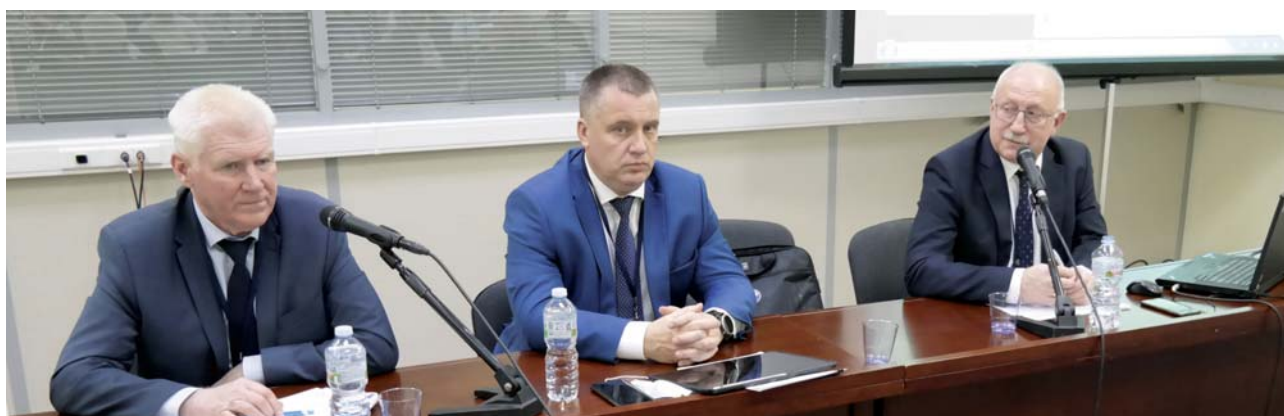


ДЕЛОВАЯ ПРОГРАММА ФОРУМА «ТЕРРИТОРИЯ NDT 2021» ОТЧЕТЫ ПО КРУГЛЫМ СТОЛАМ

АВТОМАТИЗАЦИЯ И ЦИФРОВИЗАЦИЯ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ОБЪЕКТОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА



В.Н. Кузнецов, С.А. Пономарев, Г.Я. Дымкин

ДЫМКИН Григорий Яковлевич

Д-р техн. наук, профессор, АО «НИИ мостов и дефектоскопии», Санкт-Петербург

В заседании круглого стола «Автоматизация и цифровизация неразрушающего контроля объектов железнодорожного транспорта» приняли участие 32 специалиста из 22 организаций.

В представленной информации о начатой и выполняемой под руководством НП «ОПЖТ» работе по формированию «Цифровой экосистемы управления требованиями к продукции железнодорожного назначения на основе машиночитаемой нормативной и нормативно-технической документации» одной из первых решаемых задач обозначено создание «машинопонимаемых» или так называемых смарт-стандартов – среды для адаптивного управления нормативно-технической документацией и требованиями к продукции железнодорожного назначения на всех стадиях ее жизненного цикла.

С докладами выступили: В.Н. Кузнецов (ОАО «РЖД», ПКБ вагонного хозяйства) «Автоматизация и цифровизация неразрушающего контроля и диагностики грузовых вагонов»; С.А. Пономарев



(ОАО «РЖД», Дирекция диагностики и мониторинга) «Развитие системы автоматизированной оценки и обработки результатов неразрушающего контроля для обеспечения анализа и прогнозирования состояния рельсов в путевом хозяйстве железных дорог ОАО «РЖД».

В докладах представлены основные направления по созданию технических средств, программного обеспечения и организационной структуры систем мониторинга данных неразрушающего контроля и диагностики при эксплуатации грузовых вагонов для создания «цифрового двойника грузового вагона» и при контроле рельсов в пути для автоматической обработки дефектоскопической информации, оценки и прогнозирования состояния рельсов в целях назначения оперативного и планового ремонтов пути. В выступлениях экспертов и участников отмечены проблемы построения систем мониторинга, обусловленные необходимостью получения по разным видам информационных каналов, накопления и комплексной обработки данных, полученных от средств неразрушающего контроля и диагностики, поддерживающих разные типы и форматы данных.

С экспертными мнениями по существу доложенного материала выступили: Ю.Р. Соيفер (АО «ВНИИЖТ»), И.З. Этинген (АО «НИИ мостов»).

По итогам обсуждения одобрены направления работ по цифровизации технологий неразрушающего контроля и диагностики ответственных объектов железнодорожного транспорта, отмечена актуальность разработки общих и специальных требований к перечням и форматам данных, передаваемых от первичных средств неразрушающего контроля и диагностики в системы обработки и мониторинга данных неразрушающего контроля и диагностики при эксплуатации подвижного состава и рельсового пути.

*Отчет предоставил Г.Я. Дымкин,
д-р техн. наук, профессор,
АО «НИИ мостов и дефектоскопии»,
Санкт-Петербург*

НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ В АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ



ВОПИЛКИН Алексей Харитонович
Д-р техн. наук, профессор, ООО «НПЦ «ЭХО+», Москва

БАЗУЛИН Евгений Геннадиевич
Д-р техн. наук, профессор, ООО «НПЦ «ЭХО+», Москва

В работе круглого стола «Неразрушающий контроль в атомной энергетике» приняло участие 35 специалистов из 23 организаций пяти основных отраслей. В качестве экспертов были приглашены ведущие специалисты концерна «Росэнергоатом», ОАО «ВНИИАЭС», Калининской АЭС. Было сделано пять докладов специалистами ООО НПЦ «ЭХО+», ООО НПЦ «СИГМА ИТ», ООО «ГЕОТЕРМ-М», «ОЛИМПУС». Доклады вызвали

интерес участников, обсуждение было продолжено на фуршете, организованном ООО НПЦ «ЭХО+».

В первом выступлении Дмитрий Сергеевич Тихонов (ООО «НПЦ «ЭХО+») представил доклад «Новые системы автоматизированного УЗК при эксплуатации и монтаже сварных соединений оборудования и трубопроводов АЭС». В докладе рассмотрены оригинальный метод оценки качества методики ультразвукового контроля, перспективный подход к созданию методик с использованием многосхемного подхода и критерия качества каждой схемы. Приведено описание нескольких методик УЗК с использованием систем «АВГУР-Т» и «АВГУР-АРТ». Открытая ар-



хитектура этих систем (разные сканеры и возможности ПО) позволяют применять самые передовые методы УЗК для контроля новых и самых разнообразных объектов, что позволило обеспечить контроль ранее неконтролепригодных объектов.

Второй доклад Александра Евгеньевича Александрова (ООО «НПП «Сигма ИТ»), Владимира Вячеславовича Потапова (АО «ВНИИАЭС»), Сергея Владимировича Ромашкина и Дмитрия Сергеевича Тихонова (оба из ООО «НПЦ «ЭХО+») «Исследование достоверности методов УЗК, УЗТ и РК на основе данных неразрушающего контроля металла оборудования и трубопроводов второго контура АЭС с ВВЭР-1000 и ВВЭР-1200» был представлен Сергеем Владимировичем Ромашкиным. В докладе рассмотрены способы построения кривых вероятности обнаружения дефектов PoD. Предложен способ построения PoD и на основе результатов контроля. Предложенный подход был использован для построения PoD радиографического метода контроля. Также предложен способ построения PoD ультразвукового контроля, основанный на математическом моделировании результатов контроля. Построены PoD ультразвукового контроля для оборудования второго контура АЭС с ВВЭР-1000 и ВВЭР-1200.

Представитель фирмы ООО «Геотерм-М» Григорий Валентинович Томаров сделал сообщение

на тему «Предупреждение недопустимых эрозионно-коррозионных утонений трубопроводов и оборудования энергоблоков АЭС». Основная идея доклада заключалась в том, что необходимо проранжировать оборудование атомных электростанций (АЭС) для определения наиболее вероятных мест возникновения утонений трубопроводов. Периодичность контроля трубопроводов и будет определяться этим обстоятельством. Это позволит, не снижая эффективности контроля, уменьшить его объем и увеличить скорость проведения контроля.

С четвертым докладом выступил Андрей Евгеньевич Базулин (ООО «НПЦ ЭХО+») «Новые технологии ручного, механизированного и автоматизированного УЗК, реализованные в универсальном ручном дефектоскопе «АВГУР-АРТ». Он рассказал о технических характеристиках дефектоскопа «АВГУР-АРТ 2020», который может работать как в режиме классической технологии фазированных антенных решеток, так и в режиме цифровой фокусировки антенной решетки. Прибор может функционировать в режиме зонального контроля и в режиме TOFD. Представлен ряд сканирующих устройств для механизированного и автоматизированного контроля. Прибор может использоваться в режиме сплошной толщинометрии. Предусмотрен режим измерения формы поверхности сварного соединения с помощью лазерного профиломера. Программное обеспечение позволяет определять геометрические характеристики сварного соединения. Дефектоскоп готов для работы с ранее аттестованными в Росатоме методиками. В ряде случаев успешно выполняется замена РГК на УЗК. Дефектоскоп «АВГУР-АРТ 2020» соответствует стандартам «ISO 23865:2021. Non-destructive testing — Ultrasonic testing — General use of full matrix capture/total focusing technique (FMC/TFM) and related technologies» и «ISO 23864:2021. Non destructive testing of welds — Ultrasonic testing — Use of automated total focusing technique (TFM) and related technologies».

Завершил работу круглого стола доклад «Видеоскоп/эндоскоп производства компании «Олимпус» представителя фирмы «Олимпус» Дмитрия Сергеевича Померанцева. В докладе рассмотрены основные характеристики прибора. Его важной особенностью является возможность построения трехмерного изображения поверхности объекта контроля с измерением размеров деталей его поверхности.

*Отчет предоставил: А.Х. Воишкин,
д-р техн. наук, профессор,
ООО «НПЦ «ЭХО+», Москва*

НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ НА ТРУБОПРОВОДНОМ ТРАНСПОРТЕ



МОГИЛЬНЕР Леонид Юрьевич

Д-р техн. наук, Центр технологии строительства, обследования зданий и сооружений НИИ «Транснефть», Москва

САМОКРУТОВ Андрей Анатольевич

Д-р техн. наук, профессор, член-корреспондент Академии электротехнических наук РФ, ООО «АКС», Москва

Основная тема круглого стола «Неразрушающий контроль на трубопроводном транспорте» – обмен мнениями и наработками представителей двух направлений диагностирования трубопроводов: коррозионная диагностика и локализация дефектов ультразвуковыми методами дефектоскопии. В одной аудитории встретились и поделились своими возможностями и проблемами более 35 «коррозионистов» и «дефектоскопистов».

Раздел «Коррозионная диагностика и объединение усилий»

По направлению «Коррозионная диагностика» основной доклад представил директор ООО «НПВП «Электрохимзащита» А.В. Старочкин (Уфа). В докладе описаны основные технологии, применяемые при коррозионной диагностике трубопроводов линейной части и технологических трубопроводов на площадочных объектах. Отмечена актуальность коррозионной диагностики, поскольку среди дефектов металлоконструкций на объектах магистральных трубопроводов наиболее существенную часть составляют коррозионные повреждения. Часто их количество превышает 50 % от общего числа дефектов эксплуатационного происхождения.

В докладе отмечено, что под термином «коррозионная диагностика» понимается использование электрических характеристик системы металлоконструкция – окружающая среда для определения опасности коррозионного повреждения трубопроводов и отчасти для определения состояния антикоррозионного покрытия металлоконструкций. Методы коррозионной диагностики основаны на использовании результатов измерения потенциала трубопровода относительно грунта, токов утечки с трубопровода в грунт, электрического сопротивления грунта, вмещающего трубопровод. Более широко эти методы могут применяться при обследовании опасности коррозионного повреждения любой металлоконструкции – днища резервуара, корпуса оборудования и т.д. Этот вид диагностирования существенно дешевле внутритрубных обследований магистральных трубопроводов автономными приборами, которые перемещаются под воздействием перекачиваемого продукта. Он выполняется дистанционно, как правило, с поверхности грунта. При этом оператор либо контролирует состояние системы трубопровод–грунт на контрольно-измерительных пунктах, расположенных вдоль трубопровода, либо «ощупывает» трубопровод, двигаясь вдоль его оси с электродами в руках.





А.Е. Базулин

В докладе А.В. Старочкин описал современные технологии коррозионной диагностики, включая схемы измерения уровня защитного потенциала трубопровода, проиллюстрировал работу методом выносного электрода, градиентные методы, метод Пирсона, представил опыт выполнения работ в полевых условиях. В докладе отмечено, что ежегодный объем выполнения коррозионных обследований составляет не менее 15 тыс. км магистральных трубопроводов. Дан обзор современного оборудования импортного и отечественного производства, в том числе описаны приборный комплекс «Искатель повреждений изоляционного покрытия трубопроводов и мест повреждений протяженных анодных заземлителей ИП «Азимут» (НПВП «Электрохимзащита», Уфа), приборы серии «Менделеевец» (ЗАО «Химсервис», Новомосковск, Тульская обл.). Также в докладе презентована новая монография, изданная в 2020 г., — «Диагностика защищенности подземных трубопроводов от электрохимической коррозии» (авторы И.Г. Блинов, А.В. Старочкин, О.Р. Латыпов, А.В. Валушок, Я.Д. Ивашов, К.Ю. Фадеев).

В обсуждении и содокладах приняли участие представители (ЗАО «Химсервис», Новомосковск, Тульская обл.), ООО «НИИ Транснефть» (Москва), ЗАО «Трубопроводные системы и технологии» (Шелково, Московская обл.), ООО НПО «ИНТЕРСКАН» (Москва), ООО «ИНТРОН ВТД» (Москва).

При обсуждении отмечено, что коррозионная диагностика позволяет определить степень защищенности трубопроводов от электрохимической коррозии и выявить участки, склонные к коррозионным разрушениям, а также участки с повреждением антикоррозионного покрытия. При этом отмечены две проблемы, возникающие при этом виде обследования.

Первая заключается в том, что коррозионная диагностика не позволяет локализовать место повреждения и образмерить дефект металла, а только лишь указывает на участки, склонные к коррозии. Поэтому следом за данным видом обследования

идет вскрытие трубопровода и обследование, выполняемое традиционными методами дефектоскопии: электроискровой контроль изоляционного покрытия, толщинометрия покрытий и металла, ультразвуковой контроль металла, ряд других технологий. Поэтому так важно налаживать взаимодействие между «коррозионистами» и «дефектоскопистами».

Второй проблемный вопрос — необходимость выявления подпленочной коррозии, возникающей на подземных трубопроводах. Коррозия металла на участках отслоения сплошного, без механических разрывов антикоррозионного пленочного покрытия с возникновением электролита в полости между покрытием и металлом происходит достаточно интенсивно. Это опасный дефект, составляющий более 15 % от общего числа коррозионных повреждений. Такие участки плохо обнаруживаются при коррозионной диагностике, т.е. не сопровождаются возрастанием токов утечки. В докладе А.А. Старочкина отмечено, что целесообразно обратить внимание специалистов по физическим методам неразрушающего контроля на необходимость повышения выявляемости участков подземных трубопроводов с развивающейся подпленочной коррозией.

Раздел «Ультразвуковой контроль трубопроводов»

На круглом столе современные методы наружного и внутритрубного ультразвукового контроля технологических трубопроводов были представлены в двух докладах.

Представитель ООО «Эхо-Плюс» (Москва) А.Е. Базулин выступил с обзором современного многофункционального приборного комплекса для ультразвуковой дефектоскопии серии «АВГУР», в котором используются фазированные решетки и системы с синтезированной апертурой для визуализации дефектов в сечении металла, измерения координат и формы дефектов с помощью традиционного эхометода и с голографической обработкой информации. В настоящее время такие системы получили наибольшее распространение на объектах энергетики. В докладе также отмечено, что имеется практика применения систем серии «АВГУР» на магистральных газопроводах. Накопленный опыт использования этой и аналогичных систем отечественного производства показывает целесообразность их внедрения на объектах трубопроводного транспорта при диагностировании трубопроводов и резервуаров в период их эксплуатации.

В докладе С.Ю. Ворончихина описаны технологии внутритрубной технической диагностики (ВТД) с применением разработанного АО «ИнтроСкан Технолджи» внутритрубного роботизированного

диагностического комплекса (ВРДК) типа А2072. ВРДК предназначен для контроля сложных по конфигурации трубопроводных систем, и с 2015 г. используется при диагностике различных объектов газотранспортной системы (ГТС).

При традиционных обследованиях подземных трубопроводов методом шурфования они должны быть вскрыты, освобождены от изоляционного покрытия, зачищены методом дробеструйной обработки. Для такой подготовки трубопровода к обследованию требуются значительные средства (финансовые, временные, ресурсные). Основное достоинство и отличительная черта оборудования типа А2072 заключается в том, что с его помощью можно выполнять обследование локальных участков трубопроводов без вскрытия. Данный комплекс может запасовываться в трубопровод через существующие технологические отверстия или небольшие вскрытые участки.

ВРДК реализован как малогабаритный автономный транспортно-диагностический модуль на магнитных колесах, с аккумуляторным питанием и радиоканалом для дистанционного управления, передачи диагностических данных и видеосигнала на пульт оператора на удалении до 2 км от места загрузки ВРДК во внутреннюю полость трубопровода.

Основным методом диагностики ВРДК является ультразвуковой (УЗ) эхоимпульсный волноводный метод, который позволяет регистрировать эхосигналы на больших расстояниях (практически до 2 м) от места расположения УЗ-преобразователя. Физической основой данного метода НК является эффект распространения УЗ-колебаний в пластинах на большие расстояния при определенных комбинациях типов волн, длины волны и толщины стенки.

Суть разработанной технологии контроля трубопровода с применением ВРДК заключается в линейном пошаговом перемещении транспортно-модуля вдоль оси трубы по выбранной из соображений минимальной загрязненности траектории, излучении и регистрации эхосигналов в перпендикулярном направлении (вдоль окружности трубы). При наличии дефектов или аномалий в стенке трубы регистрируется соответствующий отклик, после анализа которого можно определить параметры дефекта. Дополнительно определяется номинальная толщина стенки трубы в области расположения ВРДК. После дополнительной пространственно-временной обработки регистрируемых УЗ-сигналов формируется полный образ развертки трубы (дефектограмма), на котором отмечаются места УЗ-аномалий, оценивается их размер на основании амплитуды реконструированных сигналов.

Селекция типов дефектов в местах локализованных УЗ-аномалий при данном методе контроля осуществляется за счет получения эхосигналов в нескольких частотных поддиапазонах (в пределах полосы пропускания УЗ-преобразователей) и анализа соотношений амплитуд эхосигналов для различных частот. Для объемных и плоскостных дефектов эти соотношения существенно отличаются, что позволяет идентифицировать тип отражателя с высокой степенью достоверности.

Дополнительно проводится анализ затухания УЗ-сигнала при его многократном прохождении вдоль окружности детали, что позволяет проводить качественную оценку отслоения изоляционного покрытия в текущем анализируемом сечении трубопровода.

В период с 2016 по 2020 гг. выполнено обследование более 600 км технологических трубопроводов компрессорных станций ГТС, не обследуемых ранее ввиду отсутствия технических средств для ВТД сложных по конфигурации трубопроводных систем. По результатам проведенного ВТД было обнаружено и устранено более 500 опасных дефектов.

Применение ВРДК А2072 позволяет в короткие сроки и с оптимальными технико-экономическими показателями выявить опасные дефекты деталей трубопровода, выполнить качественную оценку отслоения изоляционного покрытия и, основываясь на результатах ВТД, получить объективную оценку технического состояния объекта.

Существует перспектива применения технологии ВТД с применением ВРДК с модернизированной транспортной платформой на протяженных участках трубопроводов (до 5 км), имеющих значительные загрязнения внутренней полости.

Программа внутритрубной технической диагностики (ВТД) технологических трубопроводов с применением систем типа ВРДК А2072 представляется наиболее перспективной для оценки технического состояния объектов трубопроводного транспорта. Периодические обследования ВТД позволяют перейти к обслуживанию данных объектов по техническому состоянию при технико-экономически обоснованном выборе компенсирующих ремонтных мероприятий, например между выборочным ремонтом дефектных элементов и сплошной заменой труб на участке трубопровода.

Отчет предоставил

А.А. Самокрутов,

д-р техн. наук, профессор, ООО «АКС», Москва

Отчеты по другим круглым столам форума читайте в №1 (январь-март), 2022, «Территория NDT»