измерений. Методики согласованы Департаментом ПАО «Газпром» (С.В. Скрынников) и ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт оптико-физических измерений» соответственно. В настоящее время Методика проведения контроля с помощью модуля АВИК «ВИЗИО МТ» проходит процедуру согласования и внесения его в Реестр средств измерений Росстандарта, которая будет завершена к концу 2018 г.

Включение модуля АВИК в комплекс «ТРАНСКАН» и работа совместно с системой УЗК позволяют провести ВИК одновременно с РК и УЗК, непосредственно перед ними. Данные АВИК при этом накапливаются и передаются в компьютер оператора таким же образом, как и данные РК. Данные УЗК собираются отдельной системой, но их формат может быть согласован с форматом данных РК и АВИК.

В результате такого подхода специалист, контролирующий стык, получает возможность работать с данными АВИК и РК в общем цифровом формате не-

посредственно после проведения контроля на месте. Это позволяет сопоставить все данные, при необходимости повторить контроль тем или иным методом.

Отдельным преимуществом предложенного подхода является возможность документирования и хранения информации для последующего доступа. Современные средства позволяют сохранить информацию о времени и GPS-координатах проведения контроля, имя специалиста, результат контроля и любые другие данные. Впоследствии данные могут быть отсортированы и найдены по любому из этих признаков. Это позволяет заказчику работ быть уверенным, что контроль произведен в правильном месте, в указанное время и нужным специалистом. Также появляется возможность собирать и обрабатывать статистические данные о проводимом на трассе контроле. При возврате к данному стыку в случае планового ремонта или аварии все ранее полученные данные могут быть мгновенно подняты из базы.

ВЫВОДЫ

Применяемые для контроля качества цифровые системы (ЦР, МУЗК, АВИК) в составе комплекса позволяют перейти на принципиально новый уровень контроля, который характеризуется следующими свойствами: каждый метод имеет максимально возможное (достигнутое на данный момент времени) качество контроля; возможность представления результатов контроля в одной системе координат, масштабе и одной программе для обработки; привязка первичных данных контроля к географической координате,

времени и дате выполнения контроля; обеспечение защиты данных от возможностей внесения каких-либо исправлений; формирование электронного паспорта сварного соединения.

Электронный паспорт сварного соединения – это совокупность сведений о сварном соединении, включающих следующие данные: наименование объекта строительства, наименование организации, выполняющей сварочно-монтажные работы и работы по НК качества сварных соединений; данные о сварочных материалах и сварочном оборудовании, технологии сварки; данные о свариваемых элементах трубопровода (типоразмер, класс прочности, категория участка, ТУ на трубы, СДТ, ТПА); результат контроля (по всем методам), включая первичные данные контроля и выданные заключения; сведения о выполненном ремонте; дата, время выполнения работ, географические координаты, температура окружающего воздуха.

Электронный паспорт сварного соединения при передаче в эксплуатирующую организацию в составе исполнительной документации позволит на стадии диагностики дать дополнительные возможности при оценке работоспособности сварного соединения в части определения динамики развития дефектов или ее отсутствия. Применение современного программного обеспечения (стандартных сетевых решений и систем управления базами данных) для формирования электронного паспорта сварного соединения (включая журнал сварки) позволит легко интегрировать данные в любую информационную систему. ■

ЛИТЕРАТУРА

1. СТО Газпром 2-2.4-083-2006. Инструкция по неразрушающим методам контроля качества сварных соединений при строительстве и ремонте промышленных и магистральных газопроводов [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://znaytovar.ru/gost/2/STO_Gazprom_2240832006_Instruk.html (дата обращения: 27.08.2018).
2. СТО Газпром 2-2.4-917-2014. Инструкция по радиографическому контролю качества сварных соединений при строительстве и ремонте промышленных и магистральных трубопроводов [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://zinref.ru/000_uchebniki/01500_gaz/140_STO_Gazprom_2-2_4-917-2014_INSTRUKTSIYa/001.htm (дата обращения: 27.08.2018).
3. ГОСТ ISO 17636-2-2017. Неразрушающий контроль сварных соединений. Радиографический контроль [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200158604> (дата обращения: 27.08.2018).