

ТЕРРИТОРИЯ NDT

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ

2, 2016

апрель – июнь (18)



СОВМЕСТНЫЙ ПРОЕКТ ОДИНАДЦАТИ НАЦИОНАЛЬНЫХ ОБЩЕСТВ ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ

**ВЫСТАВКА СРЕДСТВ
И ТЕХНОЛОГИЙ НК**



**ОТРАСЛЕВЫЕ
КРУГЛЫЕ СТОЛЫ
«НК В ПРОМЫШЛЕННОСТИ»**

1 - 3 МАРТА 2017, МОСКВА

**ЕЖЕГОДНЫЙ ВСЕРОССИЙСКИЙ ФОРУМ
«ТЕРРИТОРИЯ NDT 2017»**



Lyft™

eddyfi®

Выявление коррозии без снятия изоляции? Да, теперь это возможно!

- > Технология PEC (pulsed eddy-current) — импульсные вихревые токи
- > Сплошной контроль всего «тела» трубы — выявляются внутренние и наружные дефекты
- > Вывод результатов в виде информативного C-скана
- > Диаметр труб от 109 мм, толщина стенки до 38 мм
- > Толщина изоляции до 152 мм
- > Температура поверхности до 70 °C

РОССИЙСКАЯ
ПРЕМЬЕРА
НА

NDT
RUSSIA

25-27 ОКТЯБРЯ 2016



Реклама

 ПЕРГАМ

АО «Пергам-Инжиниринг». Эксклюзивный представитель в РФ и странах СНГ
Москва, проезд Ольминского, 3а | +7 (495) 775-75-25 | tndt@pergam.ru | <http://pergam.ru/Lyft>

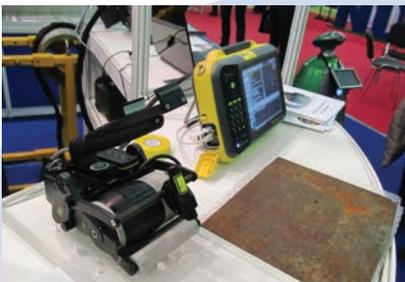
ВЫСТАВКА СРЕДСТВ
И ТЕХНОЛОГИЙ НК



ОТРАСЛЕВЫЕ
КРУГЛЫЕ СТОЛЫ
«НК В ПРОМЫШЛЕННОСТИ»

2 – 4 МАРТА 2016, МОСКВА







ЕРОСН 650

Современный ультразвуковой дефектоскоп

Ультразвуковой дефектоскоп ЕРОСН 650 является развитием популярной модели ЕРОСН 600. ЕРОСН 650 обеспечивает высокое качество контроля и удобство в эксплуатации. Его с легкостью могут использовать как новички, так и опытные специалисты в области ультразвукового контроля, а его прочный, компактный и эргономичный корпус позволяет работать практически в любых условиях.

- Полноэкранное отображение А-скана
- Возможность подготавливать отчеты непосредственно в приборе с записью процесса контроля в видео-файл
- PerfectSquare™ настраиваемый генератор прямоугольных импульсов
- Набор из 30 цифровых фильтров для повышения соотношения сигнал-шум
- Наличие в стандартной комплектации программных опций: динамические кривые DAC/ВРЧ и АРД-диаграммы
- Дополнительно активируемая программная опция для коррозионной дефектоскопии с поддержкой кодированного В-скана
- Соответствие стандарту EN12668-1

Территория NDT

СОДЕРЖАНИЕ

№2 (апрель – июнь), 2016

Главный редактор
Клюев В.В.
(Россия, академик РАН)

Заместители главного редактора:
Троицкий В.А.
(Украина, президент УО НКД)
Клейзер П.Е. (Россия)

Редакционный совет:
Азизова Е.А.
(Узбекистан, председатель УзОНК)
Аугутис В. (Литва)

Клюев С.В.
(Россия, вице-президент РОНКТД)
Кожаринов В.В.
(Латвия, президент LNTB)

Маммадов С.
(Азербайджан, президент АОНК)

Миховски М.
(Болгария, президент BSNT)

Муравин Б.
(Израиль,
зам. президента INA TD&CM)

Ригишвилли Т.Р.
(Грузия, президент GEONDT)

Зайтова С.А.
(Казахстан, президент КАНКТД)

Ткаченко А.А.
(Молдова, президент НОНКТД РМ)

Редакция:
Агапова А.А.
Клейзер Н.В.
Сидоренко С.В.
Чепрасова Е.Ю.

Адрес редакции:
119048, Москва,
ул. Усачева, д. 35, стр. 1,
ООО «Издательский дом «Спектр»,
редакция журнала «Территория NDT»
[Http://www.tndt.idspektr.ru](http://www.tndt.idspektr.ru)
E-mail: tndt@idspektr.ru
Телефон редакции
+7 (499) 393-30-25

Журнал зарегистрирован в Феде-
ральной службе по надзору в сфе-
ре связи, информационных техно-
логий и массовых коммуникаций
(Роскомнадзор). Свидетельство о
регистрации средства массовой ин-
формации ПИ № ФС77-47005

Учредители:
ЗАО Московское научно-производ-
ственное объединение «Спектр»
(ЗАО МНПО «Спектр»);
Общероссийская общественная ор-
ганизация «Российское общество
по неразрушающему контролю и
технической диагностике» (РОНКТД)

Издатель:
ООО «Издательский дом «Спектр»,
119048, Москва, ул. Усачева, д. 35, стр. 1
[Http://www.idspektr.ru](http://www.idspektr.ru)
E-mail: info@idspektr.ru
Телефон +7 (495) 514 76 50
Корректор Смольянина Н.И.
Компьютерное макетирование
Смольянина Н.И.
Сдано в набор 19.04.2016
Подписано в печать 20.05.2016
Формат 60x88 1/8.
Бумага офсетная. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 8,93. Уч.-изд. л. 8,46.
Распространяется бесплатно

Редакция не несет ответственность за
достоверность информации, опубли-
кованной в рекламных материалах.
Статьи публикуемые в журнале, не ре-
цензируются. Мнение авторов может
не совпадать с мнением редакции.

Оригинал-макет подготовлен
в ООО «Издательский дом «Спектр».
Отпечатано в типографии
ООО «МЕДИАКОЛОР»
105187, г. Москва,
ул. Вольная, д. 28, стр.10

ВЫСТАВКИ, СЕМИНАРЫ, КОНФЕРЕНЦИИ

Форум «Территория NDT – 2016»	4
Итоги форума «Территория NDT – 2016»	4
Интервью на форуме «Территория NDT – 2016»	8
Деловая программа – отчеты по круглым столам	22

Межотраслевое рабочее совещание

«Метрологическое обеспечение неразрушающего контроля покрытий в Российской Федерации»	48
--	----

ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ

XIII Всероссийский конкурс специалистов неразрушающего контроля	52
Белкин Д.С. От науки к практике	56

ПОЗДРАВЛЯЕМ

Троицкий В.А., Карманов М.Н. 25-летний юбилей Украинского общества неразрушающего контроля и технической диагностики	58
--	----

Федоров В.А.

Россия – достойный конкурент на мировом рынке оборудования для радиографического контроля качества сварных соединений ...	62
--	----

МЕТОДЫ, ПРИБОРЫ, ТЕХНОЛОГИИ

Дубов А.А.

Принципиальные отличия метода магнитной памяти металла от других известных магнитных методов неразрушающего контроля. итоги и перспективы развития метода	64
---	----

Коновалов Н. Н., Усачев И.И., Арефьев А.Е., Байдраков Н.Н., Данилевский А.В.

О выборе методов неразрушающего контроля сварных конструкций	70
---	----

ВЫСТАВКА СРЕДСТВ
И ТЕХНОЛОГИЙ НК



ОТРАСЛЕВЫЕ
КРУГЛЫЕ СТОЛЫ
«НК В ПРОМЫШЛЕННОСТИ»

2 – 4 МАРТА 2016, МОСКВА



ИТОГИ ФОРУМА «ТЕРРИТОРИЯ NDT – 2016»

4 марта в Москве успешно завершил свою работу 3-й Ежегодный всероссийский форум «Территория NDT – 2016», являющийся крупнейшим мероприятием в сфере неразрушающего контроля в России и странах СНГ.

На общей площади в 3000 м² «Территория NDT – 2016» объединила 95 компаний – ведущих разработчиков, производителей, поставщиков оборудования, технологий и услуг в области неразрушающего контроля, сертификационные и учебные центры, НИИ и вузы. В рамках деловой программы, включившей 20 круглых столов, были затронуты актуальные вопросы развития отрасли, а также подняты наиболее

острые проблемы применения НК в промышленности.

На сегодняшний день форум является уникальной площадкой, позволяющей участникам и более чем 3200 посетителям решить все профессиональные вопросы в сфере НК: расширить базу потенциальных клиентов и партнеров, познакомиться с новинками оборудования, оценить свою конкурентоспособность и востребованность, принять уча-

стие в обсуждении самых актуальных вопросов работы отрасли с ведущими экспертами компаний-заказчиков на заседаниях круглых столов деловой программы.

На открытии участников форума поприветствовали президент РОНКТД, академик РАН Э.С. Горкунов, почетный президент РОНКТД, академик РАН В.В. Клюев, а также представители Федерального агентства по

3000 м²

95
участников

20
круглых столов

Более 3200
посетителей

техническому регулированию и метрологии, Федерального агентства воздушного транспорта, Научно-промышленного союза РИСКОМ, ОАО «РЖД», НТЦ «Промышленная безопасность».

упреждения техногенных катастроф, а также отметили комплексный подход РОНКТД к организации форума, позволяющий в рамках одного мероприятия решить весь спектр задач по

предназначенные для проведения различных методов неразрушающего контроля и технической диагностики. Чаще всего на стендах у экспонентов можно было встретить приборы для проведения ультразвукового (46 %), вихретокового (31 %) и рентгеновского контроля (29 %), немалую долю составили компании, основной деятельностью которых является обучение и сертификация специалистов НК (19 %).

Более 60 % компаний принимают постоянное участие в «Территории NDT» начиная с 2014 г., что является несомненным подтверждением эффективности площадки для реализации бизнес-задач. Экспоненты выставки отмечают высокий уровень организации, качественный состав аудитории, а также насыщенность и практическую значимость деловой программы форума.

Важно отметить, что, несмотря на финансовые сложности многих российских предприятий, количество посетителей в текущем году выросло на 32%. Выставка и деловая программа собрали представителей предприятий авиационной, металлургической, нефтегазовой, космической, железнодорожной, строительной и других областей из разных регионов России, а также зарубежных стран. Существенно расширилось представительство регионов, оно составило 30% от общего числа посетителей форума, что на 6% больше аналогичного показателя прошлого года. Помимо специалистов из Москвы и Московской области, составивших основную массу посетителей, в оргкомитете мероприятия зарегистрировались представители: Приволжского федерального округа, оказавшегося наиболее активным из всех представленных на выставке регионов (Казань, Нижний Новгород, Пенза, Пермь, Самара, Уфа), Дальневосточного округа (Владивосток, Хабаровск), Цент-



Почетные гости подчеркнули возрастающую важность проведения своевременного контроля и диагностики для поддержания безаварийной эксплуатации промышленных объектов и пред-

неразрушающему контролю – от знакомства с новейшим оборудованием до стандартизации и обучения специалистов.

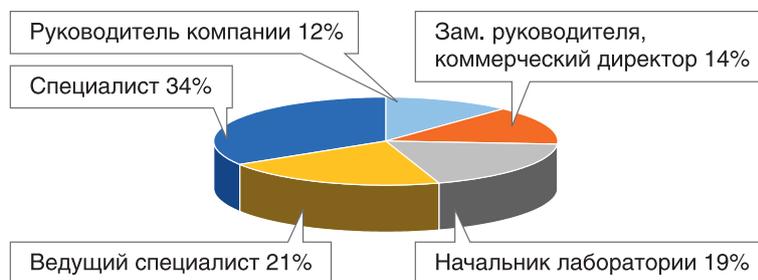
На выставке были представлены приборы и оборудование,

Состав участников по методам применяемого НК*

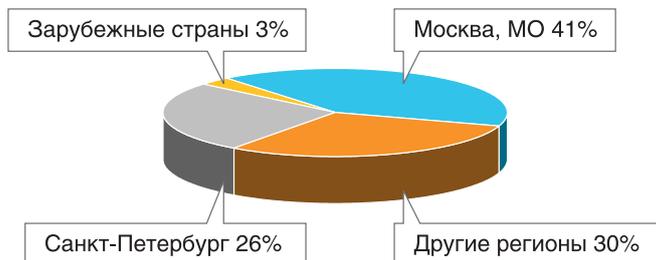


* % от общего числа участников. При анализе использовался множественный выбор

Состав посетителей по должностям



География посетителей



Состав посетителей по отрасли деятельности



рального федерального округа (Белгород, Воронеж, Липецк, Рязань, Тамбов, Тула, Ярославль), Северо-Западного федерального округа (Калининград, Санкт-Петербург), Уральского федерального округа (Ангарск, Екатеринбург, Сургут), Сибирского федерального округа (Красноярск, Томск).

Экспоненты высоко оценили состав посетителей по профессиональному и должностному уровню. Ведь 45% посетителей были руководителями среднего и высшего звена, принимающими решение о закупке оборудования. Широкая география и разнообразный отраслевой состав аудитории — от судостроения до

авиации и космоса — позволил многим компаниям открыть возможности для развития в новых направлениях и регионах.

В рамках деловой программы было организовано 20 круглых столов, среди которых отраслевые направления — неразрушающий контроль в авиации, электроэнергетике, металлургии, машиностроении, строительстве, нефтегазовой, железнодорожной, космической отраслях, а также межотраслевые и смежные вопросы: НК покрытий и сварочного производства, обучение, аттестация, сертификация, промышленная безопасность, антитеррористическая безопасность и медицинская диагностика.

Параллельно с проведением выставки прошли конференция «Современные подходы НК в решении нестандартных задач ОПК и космической отрасли», сессия Научного совета РАН по автоматизированным системам диагностики и испытаний, открытое заседание ТК 371, МТК 515, совещание МРОО «Московский межотраслевой альянс главных сварщиков и главных специалистов по резке и металлообработке», заседание рабочей группы Росстандарта РФ по разработке методов эталонирования НК напряжений.

С каждым годом количество круглых столов, проводимых в рамках форума по различным темам, расширяется и пополняется новыми актуальными направлениями. Так, в 2016 г. были организованы два новых круглых стола по темам «Неразрушающий контроль в атомной энергетике» и «Обучение и сертификация специалистов НК».

К заседаниям всех круглых столов посетители и участники форума проявили большой интерес. Активное участие в обсуждении приняли представители крупнейших компаний — заказчиков оборудования и услуг НК,



ведущих НИИ и вузов: Аэрофлот, «ИЛ», ГОсНИИ ГА, «Туполев», НПО «Сатурн», Концерн «Росэнергоатом», НИЯУ МИФИ, ВНИИЖТ, РЖД, НИУ МЭИ, ГКНПЦ им. М.В. Хруничева, НТЦ «Эталон», Институт физики прочности материаловедения СО РАН, ЦНИИ «Специального машиностроения», МГУ им. М.В. Ломоносова, НИТУ «МИСиС», Институт физики металлов Уро РАН, Газпром, Челябинский металлургический комбинат и многие другие.

С отчетами по круглым столам Вы можете ознакомиться на сайте <http://expo.ronktd.ru/>, а также на стр. 22.

3 марта, во время торжественного ужина, посвященному форуму «Территория NDT», были подведены итоги конкурсов, инициатором которых стала дирекция форума. Победителя в конкурсе на лучший стенд выбирала комиссия, состоящая из

представителей информационных партнеров, освещавших мероприятие. Большинство голосов было принято решение присудить звание «Лучший стенд форума «Территория NDT – 2016» компании «Панатест».

Институт неразрушающего контроля национального исследовательского политехнического университета (г. Томск) по единоголосному решению экспертного совета РОНКТД стал победителем в конкурсе на «Лучшую разработку в НК 2016».

Традиционно в последний день форума были подведены итоги XIII Всероссийского конкурса специалистов неразрушающего контроля. Участие в нем приняло более 200 специалистов из 54 организаций со всей страны. Впервые конкурс проводили по 9 методам неразрушающего контроля. Победителями стали 18 специалистов. Результаты конкурса и отчет доступны на

сайтах: www.ronktd.ru, www.centrkachestvo.ru и на стр. 52.

РОНКТД благодарит всех экспонентов, модераторов круглых столов и посетителей за участие и поддержку форума «Территория NDT–2016». Мероприятие проходит уже третий год подряд, непрерывно растет и укрепляет свои позиции благодаря нашей совместной продуктивной и взаимовыгодной работе.

В 2017 г. форум «Территория NDT» пройдет 1–3 марта совместно с Всероссийской конференцией по неразрушающему контролю и диагностике в Экспоцентре на Красной Пресне (павильон № 3).

Приглашаем Вас принять участие в крупнейшем и самом ожидаемом событии в мире НК!

Электронная версия отчета и фото доступны на сайте <http://expo.ronktd.ru/>



ИНТЕРВЬЮ НА ФОРУМЕ «ТЕРРИТОРИЯ NDT – 2016»



2 – 4 МАРТА 2016, МОСКВА



ЧЕПРАСОВА Екатерина Юрьевна,
исполнительный директор РОНКТД, Москва

Екатерина Юрьевна, состоялся третий форум «Территория NDT», расскажите историю его создания. Почему РОНКТД решило проводить это мероприятие?

Идея проводить свои мероприятия самостоятельно родилась в 2010 г. после проведения РОНКТД 10-й Европейской конференции по неразрушающему контролю в Москве. По признанию EFNDT, московская конференция на долгие годы стала образцом проведения международных мероприятий федерации.

Во время подготовки европейской конференции в РОНКТД сформировалась команда специалистов. А успешное проведение мероприятия такого масштаба вселило уверенность, что и российские выставочные и конференционные мероприятия необходимо организовывать на профессиональных выставочных площадках, под эгидой и с использованием преимуществ и возможностей Российского общества по НК и ТД – единственного профессионального сообщества в области НК в России.

Основной задачей мы поставили организацию и проведение ежегодного крупного профессионального мероприятия в области НК в Москве,

позволяющего помимо демонстрации новинок оборудования обсудить наиболее важные практические проблемы в нашей отрасли. На реализацию задуманного ушло около 1,5 лет – выбор подходящей по всем параметрам площадки, проведение переговоров с потенциальными участниками, продвижение мероприятия среди партнерских компаний и предприятий – потребителей технологий и услуг НК, привлечение информационных партнеров.

Первый форум «Территория NDT» прошел в 2014 г. в Экспоцентре на Красной Пресне одновременно с 20-й Всероссийской конференцией по НК. К сожалению, тогда нам не удалось договориться с компанией «Примэкспо», в партнерстве с которой РОНКТД организовывало выставочные мероприятия ранее. В результате сложилась не очень удобная для экспонентов и посетителей ситуация, когда в 2014–2015 гг. выставка по неразрушающему контролю проходила практически параллельно на двух площадках. Но уже через два года, в 2016 г., ситуация стабилизировалась. Мы хотели бы еще раз поблагодарить наших партнеров-экспонентов и всех специалистов НК за то, что они поддержали РОНКТД!

Кому принадлежит идея создания форума как площадки для делового общения? Каковы причины такого решения? По какому принципу формировались темы круглых столов?

Продумывая идею проведения единого крупного ежегодного мероприятия по НК, мы старались дать ответ на вопрос, каковы самые актуальные задачи и проблемы для представителей отрасли, причем как для разработчиков, так и для заказчиков. Интерес к приборам как таковым постепенно снижается из-за активного развития онлайн-технологий. В результате сохраняется и даже увеличивается дефицит профессионального общения. А ведь именно при непосредственном контакте конечный пользователь может напрямую обозначить свою проблему разработчику, и наоборот, производитель знакомит потребителей с новым решением существующей проблемы. Таким образом, прямой диалог существенно сокращает дистанцию между теорией и практикой и позволяет найти наиболее эффективные решения.

Мы решили сделать акцент на создании единой площадки для встречи ученых и практиков, разра-

ботчиков и потребителей, коллег, давних друзей из разных стран, всех, кто связан с НК, — «Территории NDT».

Направления, по которым предполагалось проводить круглые столы, должны были включать области, где неразрушающий контроль используется наиболее активно. Но в результате в этот список вошли почти все отрасли экономики — от строительства до космоса и атомной энергетики. Помимо этого в программу были включены и межотраслевые темы — стандартизация, метрология, обучение и сертификация.

«Форум» — как раз то самое слово, которое, на наш взгляд, наиболее полно отражает суть мероприятия.

Как Вы оцениваете работу модераторов круглых столов? Почему некоторые из них проходят очень плодотворно, со множеством дискуссий и слушателей, а другим не хватает активности? Это результат неправильно выбранной темы или недоработки модератора?

Мы благодарны модераторам всех круглых столов. Во-первых, для них это большая организационная работа — необходимо выбрать актуальную тему, пригласить интересных докладчиков, оппонентов, представителей разработчиков и специалистов из соответствующей отрасли. Во-вторых, заявленный нами формат круглых столов в форме дискуссии принципиально отличается от привычных секционных научных докладов. Новая форма требует адаптации как модераторов, так и слушателей. В-третьих, на данный момент есть объективно более популярные отрасли и направления в НК, которые привлекают большое количество выступающих и слушателей. Но это не означает, что более узкие области менее интересны. Как раз наоборот. Ярким примером является выделенный в этом году на форуме в специальную тему круглый стол «Ультразвуковая структурокопия и тензометрия. Опыт использования в энергетической, авиационной и железнодорожной отраслях».

Мы планируем продолжать работу в этом направлении, уделяя внимание как массовым направлениям, так и новым, пока еще узким, но очень интересным и перспективным. Уверены, такой подход сделает деловую программу по-настоящему разнообразной.

Какую работу пришлось проделать для привлечения посетителей и участников форума, какие ресурсы были задействованы?

Одним из преимуществ общества как организатора является постоянное тесное взаимодействие с компаниями и специалистами в области НК и, как



следствие, наличие соответствующих контактов — с разработчиками и производителями техники, ЛНК, учебными и сертификационными центрами, НИИ, вузами. Ощутимую поддержку в расширении базы контактов оказывают и региональные отделения общества, которые действуют в 45 субъектах РФ. На данный момент мы с уверенностью можем сказать, что в нашу базу входят практически все участники рынка НК, которые предлагают продукцию или услуги. Другой вопрос, что пока не все принимают участие в форуме или еще не стали постоянными участниками. Привлечь их — наша задача на будущее.

Наиболее интересными посетителями для наших экспонентов являются руководители и специалисты, отвечающие за неразрушающий контроль на предприятиях. Мы не стремимся всеми силами создать «толпу», мы отдаем предпочтение адресному подходу и направляем приглашения соответствующим службам предприятий всех отраслей, где используется НК. Еще одно направление работы по привлечению посетителей — развитие контактов с профессиональными ассоциациями и союзами из смежных областей и информационными партнерами. При подготовке «Территории NDT — 2016» было привлечено к сотрудничеству более 30 печатных изданий и интернет-порталов.

Какая команда работает при организации и проведении форума? Сколько человек в команде? С какими проблемами приходится сталкиваться?

Можно сказать, что работа строится по проектному принципу. Организационными вопросами, взаимодействием с участниками, модераторами и посетителями занимаются сотрудники дирекции РОНКТД. При необходимости привлекаются сторонние дизайнеры, ИТ-специалисты, агентства по организации праздников. Таким образом, организацией форума занимаются от 4 до 7 человек.

Ваша оценка прошедшего форума и деловой программы?

Оценку должны давать в первую очередь участники и посетители форума. Отзывы, которые мы слышали во время проведения и сразу после, в подавляющем большинстве положительные. Отмечают в первую очередь круглые столы, уникальную возможность пообщаться с экспертами разных отраслей, а также качественный целевой состав посетителей. Не разочаровали и количественные показатели. Число специалистов, посетивших форум, увеличилось на 30% по сравнению с 2015 г., немаловажную роль в этом сыграла работа дирекции по поиску и адресному приглашению посетителей, ве-

дущаяся в течение всего года. Нам удалось сохранить масштаб экспозиции практически на уровне предыдущих лет, что, учитывая кризисную ситуацию, мы считаем хорошим результатом. Число экспонентов сократилось не более чем на 10%, многие компании вышли из ситуации, сократив площадь стенда или воспользовавшись выгодными условиями рассрочки. Так что можно констатировать, что подготовительная работа дала положительные результаты!

Как поддерживают форум другие национальные общества по НК? Привлекаете ли Вы для информационной поддержки другие профессиональные сообщества?

Мы находимся в постоянном контакте с нашими коллегами из Беларуси, Казахстана, Украины, Болгарии, Азербайджана и др. Они являются постоянными участниками и модераторами «Территории NDT». Но в сложившихся экономических и политических условиях далеко не все желающие могут позволить себе посетить форум, и с каждым годом все меньше специалистов из стран бывшего СССР приезжают к нам.

Сейчас обществу НК любой страны, пожелавшей принять участие в форуме, предоставляется бесплатно небольшой оборудованный стенд, на котором может быть представлена информация как о самом национальном обществе, так и о компаниях, в него входящих.

Мы нацелены на более активное взаимодействие с соседними странами в дальнейшем. Не умаляя значимости национальных мероприятий, мы надеемся, что в будущем «Территория NDT» сможет стать самым крупным международным форумом в области НК на постсоветском пространстве.

Планы на будущее. Что нового планируется в 2017 г.? От чего решено отказаться? Какая деловая программа планируется?

За время, прошедшее с момента проведения первого мероприятия в 2014 г., концепция форума в целом сформировалась. Теперь наша задача — укреплять ее и развивать: поддерживать качество деловой программы, целевой состав и число посетителей, сохранять приемлемые условия участия. Очень надеемся, что с постепенным выходом экономики из кризиса к нам вернуться все участники и присоединятся новые.

В 2017 г. в рамках форума планируются два важнейших мероприятия — 21-я Всероссийская научно-техническая конференция по НК и ТД, также организуемая РОНКТД, и отчетно-выборная конференция РОНКТД, на которой будут избраны новый президент общества и правление.

Работа уже идет полным ходом!

НОВЫЙ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДЕФЕКТΟΣКОП НА ФАЗИРОВАННЫХ РЕШЕТКАХ УСД-60ФР

NEW

Сочетание классического дефектоскопа на фазированных решетках с цифровой фокусировкой сигнала



Ударопрочный корпус с защитой по IP65 для работы в полевых условиях



Масса прибора всего 1,4 кг



Реконструкция изображения на полный экран 640x480 без потери быстродействия



Морозоустойчивое (от -30°C) исполнение



Автоматическая настройка, конструктор разделки сварного шва



Подключение стандартных 16-элементных ФР



Работа в режиме обычного дефектоскопа + вход для 1 или 2-коорд. энкодера для подключения различных сканеров и построения С-скана, В-скана, TOFD



Гарантия 3 года



Новый ультразвуковой дефектоскоп УСД-60 ФР сочетает в себе возможности классических фазированных решеток с достижениями технологии цифровой фокусировки сигнала. Позволяя реконструировать полноэкранное изображение (640x480 точек) с 16-ти элементных датчиков ФР без потери производительности, этот легкий (1,4 кг) современный дефектоскоп является вершиной линейки высококачественных и надежных ультразвуковых дефектоскопов компании КРОПУС.

Возможность работать с обычными УЗ-преобразователями в режиме классического дефектоскопа, подключение сканеров TOFD и 2-координатных сканеров С-скана, иммерсионная зона контроля, работа с АРД-диаграммами и множество других возможностей в сочетании с доступной ценой и 3-летней гарантией делают этот дефектоскоп лучшим предложением на отечественном рынке средств НК.

ВСЕ ПРИБОРЫ СЕРТИФИЦИРОВАНЫ • СДЕЛАНО В РОССИИ

КРОПУС
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР

ТЕЛЕФОН/ФАКС

(495) 229-42-96
(800) 500-62-98

sales@kropus.ru
www.kropus.ru



СЯСЬКО Владимир Александрович,
генеральный директор, ЗАО «Константа», Санкт-Петербург

Ваши впечатления о форуме?

В этом форуме мы принимаем участие с самого начала его проведения. Это уже третий форум. За это время в его организации произошел переход от некой парадности к рабочей обстановке. Если на первом форуме стенды были большими, помпезными, то теперь внешние эффекты ушли на второй план, поскольку сложился круг предприятий, которые действительно представляют интерес для пользователей. Это предприятия, которые реально живут. Может быть, они, конечно, стали немножко меньше брать площадей, но при этом видно динамику развития наших фирм, присутствуют и зарубежные компании, налича конкуренция. Чувствуется, что рабочая деловая программа составлена так, чтобы помочь фирмам не просто представить свои достижения, а донести их до пользователя всеми возможными способами.

С чем Вы приехали на форум? Что привезли? Вопросы? Проблемы? Новинки?

Многие принимают участие в форуме не только, чтобы представить новинки. Насколько я знаю, большинство едет сюда для встреч. Ведь кто-то живет за Уралом, кто-то — в Европейской части России, и часто бывает трудно встретиться. Поэтому специалисты едут и посмотреть, и себя показать, а

вместе с тем и поговорить. Например, оказалось, что 80% моих интересов заключаются в том, чтобы встретиться с коллегами и обсудить насущные проблемы развития приборостроения, вопросы продвижения методик. А 20% интересов связано с обсуждениями на круглом столе: всегда оказывается, что есть что-то неизвестное и интересное. Основная масса специалистов едет сюда пообщаться по конкретным вопросам.

Удачно ли прошли мероприятия для Вас на форуме? С чем вы уедете?

Замечательно пообщался! Живое общение! Кого-то не видел пять лет, кого-то полгода. Ну а главное — это круглые столы, это очень правильные мероприятия. Чувствуется, что форум уже определяется со своим местом в мире неразрушающего контроля.

Нам не просто предоставили площадки для демонстрации продукции. Нет, нам предложили пользователей нашего оборудования, наших методик. Соответственно, для тех, кто приехал с интересом, важно встретиться с ведущими специалистами отрасли, а не просто с менеджерами по маркетингу. Я сам убедился: на заседаниях круглых столов выступают ведущие специалисты, которых непросто найти и трудно достучаться через другие формы связи. Тут мы друг друга увидели и показали. Производители познакомились с пользователями, выслушали их вопросы. Соответственно, и потребители услуг имели возможность поговорить не со специалистами маркетинга, разбирающимися в технологиях продажи, но слабо знающих суть вопроса, а с теми, кто не просто продвигает свою продукцию, а прежде всего обучают новым методикам, новому пониманию, новой терминологии. И, таким образом, идет подъем уровня нашего неразрушающего контроля.

Что вы пожелаете организаторам?

Организаторам прежде всего пожелаю оптимизма в наше непростое время!

И что мне очень нравится в организации форума — это деловое общение. Хочется, чтобы все помнили не о том, что заплатили за участие, а о том, что пообщались на высокопрофессиональном уровне. И этим деловым общением пронизана вся атмосфера форума и выставки. Это самое главное, что удалось! Желаю не сбавлять темпа. Чтобы сюда приезжало как можно больше и производителей, и потребителей. И чтобы с помощью этой формы делового общения находились какие-то новые каналы и механизмы работы. Организаторы форума — люди молодые, и я верю, что у них все получится!



ЗАИТОВА Светлана Александровна,
президент ОЮЛ «КАНКТД», председатель ТК 76
«Не разрушающий контроль и техническая диагностика»,
руководитель ОПС-П КАНКТД, Республика Казахстан

Ваши впечатления от форума?

С большим удовольствием приехали в очередной раз на форум «Территория NDT – 2016», организованный РОНКТД. Год от года наше участие активизируется, потому что это очень интересное и важное для нас мероприятие.

Какие фирмы представляют Казахстан на форуме, направления их деятельности?

В этом году от КАНКТД форум посетила большая группа компаний: ТОО «Пергам Казахстан» (Астана); ТОО «Казпромбезопасность ПВ» (Павлодар), ТОО «КПД-НДТ» (Алматы); ТОО «MAG-Pi Inspection» (Актау); ТОО «ВестКонтрольСервис»



(Атырау); ТОО «ЖелДорСервис 2030» (Астана); ТОО «Wargee NDT» (Актау); ТОО «Казахстанский Центр Промышленной Безопасности» (Астана); ТОО «Аттестационно-методический центр» (Астана), а также потенциальные казахстанские заказчики услуг неразрушающего контроля из государственного сектора и инвестиционных проектов.

В Казахстане нет производителей оборудования для неразрушающего контроля (НК), члены КАНКТД – это компании, оказывающие профессиональные услуги по техническому диагностированию, аккредитованные в системе технического регулирования по требованиям СТ РК ISO 17025-2007, испытательные лаборатории и региональные дистрибьюторы мировых производителей.

В Казахстане также проводят профильные мероприятия. Почему вы выбрали форум в Москве?

Члены КАНКТД приняли решение не участвовать в 2016 г. в выставке NDT Kazakhstan (Астана) по причине недостаточного уровня работы организаторов с местными сервисными компаниями неразрушающего контроля и технической диагностики. Поэтому для нас особый интерес представляет деловая программа форума, которая дает возможность познакомиться с новыми технологиями; обсудить тенденции развития НК и практику применения его методов; почерпнуть информацию непосредственно у разработчиков приборов и апробировать их на стендах.

Что, по вашему мнению, было самым важным в деловой программе форума?

Особая роль на форуме была отведена практике применения и признания международной системы технического регулирования: аккредитации компаний и сертификации специалистов. В этом направлении мы возлагаем большие надежды на совместную работу с такими компаниями, как ATG Group и НУЦ «Контроль и диагностика». Необходимо начать внедрение ISO17020, разработать совместную систему верификации аккредитованных субъектов и единый подход к подготовке специалистов.

А какая тема деловой программы была для Вас наиболее интересной?

Нас очень интересовал вопрос сертификации специалистов НК. В Казахстане на базе КАНКТД создан единый орган по сертификации специалистов НК в системе технического регулирования по требованиям СТ РК ISO/IEC 17024-2010 (схема СТ РК ISO 9712-2014), ОПС-П КАНКТД, данные обо всех сертифицированных специалистах вносятся в базу данных Министерства по инвестициям и развитию Республики Казахстан. С 2008 г. неразрушающий контроль (испытательные лабо-

ратории и специалисты) был выведен из разрешительной системы промышленной безопасности и перешел в систему технического регулирования Республики Казахстан. Рынок до сих пор проходит переходный период от аттестатов системы МЧС к аттестатам и сертификатам по гармонизированным в Казахстане стандартам ISO.

Особое место в данном процессе занимают сертификаты-свидетельства-удостоверения, выданные российскими учебными центрами и аккредитованными органами по сертификации специалистов. В Российской Федерации сертификация (аттестация) специалистов по НК находится в системе промышленной безопасности, а в Казахстане не существует системы признания таких документов на уровне государства. Нам приходится искать пути признания на уровне национальных отраслевых ассоциаций и аккредитованных в системе технического регулирования органах. Так, было достигнуто соглашение между ОПС-П КАНКТД (аккредитован в NSCA) и НУЦ «Качество», НУЦ «СертиНК» (аккредитованны в DAkKS) и НУЦ «Контроль и диагностика» (аккредитован в UKAS) о процедуре признания сертификатов системе технического регулирования ISO/IEC 17024.

Рынок заполнили нерегулируемые сертификаты и фальсификаты сертификатов специалистов НК. Мы встречаем иностранные сертификаты всех мастей – и помпезные сертификаты с печатями УОНКТД, РОНКТД, и корпоративные сертификаты системы ASNT. В сложившейся ситуации необходимо вводить негосударственное регулирование и создавать Академию NDT, признанную национальными обществами по НК, для верификации сертификатов различных национальных систем и особенно по подтверждению сертификатов специалистов III уровня, количество которых растет.

Вы много внимания уделяете вопросам стандартизации. Как эта тема развита на форуме?

Да, вы правы, не могу обойти стороной тему стандартизации. В рамках деловой программы форума прошло заседание МТК 515 «Не разрушающий контроль». К сожалению, мы все еще не разрабатываем стандартов в формате ГОСТ через данный МТК и к принятию ГОСТа на базе ISO 9712-2012 придем еще не скоро. Основная проблема в том, что в России сложно гармонизировать иностранные стандарты и основная масса их не идентична оригиналу даже не по причине перевода, а из-за большого количества мнений и идей разработчиков, которые нередко вкладывают в иностранный стандарт свое видение. Надеюсь, мы достигли договоренности с секретариатом МТК 515 о разработке стандартов (гармонизации иностранных стандартов) для внедрения новых технологий

за счет заказчика. Осталось только заказчиком, производителям оборудования, которые напрямую способствуют продвижению оборудования на рынок, проявить интерес к разработке стандартов. Нужно отметить, что время разработки национальных стандартов в формате ГОСТ Р или СТ РК прошло, сейчас нам нужны единые стандарты для всей территории ЕАЭС в формате ГОСТ.



Что выступление показало Вам наиболее интересным?

Хотелось бы отметить выступление «Оценка профессиональной квалификации специалистов неразрушающего контроля» А.А. Травкина, заместителя руководителя подразделения «СертиНК» ФГАУ «НУЦСК при МГТУ им. Н.Э. Баумана», в последний день форума. В докладе предоставлена обоснованная схема квалификаций специалистов неразрушающего контроля для четырех уровней (3–7) в структуре национальной 8-уровневой рамки квалификаций. Это колоссальная проблема не только для России, но и для многих постсоветских стран, когда ЕТКСы и КСы не отражают современный уровень развития квалификаций, названий профессий и их функционал. В Казахстане также идет процесс разработки и внедрения национальной рамки квалификаций, разрабатываются профессиональные стандарты, вносятся коррективы в справочники. Мне было интересно узнать, как двигаются в этом направлении наши коллеги, хотя было несколько странно услышать о данных разработках не от общества НК, а от общества, объединяющего субъекты сварочного процесса. Тем не менее то, что профессиональные стандарты не смешивают со стандартами в области сертификации персонала, является главным в подходах и в России, и в Казахстане.

Пожелания организаторам.

Хочу пожелать долгих плодотворных лет Владимиру Владимировичу Ключеву и его детищу – РОНКТД, а значит, и всем национальным обществам, которые он помог основать и поддерживает. Увожу с собой в Казахстан его бестселлер – книгу «Деграция диагностики безопасности».



Евгений ШТАНГ, Максим АВЕРБУХ,
Delta Test GmbH, Германия

Расскажите о вашей компании.

Ш: Мы представляем немецкую фирму Delta Test. На российском рынке мы впервые, хотим попробовать свои возможности в России. В данный момент наша компания занимается поиском новых партнеров для реализации наших услуг в России в области неразрушающего контроля материалов методом вихревых токов. Надеемся на хорошее продвижение, на свой рост в России.

А: Мы работаем в различных отраслях промышленности: атомная и тепловая энергетика; химия и нефтехимия; автомобильная промышленность; авиация; железнодорожный транспорт; медицина и др. Мы предлагаем услуги по контролю: труб теплообменников; резьбовых соединений; посадочных мест лопаток турбин и кромок паруса лопатки; трубопроводов различных систем изнутри с применением робототехнических систем (Crawler: Molch); сварных швов и многое другое.

Delta Test GmbH является членом немецкого общества по неразрушающему контролю (DGZfP – Deutsche Gesellschaft für Zerstörungsfreie Prüfung e.V.).

Что вы представляете на форуме? Какое оборудование привезли? Есть ли новинки?

А: Мы привезли немало оборудования. Есть оборудование Eddyfi (на фото на заднем плане справа) – это канадская фирма. Есть оборудование CoreStar (на фото на заднем плане слева) – это американская фирма. Представлено и наше оборудо-



вание, в основном это периферия: зонды, роторы, циркуляционные и внутритрубные датчики.

На фото у меня в руках матричный преобразователь Sharck для контроля сварных швов. Это новинка от фирмы Eddyfi.

Особенности работы вашей фирмы.

А: Компания специализируется на внутритрубном контроле теплообменников: вихретоковым и ультразвуковым с применением IRIS (internal rotary inspection system). Внутритрубные и циркуляционные датчики являются продуктом собственной производственной базы. Мы предлагаем также нашим клиентам услуги вихретокового контроля сварных швов и поверхностей матричными зондами. Услуги по контролю очень часто запрашивают пакетом, так как проблемы возникают не только с трубами, но и с поверхностями (емкостями, работающими под давлением, сварными швами).

По сути, наша фирма предлагает услуги по неразрушающему контролю методом вихревых токов. И это не только наличие дефектоскопов и собственных зондов, но и высококвалифицированный персонал, имеющий допуски по различным секторам согласно DIN EN ISO 9712 (индустриальные секторы 6 и 7, аэрокосмический сектор 8 и железные дороги 9).

Подробно ознакомиться со спектром наших услуг можно на официальном сайте фирмы.

Ваши впечатления о форуме.

Ш: Мы очень рады, что нам представилась возможность показать свое оборудование, познакомиться с видами работ, которые мы можем проводить. Результаты выставки нас очень приятно удивили интересом, который проявляют посетители нашего стенда. Надеемся, что наше участие в этом форуме принесет хорошие результаты, и будем очень рады работе в России.

Ваши планы.

А: Мы надеемся на взаимовыгодное сотрудничество в России, возможно, и кооперацию. Мы готовы работать не только по стандартным проектам, но и выполнять специальные заказы. Я имею в виду не только реализацию проектов имеющимся в наличии оборудованием, но и браться за проекты, требующие предварительной проработки – конструирования и изготовления необходимого в каждом конкретном случае оборудования. Фирма выполняет все виды этих работ. Благодаря инновационным разработкам и сотрудничеству с мировыми компаниями наша фирма может предложить самый широкий ассортимент и спектр услуг по неразрушающему контролю материалов на российском рынке. Мы всегда учитываем потребности партнеров и готовы работать над новыми проектами для расширения бизнес-возможностей. В работе мы прежде всего ценим качество и профессионализм, что позволяет нам оставаться востребованными среди клиентов с самыми разными потребностями.



АРБУЗОВ Сергей Олегович,
генеральный директор, ООО «АКА-контроль», Москва

На выставке ООО «АКА-контроль» представляет уникальное оборудование – прибор АКА 3010 структуроскоп. Расскажите об его особенностях. Где он используется?

Структуроскоп АКА3010 предназначен для решения широкого круга задач при промышленном производстве, таких как разбраковка металлов по маркам, контроль технологии термообработки сталей, разбраковка деталей из стали по твердости. Структуроскоп АКА3010 разработан в 2015 г. на замену предыдущей разработке ООО «АКА-контроль» – структуроскопу ВС2010. Структуроскоп реализует метод высших гармоник, который применялся в прежних разработках МНПО «Спектр», а именно в структуроскопах ВС11 и ВС17. В этом смысле наша компания является продолжателем дела МНПО «Спектр». Особенностью структуро-

скопа АКА3010 является его программное обеспечение, которое реализует, как мы его называем, «метод связанных окружностей», или «технология «О». О сути метода можно узнать на нашем сайте. Добавлю только, что эта технология позволяет просто и точно настроить прибор, а также вести контроль по множеству параметров.



Какие еще у Вас есть интересные и новые разработки? Ваши достижения?

Другая наша разработка, которой мы гордимся, это 3-я версия акустического импедансного дефектоскопа ИД-91М. От разработки 1991 г., именно тогда появилась первая версия прибора, новую версию дефектоскопа отличают высокий технологический уровень и возможность реализации безэталонной настройки прибора, которая в свою очередь, увеличивает производительность и достоверность контроля. Мы рассчитываем, что заказчики дефектоскопа ИД-91М будут удовлетворены его достойными характеристиками.

С какими трудностями сталкивается фирма в наше сложное время?

По поводу трудностей. Трудное время – это, когда саранча съела весь урожай или наводнение на полстраны – форсмажорные обстоятельства, которые не зависят от человека. А в нашем случае все рукотворное, потому и изменено быть может...

Участвовали ли Вы в деловой программе форума? Как Вы ее оцениваете?

В деловой программе мы не участвовали, но она показалась нам интересной. В следующем году планируем. Организаторам выставки спасибо за доброту.



СМИРНОВ Игорь Сергеевич,
бренд-менеджер General Electric
компании ООО НПФ «АВЭК», Екатеринбург

Впечатление о форуме.

Мы традиционно участвуем в этой выставке и наши впечатления также традиционно положительные. Форум проходит успешно. Выставка хорошо организована и проходит в обычном ключе.

Участвовали Вы в деловой программе?

Программа форума насыщенная, но прямого участия мы в ней не принимали.

Что Вы привезли на выставку? Есть ли новинки?

В этом году мы привезли новейший технический видеозондоскоп General Electric Mentor Visual iQ. Этот прибор вобрал в себя все наработки General Electric с момента покупки в 2005 г. всем известной компании Everest. К слову, «mentor» в названии можно перевести как «наставник», это новая концепция GE, когда оборудование в значительной степени помогает специалисту проводить инспекцию, уменьшая тем самым вероятность ошибки.

Портативность, отличная картинка, 6,5-дюймовый экран высокого разрешения и рабочий угол поворота дистальной части на реальные 360° — это только малый список преимуществ, которые покупатель получает уже в базовой комплектации In-spect. Сенсорный экран и сменные зонды будут доступны в комплектации Touch. Есть возмож-

ность выбрать только те функции, которые необходимы, и соответственно не переплачивать. Например General Electric, помимо набора уникального программного обеспечения, предлагает целых три вида оптических измерений: стандартное стерео, которым уже никого не удивишь, а так же два уникальных метода: стерео 3D и 3D-фазовые измерения. С помощью последнего метода специалист может проводить осмотр (угол обзора объектива 105°, против 60/60° на стереоизмерительных объективах) и осуществлять измерения дефектов сразу, по ходу инспекции, получая при этом 3-мерное изображение поверхности и профиль дефекта, которые можно легко сохранить и приложить в отчет.

В сухом остатке можно сказать, что на рынке появился передовой видеозондоскоп с рядом уникальных возможностей и гибкой системой ценообразования, что особенно важно в текущей экономической ситуации.

Большим вниманием на нашем стенде пользуется система магнитопорошкового контроля Ferroflux 1500 для контроля крупногабаритных объектов. Система уникальна, так как укомплектована мощным силовым блоком, выдающим 10 000 А переменного и постоянного тока, что позволяет осуществлять различные способы контроля широкой номенклатуры деталей. Более того, дефектоскопы Ferroflux позволяют, не снимая детали со стенда, размагнитить ее после контроля.

С производителем оборудования компанией Magnaflux (ранее Tiede GmbH) АВЭК сотрудничает уже более 10 лет. За эти годы мы поставили много подобных систем на предприятия России и СНГ, организовали собственную сервисную службу в Екатеринбурге, а также склад запасных частей и расходных материалов.

Традиционно интересует посетителей УЗК, зарекомендовавшие себя дефектоскопы USM Go+, USM 36, Phasor. Мы занимаемся этим оборудованием давно и довольно успешно.

Много ли посетителей было на стенде?

Не могу пожаловаться на отсутствие посетителей. По большей части это из года в год одни и те же лица — специалисты, которые связаны с неразрушающим контролем. Кого-то мы самостоятельно приглашаем, конкретно партнеров, с которыми работаем. Выставка специализированная, и ее, естественно, посещают специалисты, либо студенты соответствующих специальностей, их довольно много.

Заключаете ли контракты на выставках? Есть ли у вас такая практика?

На выставке скорее происходят обсуждения каких-то текущих вопросов, потребностей, по-

становка задач. Конкретно по контрактам на выставках диалог ведется не часто. Крупные заказчики все закупают через тендер. И это нас полностью устраивает, так как компания наша ведет свою деятельность с 1996 г., и за это время накоплена богатая практика, оборудование у нас достойное, но, как и везде, есть конкуренты. Поэтому наша задача показать себя здесь, а в дальнейшем все происходит в рамках коммерческих процедур.

Сейчас существует такая проблема. Крупные фирмы используют определенный парк оборудования в течение многих лет. Но технологии не стоят на месте, на рынке появляются новые более эффективные приборы, а замены оборудования при этом не происходит.

Да, согласен, такая проблема есть. И происходит это потому, что компании, даже зная о новых приборах и технологиях, не имеют средств, либо «политической» воли на их приобретение. Конечно, и производственная культура на предприятиях разная, где-то сильнее, где-то слабее. Коммерческая составляющая тоже может быть разной, хорошо когда у компании есть собственник, который

хочет видеть свое предприятие успешным и через 10 лет и через 20. Тогда и оптимизация работает и оборудование закупается. К сожалению, такая ситуация не везде, далеко не везде... Не секрет, что производству может требоваться одно оборудование, а приобретается при этом другое, без понимания, как это будет работать, заявка подана, потребность закрыта. Это известная проблема.

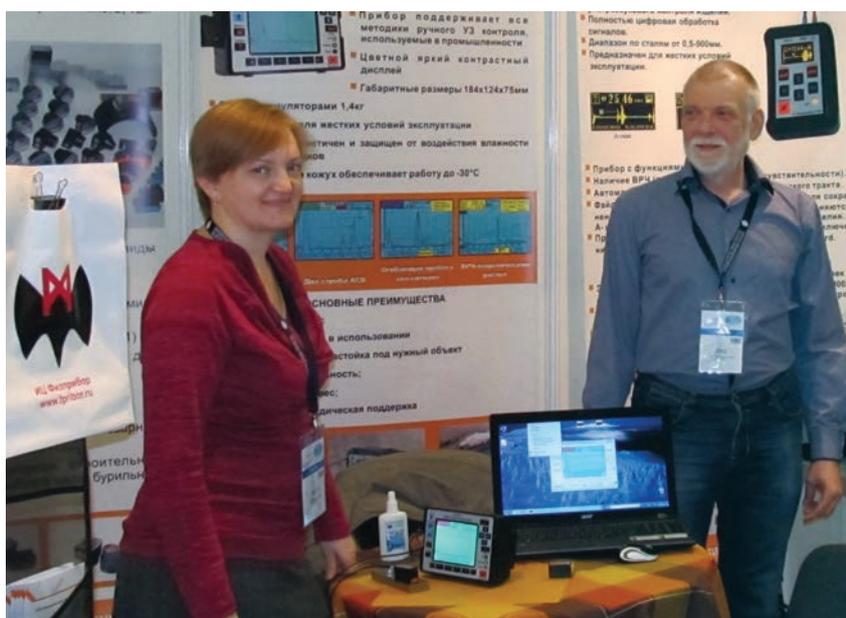
Сталкиваетесь ли Вы с ней?

К сожалению, сталкиваемся. Оборудование для неразрушающего контроля, как и любое другое, развивается. И такое оборудование стоит приличных денег, которых в данной экономической ситуации становится все меньше, и коммерческая составляющая берет верх над качеством оборудования, часто при этом жертвуют нуждами производства.

Пожелания организаторам форума.

В целом мы довольны форумом. А организаторам хочется пожелать расширяться, приглашать больше экспонентов, создавать более хорошие условия для них, проводить мероприятия для привлечения еще большего количества посетителей.

ВЫ – НА СТРАЖЕ БЕЗОПАСНОСТИ! МЫ – ВАША ОПОРА



ОМЕЛЬЧЕНКО Татьяна Борисовна, коммерческий директор, ООО «ИЦ Физприбор», г. Екатеринбург (на фото слева)

Расскажите о вашем предприятии, об истории его создания и направлениях деятельности.

Наше предприятие ООО «Инженерный центр Физприбор» находится в Екатеринбурге. Наш город – это крупнейший промышленный центр, четвертый по величине город России, город заводов. И потому неслучайно наше предприятие родилось именно здесь. Мы специализируемся на разработке приборов для ультразвукового контроля (УЗК). Приборы нашей компании сертифицированы в Росстандарте и используются на сотнях предприятий России для дефектоскопии сварных швов, при проведении ультразвуковой толщинометрии труб и трубопроводов, толщинометрии металла, контроля металла на расслоение и т.д. Нашими постоянными заказчиками являются крупные

предприятия Уральского региона, а также других регионов России.

ООО «Инженерный центр Физприбор» был создан в 1993 г. специалистами Уральского отделения Российской академии наук и арендовал помещения в Институте физики металлов. Затем академии наук было запрещено вести коммерческую деятельность в объединениях типа ООО, и предприятие стало самостоятельным.

Сейчас наша компания выпускает весь спектр оборудования для проведения ручного ультразвукового контроля изделий.

В чем особенность вашего предприятия?

Особенность, я бы даже сказала, уникальность нашего предприятия состоит, как сейчас говорят, «в комплексном подходе»: в знании процессов, происходящих в оборудовании при эксплуатации, и в понимании задач, стоящих в связи с этим перед специалистами неразрушающего контроля. Мы проводим научные исследования в области ультразвукового контроля изделий, используем мировые достижения микроэлектроники и имеем уже большой опыт работы на рынке производства оборудования для ультразвукового неразрушающего контроля.

Мы являемся единственными в России изготовителями оборудования для метрологической поверки ультразвуковых дефектоскопов.

Расскажите о дефектоскопе УД9812 «Уралец» – визитной карточке вашей фирмы. В чем его особенности?

При разработке ультразвукового дефектоскопа УД9812 «Уралец» сотрудниками Российской академии наук был обобщен опыт ультразвукового неразрушающего контроля в машиностроении, тепловой и атомной энергетике, полученный в 1980 – 1990-е гг.

Наши специалисты при разработке дефектоскопа учли все проблемы, которые возникают у специалистов по неразрушающему контролю при выборе дефектоскопа, при работе «в поле», при ультразвуковом контроле качества сварных швов и т.д.

Дефектоскоп максимально облегчен, снабжен мембранной клавиатурой, стойкой к агрессивным средам. Источник питания дефектоскопа защищен «самовосстанавливающимся» предохранителем. Дефектоскоп имеет быструю настройку электроакустического тракта, а большая память УД9812 позволяет не только сохранить данные контроля, но и быстро передать информацию для составления протокола по дефектоскопии на компьютер. Останется только распечатать и подписать документ.

С 2014 г. наше предприятие выпускает дефектоскопы УД9812 «Уралец» со светодиодной подсветкой, которая позволяет считывать информацию при прямом солнечном свете. Всем, кто пользуется приборами, произведенными до 2014 г., мы можем предложить их модернизацию.

Электроакустический тракт прибора поддерживает работу с любыми согласованными ультразвуковыми преобразователями с частотой от 0,6 до 16 МГц. Прибор совместим с УЗ ПЭП зарубежного производства (фирм Krautkramer, Panametrics, Sonatest и др.).

УД9812 – единственный ультразвуковой дефектоскоп, который внесен в реестр Росстандарта как прецизионный измеритель времени. Он используется при аттестации стандартных образцов, мер эквивалентной ультразвуковой толщины и для измерения скорости звука в материалах.

Подробнее с характеристиками дефектоскопа можно познакомиться на сайте нашей фирмы.



Инженерный центр Физприбор уже не первый год участвует в форуме «Территория NDT». Что Вы представляете в этом году?

Специалисты предприятия ООО «ИЦ Физприбор» регулярно участвуют в выставках по тематике неразрушающего контроля.

Благодарим всех участников выставки «Территория NDT», посетивших Экспоцентр на Красной Пресне, которым не помешал сильный снегопад 2 марта. Пришли самые стойкие и самые интересные. Нам задавали массу вопросов, на которые мы стремились дать максимально полные и развернутые ответы.

При демонстрации ультразвукового дефектоскопа УД9812 «Уралец» большинство вопросов было по настройке прибора для контроля толстостенных сварных швов. При этом реакция на полученный ответ большинства специалистов, задававших такой вопрос, была почти одинаковой: «И это все?»



Так просто?» А вот владельцы прибора УД9812, которые уже знают и про диктофон, и про будильники, просили рассказать подробнее про возможность автоматического составления отчетов – очень полезную функцию при длительных командировках.

Также знатоков удивлял толщиномер УТ907: при малых габаритах и массе прибора всего в 200 г его характеристики превышают возможности многих значительно более дорогих зарубежных аналогов этого класса. Прибор УТ907 часто покупают в рамках программ импортозамещения.

Российских и иностранных участников выставки привлекал стенд с ультразвуковыми пьезоэлектрическими преобразователями (ПЭП). Мы смогли представить около 60 типов из 97 серийно выпускаемых ПЭП: прямые и наклонные, совмещенные и раздельно-совмещенные, стандартные и износостойкие, для разных отраслей промышленности и для конкретных видов контроля.

С ноября 2014 г. наше предприятие ООО «ИЦ Физприбор» начало серийный выпуск линейки ультразвуковых преобразователей для железнодорожного транспорта.

Какими еще направлениями деятельности занимается инженерный центр «Физприбор»?

Следующее существенное направление деятельности ООО «ИЦ Физприбор» – это производство стандартных образцов, настроечных образцов, калибровочных блоков (ОСО, НО, КО, СОП) и мер эквивалентной ультразвуковой толщины МЭТ-300, предназначенных для настройки ультразвуковых дефектоскопов, толщиномеров и проверки параметров УЗ-преобразователей.

Стандартные образцы (СО) используются в технологиях УЗ-контроля и диагностирования опасных объектов нефтегазовой отрасли, тепловой и атомной энергетики, на железнодорожном транспорте, в оборонной промышленности. СО изготавливаются под заказ в соответствии с требованиями ГОСТ, ОСТ, технологических инструкций.

На нашем предприятии внедрены новейшие технологии изготовления контрольных отражателей – плоскодонных, угловых (зарубок), цилинд-



рических отверстий, пазов. Точность изготовления геометрических размеров $\pm 0,05$ мм. В частности, зарубки изготавливаются методом микрофрезерования, что обеспечивает уникальную воспроизводимость их акустических характеристик.



Что бы вы хотели сказать организаторам и участникам форума?

Мы благодарим организаторов форума «Территория NDT – 2016» за хорошую подготовку мероприятия. Мы благодарны участникам выставки, партнерам и коллегам за высокую оценку нашей техники: некоторые из наших находок, которые мы применяем много лет, производители ультразвуковых дефектоскопов и преобразователей внедряют в свои приборы. Мы расцениваем это как признание функциональности оборудования ООО «Инженерный центр Физприбор».

Беседовала КЛЕЙЗЕР Наталья Владимировна



только реальность

Ультразвуковой дефектоскоп УД9812 «УРАЛЕЦ»



ООО «Инженерный Центр
Физприбор»

www.fpribor.ru

620075, г. Екатеринбург, ул. Восточная, 54

тел.: +7 (343) 355-00-53; sale@fpribor.ru

ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА И ОЦЕНКА РИСКА АВАРИИ

Модератор: В.И. ИВАНОВ,
д-р техн. наук, проф.,
ЗАО «НИИИИ МНПО «Спектр»

На заседании присутствовало 30–35 специалистов из 22 организаций. Было запланировано 12 докладов, состоялось 10 докладов.



На круглом столе обсуждались следующие проблемы:

- анализ состояния и перспектив развития общих подходов к техническому диагностированию в целях использования результатов технического диагностирования для оценки промышленной безопасности;
- использование результатов неразрушающего контроля при оценке риска аварии;
- методики использования моделей механики разрушения для оценки риска;
- возможность и ограничения использования статистики аварий при оценке риска;
- влияние состояния материала объекта на его безопасность;
- требования к показателям неразрушающего контроля, используемым при оценке вероятности аварии.

Из докладов участников видно, что за последнее время разви-

ты методики неразрушающего контроля и технического диагностирования (НК-ТД), которые позволяют, используя информацию о дефектности объектов и состоянии конструкционных материалов, определить вероятность разрушения объекта и адекватно оценить риск аварии. С другой стороны, требование оценки риска аварии инициирует ускорение развития новых подходов при использовании НК и ТД.

В нормативных и методических документах, связанных с обеспечением промышленной безопасности, начиная с ФЗ от 21.07.1997 №116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», в качестве показателя промышленной безопасности используется величина риска аварии. Методы оценки риска начинают играть все большую роль, и знание методик оценки риска, их достоинств и ограничений становится важным фактором в адекватной оценке безопасности.

Действующие методики анализа риска в качестве основных операций используют показатели статистики аварий, выбор сценариев развития аварий, оценку возможных последствий по рассматриваемым сценариям. Однако количественная оценка риска с использованием принятых методик в настоящее время затруднительна. Современные требования промышленной безопасности не могут быть обеспечены без данных о реальном состоянии технических устройств, которые можно получить только при выполнении комплекса работ по ТД, НК, при использовании расчетных моделей

механики разрушения (МР), анализе коррозии и учета состояния диагностируемых материалов.

Доклад чл.-кор. РАН Н.А. Махутова и канд. техн. наук М.М. Гаденина (ИМАШ РАН) «Штатное и аварийное диагностирование состояния опасных объектов» посвящен анализу фундаментальной проблемы достижения опасных, предельных состояний объектов техносферы, приводящих к возникновению чрезвычайных ситуаций. Для разрешения этих проблем необходима разработка обобщенных моделей сложных технических систем с учетом их взаимодействия с окружающей средой, операторами, персоналом и населением. На их основе может быть выполнен анализ соответствующих сценариев возникновения и развития аварий и катастроф. Такие модели характеризуются многоуровневой структурой, затрагивающей как крупномасштабные планетарные, глобальные и национальные, так и региональные, местные, объектовые и локальные аспекты безопасности.

В докладе представлена структура диагностики и мониторинга состояния объектов техносферы и рисков аварийных и катастрофических ситуаций, общая структура обеспечения работоспособности объектов техносферы. Описаны традиционный и новый алгоритмы определения и обеспечения защищенности опасных объектов. Приведены методы расчетов, критериев и параметров прочности и ресурса для обоснования живучести и безопасности объектов техносферы в условиях эксплуатационных режимов нагружения. Рассмотрены

возможности методов диагностики и мониторинга параметров состояния объектов техносферы.

В докладе В.И. Иванова (НИИИИ МНПО «Спектр»), В.В. Мусатова, А.А. Сазонова (ЗАО «ГИАП-ДИСТцентр») «Анализ риска аварии с использованием методов неразрушающего контроля и технического диагностирования» показано, что адекватные оценки техногенной безопасности с использованием риск-ориентированных подходов невозможны без ТД. Участие НК в оценке риска позволяет выполнить количественное определение, а в некоторых случаях и расчет риска аварии и придает гигантский импульс для применения новейших достижений НК и его дальнейшего развития.

Использование существующих методик оценки риска дает существенный разброс результатов, достигающий двух–четырёх порядков величины. Принципиальное ограничение имеющихся методик связано с применением статистики аварий, которую либо трудно, либо невозможно установить. Адекватную оценку риска аварии можно выполнить только с использованием информации о техническом состоянии объекта, получаемой с помощью комплекса методов НК и ТД (НК→ТД→R).

Новейшие разработки в области НК и ТД позволяют извлечь существенно больше информации о дефектности объектов и оценить влияние обнаруженных и необнаруженных дефектов на вероятность аварии. Использование методов НК→ТД улучшает точность оценки риска на несколько порядков величины. Это позволяет при оценке промышленной безопасности придать этому процессу статус измерения промышленной безопасности.

Д.С. Тихонов (ООО «НПЦ «ЭХО+») в докладе «Методики автоматизированной ультразвуковой диагностики с новыми информационными критериями оценки качества сварных соеди-



нений» рассмотрел возможность перехода от старых критериев оценки качества сварных соединений, таких как эквивалентная площадь, количество отражателей, зафиксированных на заданном уровне чувствительности (количество точечных дефектов), условные протяженность и высота и прочие параметры, к новым информационным критериям дефектности при использовании информации, получаемой при выполнении современного автоматизированного ультразвукового контроля (УЗК).

Приведены примеры действующих методик с размерными критериями по новым нормам оценки качества.

Новые технологии и методики УЗК позволяют получить большой объем информации, включая: дифракционные размеры дефекта по всем размерным проекциям; построение профиля дефекта (изменение высоты вдоль оси шва); ориентация габаритного параллелепипеда дефекта; количество и распределение этих параллелепипедов по всей области контроля для всех несплошностей выше уровня структурных шумов; профиль сварного соединения (толщинометрия под валиком усиления); учет изменений состояния (результатов мониторинга).

Авторы Е.П. Лукьянов, А.А. Овчинников, К.О. Аллогулова, П.В. Божик (ЗАО «ГИАП-ДИСТцентр») в докладе «Практика применения RBI на территории РФ» рассмотрели особенности использования риск-ориентированного подхода при оценке промышленной безопасности на предприятиях, подконтрольных Ростехнадзору. Отмечены недостатки применяемой в РФ методики технического диагностирования, ориентированной на планово-предупредительный ремонт. Перечислены нормативные документы, регламентирующие необходимость использования анализа рисков, а также документы, описывающие методику оценки риска. Показано, что в указанных документах присутствует теоретическое описание методов оценки риска, практические рекомендации, а также необходимые справочные данные.

Необходимые условия для применения методик ТД на основе анализа рисков включают в себя: модернизацию системы нормативных документов, в том числе по техническому диагностированию; подготовку квалифицированного персонала по анализу рисков; достоверный и централизованный сбор статистики отказов и причин, вызвавших отказы; ПО, адаптированное под специфику предприятия;

штат работников для сбора и внесения данных в ПО.

Доклад А.А. Сазонова, В.А. Колпакова, Е.П. Лукьянова, Л. В. Ремезковой, Н. А. Лукьяненко (ЗАО «ГИАП-ДИСТцентр») «Причины разрушения теплообменных трубок, изготовленных из латуни, в аппаратах воздушного охлаждения установок первичной переработки нефти» посвящен исследованию причин аварий теплообменных аппаратов нефтеперерабатывающих заводов. Установлено, что основными факторами причин отказов являются отложения в элементах теплообменных аппаратов, включая отложения на трубной решетке аппарата воздушного охлаждения со стороны входа парогазовой смеси на одном из НПЗ, отложения осадка на трубной решетке и теплообменных трубках АВО со стороны входа парогазовой смеси и стороны, противоположной входу/выходу, и ряд других причин.

Металлографические исследования материала латунных трубок со стороны технологической среды выявили крупные язвы, заполненные губчатой медью, что приводит к пробочному обесцинкованию, микрорастрескиванию внутренней поверхности латунных трубок.

В докладе Х.М. Ханухов, А.В. Алипов, Н.В. Червертухин, А.Р. Чернобров (НПК «Изотермик») «Особенности мониторинга технического состояния изотермических резервуаров для хранения сжиженных газов» провели анализ риска аварий изотермических резервуаров. Установлено, что наиболее опасный из всех возможных сценариев аварий – разрушение резервуара с купольным покрытием от повышения внутреннего давления при отказе компрессоров либо предохранительных клапанов. Для предупреждения аварии необходимо использование системы акустико-эмиссионного мониторинга (САЭМ).

Установка САЭМ на внутреннем резервуаре при контроле двустенного ИР, выполненного в виде открытого стакана без стационарной крыши, с усиленным корпусом, по мнению авторов, лишена смысла, поскольку применен повышенный коэффициент надежности $\gamma_n=1,2$. При качественно выполненном монтаже резервуара и квалифицированном контроле качества сварных соединений причин для роста усталостных трещин в корпусе внутреннего резервуара нет. Корпус внутреннего резервуара, выполненный без грубых дефектов, способен выдерживать десятки тысяч циклов полного налива-слива жидкого аммиака.

Причина опасного состояния для наружного резервуара – развитие пластических деформаций на линии стыка крыши (днища) и стенки при повышении давления. Поэтому для идентификации источника эмиссии в этом случае достаточно зонной локации, что вполне обеспечивается одним слоем ПАЭ по высоте. Установка ПАЭ на наружной крыше (так же как и на днище в межстенном пространстве) не требуется.

Авторы В.В. Мусатов, А.Н. Сазонов, А.А. Овчинников, П.В. Божик (ЗАО «ГИАП-ДИСТцентр») в докладе «Техническое диагностирование в рамках систем контроля технических устройств» рассмотрели различные аспекты ТД. В первую очередь проанализированы: действующие системы контроля и диагностики технических устройств, включая системы документов ППР (ФНИП, ПБ, РД, ГОСТ, ОСТ и др.), отечественная методология на основе анализа рисков (РД 03-418-01 и др.), зарубежная методология по анализу рисков RBI, RCM (API 581, API 580 и др.), системы мониторинга (вибродиагностика динамического оборудования, АЭ-контроль сосудов, трубопроводов и резервуаров).

Рассмотрены подходы, используемые в ТД, включая: системный

подход к проведению ТД с учетом всех факторов, влияющих на безопасную эксплуатацию технических устройств; индивидуальный подход к ТД конкретного технического устройства (ТУ) в зависимости от степени опасности обрабатываемых в нем сред и фактического состояния ТУ; применение современных подходов и методик при назначении объема и методов контроля технических устройств; применение наиболее современных средств контроля для выявления дефектов.

Проработаны алгоритмы выполнения ТД, включая: ранжирование технических устройств по их фактическому техническому состоянию и степени опасности; определение зон и объема технического диагностирования технических устройств технологических установок; проведение неразрушающего и разрушающего контроля; анализ результатов ТД и разработка компенсирующих мероприятий; актуализация информационной базы результатов контроля технического состояния объектов. Приведена форма матрицы выбора уровня ТД. Уровень ТД отображает объем и периодичность контроля за состоянием ТУ.

В докладе «Проблемы оценки рисков аварий сложных уникальных объектов» Т.Б. Петерсен, В.В. Шемякин (ООО ДИАПАК) отмечают, что увеличение в последние годы производственных мощностей промышленных объектов, объема содержащихся в них опасных веществ, эксплуатация вновь введенных уникальных ОПО, с одной стороны, и изношенных объектов, отработавших назначенный срок службы, с другой, приводят к значительному повышению риска аварий и фокусируют внимание на задаче оценки риска и, в частности, на оценке вероятности отказа.

На примере опыта акустико-эмиссионного (АЭ) мониторинга химического реактора продемонстрированы новые функциональ-

ные возможности АЭ-метода, который может применяться не только в качестве метода контроля целостности объекта, но также для диагностирования его работоспособности. Для данного уникального объекта событие отказа имеет особенность, поскольку включает в себя не только протечку/выброс содержимого, но также останов в результате временной потери работоспособности вспомогательных механизмов.

А.А. Дубов (ООО «Энергодиагностика») в докладе «Мониторинг рисков на основе ранней диагностики состояния металла оборудования и конструкций в зонах концентрации напряжений – источников развития повреждений» установил, что в настоящее время при оценке рисков в эксплуатации опасных производственных объектов (ОПО) в основном используется детерминированный подход. Оценка вероятности аварийных ситуаций осуществляется на основе имеющейся статистики повреждений, которая накопилась за прошедший период эксплуатации ОПО. Такой подход является несовершенным и недостаточно объективным, так как оценка рисков делается на будущий период времени, когда техническое состояние ОПО может существенно измениться и усталостные повреждения отдельных узлов оборудования могут произойти (и, как правило, происхо-

дят) в тех зонах, которые не совпадают с расчетными.

В докладе рассматривается возможность оценки рисков ОПО на основе ранней диагностики состояния металла оборудования и конструкций в зонах концентрации напряжений – источников развития повреждений. Применение методов ранней диагностики оборудования и конструкций, к которым относится метод МПМ, позволит сделать оценку рисков более определенной.

Доклад В.Н. Костюкова, А.В. Костюкова, С.Н. Бойченко (НПЦ «Динамика») «Технологии «больших данных» в системах мониторинга состояния оборудования в реальном времени» зачитал д-р техн. наук, профессор А.П. Науменко. В докладе отмечено, что при мониторинге технического состояния объектов, в том числе при вибромониторинге, возникает проблема «больших данных», которые характеризуются большим объемом информации; ее разнообразием и необходимостью быстрой обработки. Современные автоматические системы мониторинга и диагностики технического состояния оборудования генерируют гигантские объемы данных. Так, 30 установок Омского НПЗ генерируют 54 ТБ в год только первичной измерительной информации. Возникает проблема их сохранения без существенных потерь информации при обеспечении быстрого доступа.

Решением этой проблемы является сжатие данных. В НПЦ «Динамика» разработаны форматы файлов для представления сигналов и трендов на основе XML. Важной целью сохранения данных систем мониторинга является обеспечение проведения научных исследований.

По результатам проведенного круглого стола можно констатировать, и это отражено почти во всех докладах, что существующие методы оценки риска аварии обладают низкой достоверностью. Это приводит к большим разбросам в оценке риска аварии и дискредитирует риск-ориентированные подходы. Низкая достоверность связана во многом с несовершенством методических документов. Но главным недостатком является отсутствие учета технического состояния объекта, риск аварии которого определяется. Информация, получаемая при выполнении ТД, позволит на несколько порядков увеличить точность оценки риска аварии и перейти в ближайшем будущем от качественной оценки риска аварии к количественному расчету риска.

*Отчет предоставил
ИВАНОВ Валерий Иванович,
д-р техн. наук, проф.,
ЗАО «НИИИИ МНПО «Спектр»,
Москва*

Полный вариант отчета размещен на сайте форума <http://expo.ronktd.ru>

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ, РЕКОНСТРУКЦИИ И КАПИТАЛЬНОМ РЕМОНТЕ ТРУБОПРОВОДОВ

Модераторы: Ф.В. КВАСОВ, З.В. КЛЮЕВ,
канд. техн. наук,
Промышленный холдинг ТКС

Надежность системы магистральных трубопроводов – важная составляющая национальной системы промышленной без-

опасности. Ключевая роль в ее обеспечении отводится технологиям неразрушающего контроля как в рамках инвестиционных строительных проектов, так и в процессе эксплуатации. Развитие технологий строительства, а также постоянное повышение

требований к качеству сварных соединений и строительных объектов в целом ставит участников российской строительной отрасли перед необходимостью глубокого изучения новых подходов в области НК и разработки методов применения новых решений.



С учетом этой задачи на круглом столе «Применение современных средств неразрушающего контроля качества при строительстве, реконструкции и капитальном ремонте трубопроводов», состоявшемся в рамках деловой программы форума «Территория NDT–2016» 4 марта 2015 г., был рассмотрен ряд вопросов, связанных с новой отраслевой нормативной базой неразрушающего контроля, практическим применением средств НК и обучением.

На заседании круглого стола присутствовали представители компаний: ПАО «Газпром», АО «Транснефть-Диаскан», ООО «Газпром ВНИИГАЗ», ООО «Газпром Трансгаз Москва», ООО «Стройгазмонтаж», ООО «Стройгазконсалтинг», ООО «Стройтрансгаз», ОАО «Ленгазспецстрой», ОАО «Краснодаргазстрой», ОАО «Сварочно-монтажный трест», АО «Астиаг», АО «Микроакустика-М», Olympus Moscow LLC, ООО «ДжиИ Рус», ООО «ТКС-Холдинг», ООО «АПС».

С докладом о принципах построения нормативной документации и проделанной работе по переработке основополагающих стандартов в области неразрушающего контроля качества сварных соединений при создании СТО «Газпром» «Требования к организации сварочно-монтажных работ, применяемым технологиям сварки и неразрушающему контролю качества сварных соединений при

строительстве, реконструкции и капитальном ремонте магистральных газопроводов» выступил главный технолог отдела департамента ПАО «Газпром» М.Ю. Тульский. В докладе рассмотрена взаимосвязь между используемыми при строительстве объектов системы магистральных газопроводов технологиями сварки и неразрушающего контроля, а также процедуры их допуска к применению.

Одной из наиболее важных инноваций в области трубопроводного строительства стал обширный комплекс мероприятий по разработке нормативной документации, квалификационным испытаниям и практическому внедрению метода автоматизированного ультразвукового контроля (АУЗК) применительно к НК вновь строящихся объектов. Отмечено, что внедрение данного метода выполнялось параллельно с пересмотром подходов к нормам оценки качества сварных соединений и в итоге к пересмотру самих норм. Объемный набор информации о дефектах сварного соединения, получаемый в результате использования большинства систем АУЗК, позволяет перейти к расчетной схеме определения норм оценки качества с применением данных о механических свойствах сварного соединения, получаемых при выполнении квалификационных и допусковых или специальных механических испытаниях. Использование нового расчетного

подхода позволяет повысить качество и объективность НК, не завышая при этом требования к нормам оценки качества.

В рамках темы «Разработка и применение современных средств НК» были заслушаны несколько докладов о новом оборудовании НК, рекомендуемом к применению для турбостроительной отрасли. Представитель ООО «Микроакустика-М» М.А. Чижиков рассказал о более чем 20-летнем опыте разработки автоматизированных сканеров-дефектоскопов, накопленном этой компанией. Компания представила сканер-дефектоскоп нового поколения МДК «Орбита», предназначенный для внешнетрубного контроля трубопроводов в полевых условиях. К преимуществам этого аппарата можно отнести отличные скоростные и массогабаритные характеристики, а также отсутствие серьезных требований к чистоте поверхности объекта контроля.

Заместитель директора департамента «Радиационные диагностические технологии» АО «Астиаг» П.Н. Цветков рассказал о разработке установок цифрового рентгеновского контроля качества кольцевых сварных соединений в режиме реального времени. Для контроля используются системы фронтального и панорамного просветов. В выступлении представлен сравнительный анализ установок подобного типа, приведено сравнение цифровых снимков с рентгеновской

пленкой и многоразовыми пластинами. Показано, что описываемые установки обеспечивают качество снимков по ГОСТ 7512–82 при существенно меньших дозах по сравнению с радиографической пленкой. Приведены фрагменты снимков сварных соединений труб различного диаметра и толщины с указанием условий получения снимка (анодное напряжение, ток и время экспозиции). Представлены варианты конструктивных исполнений. Приведен экономический расчет эффективности применения установок.

Ультразвуковые дефектоскопы марки Isonic от компании Sonotron NDT включены в реестр средств НК ПАО «Газпром» и на протяжении многих лет активно используются для выполнения ручного и механизированного УЗК. С докладом об обновлении линейки аппаратов Isonic выступил ведущий инженер-технолог по ультразвуковому контролю ООО «АПС» И.А. Нурматов. Проект технического обновления завершен компанией Sonotron NDT в конце 2015 г. Обновленная линейка приборов серии 3500, которая призвана заменить наиболее широко применяемые в России приборы серии 2000 (Isonic 2009, 2010 и 2005), по всем ключевым параметрам превышает возможности оборудования, выпускавшегося ранее. Новые приборы отличаются значительно более мощным бортовым компьютером, который призван обеспечить появление новых функций, значительно увеличивающих надежность и информативность ультразвукового контроля. Более мощная компьютерная платформа позволяет сделать следующий шаг в развитии УЗК с применением фазированных решеток, который будет достигнут в ближайшее время за счет развития программного обеспечения прибора с учетом ряда технических новинок, ко-



торые уже заложены в электронной части нового дефектоскопа. Новые приборы способны к интегрированию в роботизированные системы с искусственным интеллектом, совмещают результаты одновременно проводимых УЗК и визуального контроля в один файл, бесконтактно определяют координаты преобразователя на объекте контроля, адаптируют план сканирования в каждой точке траектории преобразователя в реальном времени, автоматически распознают тип дефекта и определяют его реальные размеры.

Большой интерес у участников круглого стола вызвало выступление начальника лаборатории АМК ООО «Трубопровод Контроль Сервис» (Москва) А.А. Кожанова, который рассказал о практическом опыте применения систем автоматизированного УЗК на реальных строительных объектах. Работа мобильной бригады построена в ООО «ТКС» на базе фургона-лаборатории на автомобилях КамАЗ или «УРАЛ». Используемое оборудование – одна система АУЗК Argovision. В состав бригады АУЗК при контроле труб диаметром Dn1000 мм и более входят: 2 оператора, 1 сканертек, 2 бандажиста и 1 водитель. Кроме того, работа сразу на нескольких участках контролируется одним супервайзером. На сегодняшний день численный состав специалистов и оборудования лабораторий

автоматизированных методов ультразвукового контроля ООО «ТКС» позволяет сформировать 9 лабораторий АУЗК для проведения неразрушающего контроля сварных соединений линейной части магистральных трубопроводов на девяти разноудаленных проектах одновременно. Численный состав специалистов лаборатории АУЗК позволяет сопровождать 18 потоков автоматической сварки.

Первый практический опыт получен в декабре 2014 г. на объекте строительства МН «Куюмба – Тайшет» 326–327 км, где были проведены испытания двух систем, Argovision и PipeWizard, на трубопроводе диаметром 720 мм с толщиной стенки 11 мм в организации системы ОАО «АК «ТРАНСНЕФТЬ». Комплексы АУЗК ежедневно контролировали 40 сварных соединений. Температура окружающей среды доходила до -45°C .

В настоящее время компания ООО «Трубопровод Контроль Сервис» внедряет системы АУЗК одновременно на нескольких объектах заказчика. В феврале 2016 г. проведена аттестация технологии сварки, а также допускные испытания сварщиков подрядных организаций ООО «Стройгазконсалтинг», работающих на объектах СМГ «Ухта – Торжок». На данный момент в полном объеме ведутся работы по НК с применением систем АУЗК Argovision на трубопроводе диаметром 1420 мм



с толщинами стенки 21,6, 25,8 и 32,0 мм. Планируемая выработка на одном участке 40 – 50 стыков в день, температура окружающей среды колеблется от –15 до –35 °С. Также в конце февраля 2016 г. проведена аттестация технологии сварки подрядной организации ООО «СГК-ТПС-5» на объекте строительства МГ «Сила Сибири». Ведутся подготовительные работы к началу строительства. Планируемая выработка на одном участке 40 – 50 стыков в день, температура окружающей среды от –20 до –40 °С. Оборудование – система АУЗК Pipe-Wizard. Планируется 2 потока с последующим увеличением до 5 – 6.

Успешное внедрение новых технологий НК невозможно без качественного обучения персонала. В заключении работы круглого стола Т.А. Литвинова, руководитель АНО «УИЦ РОНКТД «Спектр» академика В.В. Ключева», рассказала о работе учебного центра, основанного в 2009 г. на базе «Российского общества по неразрушающему контролю и технической диагностике» (РОНКТД) для обучения специалистов по всем видам НК. В настоящее время как самим учебным центром, входящим сегодня в состав Промышленного холдинга ТКС, так и совместно с ООО «Газпром ВНИИГАЗ» реализуются программы повышения

квалификации специалистов в области НК для работы с такими системами автоматизированного, механизированного и ультразвукового контроля, как Argovision, PipeWizard, WeldStar, RotoScan, TVP128, «Сканер» – модели «Умка» и «Скаруч», Isonic 2010 (Isonic 2009), OmniScanMX2 (MX), HarfangVEO, Prisma. Для успешной реализации перечисленных программ и удовлетворения потребностей заказчиков созданы все необходимые организационно-педагогические и материально-технические условия.

*Отчет предоставил
КВАСОВ Федор Вячеславович,
Промышленный холдинг ТКС*

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ СТРУКТУРОМЕТРИЯ И ТЕНЗОМЕТРИЯ. ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ, АВИАЦИОННОЙ, ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ОТРАСЛЯХ

Модератор: В.Г. ЩЕРБИНСКИЙ,
проф., д-р техн. наук,
НПО «ЦНИИТМАШ»

Под влиянием эксплуатационных факторов происходит деградация металла, т.е. процесс необратимых структурных изменений, приводящий к ухудшению требуемых эксплуатационных качеств, что напрямую определяет безопасность объекта.

В большинстве случаев основную информацию о состоянии металла на микроуровне





получают по результатам испытаний образцов. При этом получают информацию о неких выборочных характеристиках отдельных элементов, по которым принимаются решения о состоянии объекта (элемента) в целом.

Неразрушающий контроль (НК) является одним из основных элементов технологического процесса в машиностроении и в последней инстанции определяет качество и надежность объектов ответственного назначения.

Постоянно совершенствующаяся приборная база и развитие новых технологий, отработанная система технологической отраслевой и общефедеративной документации (ГОСТы) обуславливают жесткую и, что самое главное, единую систему регламентации оценки качества оборудования ответственного назначения. В сочетании с непрерывным процессом повышения профессионализма кадров это положительно влияет на его эксплуатационную надежность.

Но в существующем виде НК концептуально не ориентирован на обнаружение в эксплуатирующемся оборудовании деградации металла изменения его структурно-фазового состояния на микроуровне и оценке напряженно-деформированного состояния (НДС) элемента конструкции.

Стратегия продления безаварийного эксплуатационного ресурса технологического оборудо-

вания и трубопроводов требует постоянного мониторинга темпов деградационного старения (повреждения) каждого элемента металлоконструкций ответственного назначения.

В настоящее время во многих отраслях промышленности разработаны и применяются в штатном режиме технологии структуромерии металла и оценке уровня НДС не по образцам, а непосредственно в самой конструкции с помощью физических методов НК.

Уже давно установлено, что для каждой конкретной марки металла существуют тесные корреляционные связи между механическими свойствами металла и информативными признаками – скоростью и затуханием ультразвука. Это позволяет с помощью НК определять в металле такие важные характеристики, как пределы прочности и текучести, уровень НДС, величину зерна, анизотропию текстуры и т.д. без разрушения металла. С использованием базы данных и алгоритмов пересчета, без вырезки образцов, возможно получение оценок характеристик длительной прочности, критической температуры хрупкости и др.

В Российской Федерации имеется правовая основа, допускающая применение методов НК взамен образцовых (разрушающих), в частности это ГОСТ Р 53204–2002, 52840–2007, 52731–2007, 53668–2009, 53001–2008 и др.

Акустическая тензометрия основана на изменении скорости

ультразвуковых волн различных мод в зависимости от знака и величины напряженности на участке прохождения волны. Это явление называется акустоупругостью.

В ультразвуковой структуромерии и тензометрии измеряют и используют: скорости распространения продольных, сдвиговых волн различной поляризации, поверхностных, головных; затухание волн на различных частотах; спектры прошедшего сигнала; соотношение фазовой и групповой скоростей и временной сдвиг импульса; мощность и спектр реверберационного шума в заданном временном интервале, в том числе частотно-угловую зависимость шума от состояния металла и т.п.

Необходимо отметить, что структуромерия и тензометрия металла путем измерения скорости обуславливает необходимость применения электронно-акустической аппаратуры с прецизионным измерением временных интервалов. Например, чтобы определить остаточные напряжения на уровне 2% необходимо измерять градиенты скорости от 10 м/с.

Данное научное направление было темой круглого стола «Ультразвуковая структуромерия и тензометрия...», хорошо организованного РОНКТД в рамках проведения выставки.

В работе круглого стола приняли участие около 35 человек.

С докладами выступили ведущие ученые, активно работающие по этому направлению.



Проф., д-р техн. наук В.В. Муравьев (Технический университет им. М.И. Калашникова, г. Ижевск) выступил с докладом по акустической структурометрии. Он подчеркнул, что численные значения констант скоростей упругих волн в чистых металлах для различных структур, полученные экспериментально, достаточно хорошо согласуются с теоретическими.

В реальных же металлоконструкциях, когда на дислокационные эффекты накладываются различные структурные факторы и напряжения, вызванные внешним воздействием, это отсутствует. Для каждой конструкции и марки металла необходимы экспериментальные данные. Тем не менее акустическая структурометрия по скорости волн находит все большее распространение.

Для прецизионных измерений скорости УЗ-волн авторами разработаны цифровой автоциркуляционный прибор ИСП-12 и оригинальной конструкции раздельно-совмещенный наклонный преобразователь на частоту 2,5 МГц для возбуждения поверхностных волн (точнее, волн Рэлея), у которых ввод УЗ в металл и вывод проводится через ребро клиновой призмы (акустической задержки). Эта аппаратура обеспечивает погрешность измерения временных интервалов не более 0,01%.

Для измерения скорости поверхностных волн разработаны методы: контроля и интеграль-

ной твердости стальных изделий, в частности качества рельсов; термической обработки; оценки трещиностойкости сталей, предназначенных для изготовления штампов и многих других объектов.

Кроме того, метод может быть применен в качестве технологического инструмента для: оценки времени и температуры старения алюминиевых сплавов; скорости охлаждения при закалке сплавов; температуры нагрева под закалку алюминиевых сплавов и сталей; температуры отпуска сталей и т.п.

А.Н. Смирновым, Н.О. Абабковым, В.В. Муравьевым, С.В. Фальмером на основе измерения скорости поверхностных волн предложены критерии оценки ресурса сварных соединений паропроводов из сталей 20, 09Г2С, 12Х1МФ и комплексный критерий предельного состояния длительно работающего металла.

Критерии базируются только на измерении скорости поверхностных волн (временных интервалов).

Критерии применены при экспертизе длительно работающих и разрушенных гибов паропроводов и труб поверхностей нагрева из сталей 20, 12Х1МФ, 15Х1МФ, 12Х2МФСР котлоагрегатов нескольких сибирских ТЭС.

В докладе проф., д-р техн. наук В.К. Качанова (МЭИ) изложены результаты структуроскопии сложноструктурных материалов путем анализа статистических характеристик структурного шума.

В основе метода лежит суммирование всех сигналов в соседних точках при построчном сканировании разнесенным преобразователем с базой между осями ПЭП более диаметра пьезопластины, пространственно-временной обработкой этих сигналов и выделении полезного сигнала.

Авторы предложили для анализа вычислять мгновенный акустический спектр шума и установили связь энергетического спектра с характером структурных неоднородностей материала. Показана уверенная возможность распознавания структуры различных сложноструктурных материалов при отсутствии донного и других опорных сигналов, а также при невозможности измерения скорости УЗ-колебаний, в частности шумов в чугунах с пластинчатой и вермикулярной формой графита.

Доклад канд. техн. наук Л.В. Воронковой (ЦНИИТМАШ) посвящен исследованиям по оценке изменения скорости продольных волн на частоте 1,0 МГц в электропечном ЧПП в процессе эксплуатации чугунных изложниц под воздействием высоких температур и термоциклических нагрузок. Исследования позволили установить граничное значение скорости продольных волн, определяющее предельное число наливов без аварийного разрушения.

Акустическая тензометрия уже давно и успешно используется в аэрокосмической промышленности.

Д-р техн. наук, проф. В.Т. Бобров и А.В. Гульшин сделали большой обзорный доклад по акустической тензометрии в авиационно-космической отрасли. В нем приведено много примеров штатного и эффективного использования этого метода в процессе производства и монтажа ответственных узлов и механизмов в ракето- и самолетостроении.

Проф., д-р техн. наук А.В. Попов (Военно-учебный научный центр ВВС «Военно-воздушная академия им. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина») рассказал о возможности измерения скорости поверхностной УЗ-волны при

лазерном возбуждении в лопатках авиационных ГТД в целях оценки остаточных напряжений. Прием осуществлялся узкоапертурным пьезоэлектрическим приемником. Установлена тесная корреляция фазовой скорости поверхностных волн от величины напряжения в образцах. Получены аналитические выражения, связывающие остаточные напряжения с относи-

тельными изменениями скорости поверхностных волн. Метод позволяет представить на мониторе цветную картину сложнонапряженного состояния поверхностного слоя исследуемой лопатки.

К сожалению, не все запланированные доклады были сделаны. Все докладчики и выступающие отметили важность продолжения работ по акустиче-

ской структурометрии и тензометрии как безусловно перспективного метода неразрушающей оценки металла эксплуатирующегося оборудования.

*Отчет предоставил
ЩЕРБИНСКИЙ
Виктор Григорьевич, проф.,
д-р техн. наук,
заслуженный деятель науки,
НПО «ЦНИИТМАШ», Москва*

НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Модератор: В.Л. ВЕНГРИНОВИЧ, д-р техн. наук, проф., акад. АЭН РФ и Международной Академии НК: Academia NDT International, Институт прикладной физики НАН Беларуси



На круглом столе было заслушано 8 сообщений. На заседании присутствовали более 30 специалистов. Традиционно считалось, что в строительстве НК не играет такой роли, как в промышленности. Однако в последнее время это мнение существенно меняется в связи с большими объемами строительства и необходимостью повышения его качества из-за появления новых материалов, методов соединения деталей и технологий. Об этом свидетельствует расширение списка конференций и специальных секций на эту тему, широкое развитие средств мониторинга конструкций и прогнозирования их остаточного ресурса.

В докладе д-ра техн. наук В.Г. Шевальдыкина «Ультразвуковая томография (УТ) бетона» изложены принципы нового метода изучения бетона путем реконструкции его внутренней структуры по результатам сканирования ультразвуковыми преобразователями методом фазированных решеток (ФР). Цели, преследуемые разработками по УТ, распространяются на контроль конструкций с большими объемами бетона: мосты, тоннели, градирни, аэродромы, перекрытия мостов, колонны, ригели и др. Основные задачи состоят в следующем: визуализация внутренней структуры, измерение толщины конструкции, оценка диаметра арматуры и ее состояния, обнаружение полостей в каналах с силовой арматурой, поиски диэлектрических каналов, обнаружение задонных полостей. Условие применения: односторонний доступ к объекту. Особенности УЗ-контроля бетона: диапазон частот 20–150 кГц, размеры дефектов и расстояния до них соизмеримы с

длиной волны, нестабильный акустический контакт, акустический шум бетона. Пространственная корреляция структурного шума может быть даже отрицательной при определенных расстояниях между точками приема, но радиус корреляции примерно равен половине длины поперечной волны. Принцип сканирования – комбинационно-синтезированная апертура (С-SAFT). Преимущество С-SAFT перед SAFT – в q раз большее отношение сигнал/шум.

Разработано около десятка преобразователей 25–200 кГц с сухим точечным контактом. Есть также 44- и 36-элементные АР (4×11 и 6×6), продольные волны 100 кГц, жидкостный контакт. Получаемые томограммы – В, С и D типа.

Показано, что в современных условиях эхотомография – наиболее информативный способ дефектоскопии бетона. Минимальные размеры обнаруживаемых полостей ограничены крупностью заполнителя. Возможно-





сти обнаружения: в бетоне М400 на глубинах до 500 мм, сфера диаметром 30 мм; цилиндр диаметром 15 мм.

В докладе д-ра техн. наук, профессора В.А. Клименова (Томский ГАТУ и Томский НИ политехнический университет) рассмотрены методы НК при разработке новых материалов и конструкций, при экспертизе и обследовании зданий и сооружений. По существу это обзорная работа, основанная на огромном опыте докладчика в этой области. В том числе рассмотрены: новые легкие бетоны (пенобетоны); стеклокомпозиты (арматура); углекомпозиты (арматура, лента, ламели), а также бетонные конструкции с неметаллической арматурой; клееные деревянные конструкции с углеродными прослойками, сварные конструкции и возможность замены сварных соединений арматуры на соединительные обжимные втулки. В связи с появлением новых материалов и конструкций возникают новые проблемы их НК, в том числе нетрадиционными методами. Среди последних подробно описаны: компьютерная томография; трансмиссионная рентгеновская томография с конической геометрией пучка, позволяющая исследовать объекты и материалы с разрешением 100 мкм и выше; интеллектуальная обработка данных томограмм с характеристикой внутренней структуры объекта; цифровая рентгенография, конт-

роль соединений арматуры; контроль соединительных втулочных соединений неразрушающим методом, регистрация данных с помощью Remote RadEye 200; УЗ-томография с определением толщины конструкции и расположения арматуры; контроль теплотехнических и акустических характеристик зданий; определение воздухопроницаемости ограждающих конструкций; измерения индекса изоляции воздушного и ударного шума; измерение горизонтальных и вертикальных ускорений и перемещений отдельных точек фундамента при циклическом динамическом воздействии пьезоэлектрическими акселерометрами.

Практическое применение всех рассмотренных методов иллюстрировано конкретными примерами.

Большой интерес вызвал доклад проф. Ю. Шрайбера (ФРГ), в котором рассмотрен уникальный случай исследования усталостной деградации больших объемов металла реактора крекинга нефти на Мозырском нефтеперерабатывающем заводе (Беларусь) с помощью неразрушающего метода акустической эмиссии и последующего металлографического и магнито-шумового методов исследования отдельных деталей реактора. При этом использовался новый фрактальный анализ магнитного шума, дающий информацию об усталостной деградации металла. Все при-

мененные методы контроля независимо подтвердили наличие недопустимых изменений металла, не позволяющих эксплуатировать эти детали в дальнейшем.

Доклад проф. В.Л. Венгриновича (Беларусь) посвящен анализу новых методов НК в строительстве, рассмотренных на международной конференции «НК в строительстве», проходившей в Берлине 3–5 сентября 2015 г. Указано, что широкое распространение получили различные эхометоды, состоящие в анализе колебательных спектров эхосигналов в результате ударного воздействия на конструкцию. Эти методы автоматизируются в целях стабилизации ударного воздействия и анализа сигналов отклика. Также широкое распространение имеют методы УЗ-томографии, получившие развитие главным образом за счет аппаратуры российской компании «Акустические контрольные системы». Также следует отметить применение большой номенклатуры радаров (Ground Penetration Radar, GPR), работающих в различных частотных диапазонах – от акустического до микроволнового. Наиболее современные радарные системы предоставляют на выходе информацию в виде 3D-изображений и используются для обследования глубоких дорожных покрытий и железобетонных изделий. Большое внимание уделено мониторингу строительных конструкций и сооружений, датчикам, системам передачи данных и методам обработки. Представлены также методы обследования свайных конструкций, вантовых конструкций, мостов, высотных зданий, деревянных конструкций. Методы акустической эмиссии, УЗК, микроволновая дефектоскопия и эхометод занимают ведущее место в НК в строительстве.

Проблема «Прогнозирования прочности бетона в процессе твердения при помощи метода акустической эмиссии» изложена в до-

кладе В.А. Барата (ООО «Интерюнис-ИТ»). Анализируются возможности современных, в том числе разрушающих методов: ударного импульса, упругого отскока, пластической деформации, отрыва со скалыванием, скалыванием ребра, УЗК. Показано, что большие перспективы имеет акустическая эмиссия (АЭ) – пассивный метод контроля, который представляет собой явление генерации волн напряжений, вызванных внезапной перестройкой в структуре материала. Применяется для получения информации о структуре бетона, свойствах бетона, определения механизмов зарождения трещин, анализа цементной смеси на стадии твердения. Для большинства составов все три стадии твердения можно наблюдать в первые сутки. Следовательно, примерное время прогнозирования 24 ч. Измерения проводят для самой конструкции, а не для контрольного образца. В докладе выделены информативные параметры акустико-эмиссионных данных, коррелирующие с финальной прочностью бетона; выведена предварительная эмпирическая модель, позволяющая прогнозировать прочность бетона.

В докладе проф. М.Б. Бакирова и В.А. Муранова «Управление ресурсными характеристиками зданий и сооружений АЭС на основе многопараметрического on-line-

мониторинга фактической нагруженности» излагается опыт Центра материаловедения и ресурса (ООО «НСУЦ «ЦМиР»). Показано, что оценка технического состояния строительных конструкций очень важна для обеспечения безопасной эксплуатации АЭС на сверхпроектном сроке эксплуатации (более 30 лет). Разработан новый методический подход оценки остаточного ресурса. Он состоит в выполнении расчетного анализа в целях: определения наиболее нагруженных зон, проведения лазерного сканирования для получения фактических геометрических размеров (изнутри и снаружи); осуществления тепловизионного контроля совместно с лазерным сканированием для обнаружения дефектов по всей площади строительных конструкций; проведения on-line-мониторинга строительных конструкций для получения данных о термосиловой нагруженности строительных конструкций; верификации расчетной модели и выполнения поверочных расчетов с учетом результатов проведенного обследования, оценки остаточного ресурса строительных конструкций.

Данная методика была одобрена экспертами МАГАТЭ и вошла в качестве рекомендаций в руководящий документ МАГАТЭ по управлению старением железобетонных конструкций: NP-T-3.5

«Ageing Management of Concrete Structures in Nuclear Power Plants», 2016.

В совместном докладе международной группы авторов из РФ (М.Б. Бакиров), США, Австрии, Венгрии, Канады, Финляндии «Управление старением бетонных структур на атомных ядерных станциях (NPP)» описаны основные усовершенствования нового документа (NP-T-3.5) и приведены новые производственные данные по обеспечению целостности бетонных структур во время различных фаз создания NPP: проектирование, производство, эксплуатация (включая долговременную), продление ресурса и вывод из эксплуатации. Подробнее с докладом можно ознакомиться в трудах конференции: SMiRT-23, Manchester, United Kingdom – August 10-14, 2015, Division VIII. AGEING MANAGEMENT OF CONCRETE STRUCTURES IN NUCLEAR POWER PLANTS. J.Moore¹, J.Tcherner², D.Naus³, M.Bakirov⁴, J.Puttonen⁵, I.M. gaб

Отчет предоставил:
ВЕНГРИНОВИЧ Валерий Львович,
д-р техн. наук, проф., акад. АЭН РФ и Международной Академии НК: *Academia NDT International,*
заведующий лабораторией вычислительной диагностики, *Институт прикладной физики НАН Беларуси, г. Минск*

ЗАСЕДАНИЕ РАБОЧЕЙ ГРУППЫ ПО ВОПРОСАМ ИЗМЕРЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКОГО НАПРЯЖЕНИЯ

Модератор: В.Л. ВЕНГРИНОВИЧ,
д-р техн. наук, проф., акад. АЭН РФ и Международной Академии НК: *Academia NDT International,* Институт прикладной физики НАН Беларуси

В состав рабочей группы входят 6 докторов наук, 5 кандидатов наук, а также ряд ведущих специалистов, представляющих: ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева», ЗАО «НИИИМ МНПО «Спектр»,

Башкирский государственный университет, Государственный университет морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова, АО «Завод № 9», ООО «ИНКОТЕС», МГУ им. М.В. Ломоносова, НИУ информационных технологий, механики и оптики, НИЦ «Курчатовский институт», НГУ им. Н.И. Лобачевского, Объединенный институт ядерных исследований, РГУ нефти и газа им.

И.М. Губкина, Самарский государственный университет, ОАО «ПО «Северное машиностроительное предприятие», ООО «Технологические системы защитных покрытий», учреждение науки «Инженерно-конструкторский центр сопровождения эксплуатации космической техники», ООО «Феррологика», ГНЦ ФГУП «ЦНИИ конструкционных материалов «Прометей». Провел совещание д-р

техн. наук, проф. В.Л. Венгринович, представляющий ИПФ НАН Беларуси.

В настоящее время накопился большой арсенал методов и средств НК остаточных напряжений в изделиях машиностроения и НДС промышленных объектов в условиях эксплуатации. Однако до сих пор отсутствуют эталонные образцы, предназначенные для объективного сравнения эффективности применения этих методов и средств, не определены условия и области их применения. Большинство методов контроля механических напряжений основаны на тарировке образцов при их растяжении. При этом не учитываются масштабный фактор и цикличность нагрузки, формирующие фактические напряжения (рабочие и остаточные) на реальном оборудовании. Одни специалисты считают, что только объемные напряжения определяют надежность и только их значения необходимо измерять и учитывать при расчете оборудования и конструкций на прочность. Другие, наоборот, считают, что только поверхностные и локальные напряжения являются определяющими, ссылаясь на то, что повреждения развиваются в локальных зонах концентрации напряжений и с поверхностного слоя металла.

На настоящий момент существует ГОСТ Р 53965–2010 «Контроль неразрушающий. Определенные механические напряжения. Общие требования к классификации методов». Данный ГОСТ устанавливает лишь основные требования по классификации методов неразрушающего контроля. На текущий момент эталоны механических напряжений в государственном реестре средств измерений (ГРСИ) отсутствуют. Несмотря на это, в реестр средств измерений в разные годы были внесены: прибор для измерений механических напряжений ИН-5101А, прибор УЗ-контроля рас-

пределения остаточных механических напряжений UER-T II, измерители механических напряжений и параметров виброколебаний ИНК-2.4, прибор УЗ-контроля распределения остаточных механических напряжений автоматизированный УКОН-01, комплексы автоматизированные для измерения поверхностных остаточных напряжений в металлах и сплавах механическим методом МерКулОН «Тензор-3», системы автоматизированные контроля остаточных напряжений «АС-КОН-1-КНИАТ», анализаторы напряжений и структуры металлов магнитошумовые «Интроскан», приборы для измерений механических напряжений «АСТ-РОН», анализаторы напряжений и структуры металлов магнитошумовые «Интримат», приборы магнитометрические феррозондовые для определения концентрации напряжений ИКН, измерители акустические механических напряжений и толщин материалов «ЕВРАЗЕТ», приборы для контроля напряжений в канатах стержневой и проволоочной арматуры частотным методом АП-23ПР, определители напряжений рентгеновские портативные «ПРОН», измерители остаточных напряжений «ИОН-4М» и др. Существует множество методик измерения механических напряжений, в том числе утвержденных центрами сертификации и метрологии, в основе которых лежит использование указанных приборов. Следовательно, в РФ на текущий момент сложилась парадоксальная ситуация, когда есть средства измерения напряженного состояния, но нет эталонных мер напряженного состояния, соответственно, не приходится говорить ни о каком единстве измерений.

5 ноября 2015 г. прошло межведомственное совещание «Метрологическое обеспечение измерения механического напряжения в Российской Федерации». На данном совещании было принято ре-

шение о необходимости разработки эталона напряженного состояния, была создана рабочая группа, заседание которой прошло в рамках форума «Территория NDT – 2016». После длительной дискуссии члены рабочей группы так и не пришли к единому решению ни по конструкции эталона, ни по его материалу. Было согласовано заявление о необходимости контроля трехосного напряженного состояния или двухосного, но при гарантированном отсутствии напряжений по третьей оси. Имеющиеся на текущий момент методики контроля одноосного растяжения-сжатия были признаны несостоятельными и не отражающими реальные напряжения, существующие в объекте. Рабочая группа пришла к решению, что оборудование, построенное на анизотропии свойств металла, в частности реализующее магнитоанізотропный метод, не может быть использовано для измерения реальных напряжений в объекте контроля. В соответствии с вышесказанным были приняты следующие основные требования к эталону:

- 1) реализация по крайней мере двухосных напряжений при отсутствии напряжений вдоль третьей оси или реализация ряда видов напряжений – сжатие, растяжение, кручение, изгиб;
- 2) наличие базовой площадки для установки измерительного преобразователя, в рамках которой напряжения должны быть максимально однородны;
- 3) обеспечение сохранения свойств эталона в течение продолжительного времени;
- 4) изготовление эталона из материала, позволяющего выполнять измерения напряжений большинством существующих методов. В крайнем случае возможно создание не более трех эталонов, обеспечивающих метрологическое обеспечение для всех существующих методов контроля механических напряжений.

Учитывая ограничения, существующие для всех методов контроля напряженного состояния, рабочая группа сделала следующие выводы: для исследования внутренних напряжений в материалах уже много лет используются различные методики неразрушающего контроля: дифракция рентгеновских лучей, ультразвуковое сканирование, различные магнитные методики (измерения магнитной индукции, проницаемости, анизотропии, эффекта Баркхаузена, магнитоакустических эффектов). Однако все эти методы имеют определенные ограничения. Например, с помощью рассеяния рентгеновских лучей и магнитных методов можно исследовать напряжения только вблизи поверхности материала вследствие их малой глубины проникновения; кроме того, применение магнитных методов ограничено ферромагнитными материалами. Также на магнит-

ные и ультразвуковые методы сильное влияние оказывает наличие текстуры в образце. Среди всех этих методик изучение напряжений с помощью дифракции нейтронов стоит на особом месте, так как в отличие от традиционных методов нейтроны могут проникать в материал на глубину до 2...3 см для сталей и до 10 см для алюминия.

Суть дифракционного метода изучения напряжений состоит в измерении относительных смещений дифракционных пиков от положений, определяемых параметрами элементарной ячейки недеформированного материала. Внутренние напряжения, существующие в материале, вызывают соответствующую деформацию кристаллической решетки, что в свою очередь выражается в сдвиге брэгговских пиков на дифракционном спектре. Это дает прямую информацию об изменении межплоскостных расстояний в выделенном объеме, кото-

рая может быть легко преобразована в данные о внутренних напряжениях, используя известные упругие константы материала. Регистрация дифракционных спектров детекторами при углах рассеяния $2\theta = \pm 90^\circ$ позволяет одновременно определять напряжения в двух взаимно перпендикулярных направлениях. Принцип определения деформации кристаллической решетки основан на применении закона Брэгга.

Связь напряженного состояния с деформацией кристаллической решетки хорошо описана как с математической, так и с физической точек зрения, что позволяет рассматривать дифракционный метод в качестве эталонного.

Отчет предоставил:

ЕФИМОВ Алексей Геннадьевич,
д-р техн. наук, чл.-кор. АЭН РФ,
ЗАО «НИИИИ МНПО «Спектр»,
Москва

КОНФЕРЕНЦИЯ «СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ НК В РЕШЕНИИ НЕСТАНДАРТНЫХ ЗАДАЧ ОПК И КОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ»

Модератор: В.Е. ПРОХОРОВИЧ,
д-р техн. наук, проф., учреждение науки «Инженерно-конструкторский центр сопровождения эксплуатации космической техники (УН ИКЦ СЭКТ)»

Проведение данного мероприятия стало очередным шагом

в обсуждении нестандартных задач НК в ОПК и космической отрасли и современных путей их решения с привлечением широкого круга специалистов.

В работе конференции приняли участие более 30 представителей ведущих научных, кон-

структорских и производственных организаций ОПК и космической отрасли (ГНЦ ФГУП «Исследовательский центр им. М.В. Келдыша», ОАО «Композит», ОАО «УНИИКМ», ОАО РКК «Энергия» им. С.П. Королева, ФГУП «НПО «Техномаш»,





ФГУП «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева», ОАО «НПО «Энергомаш»», ИФПМ СО РАН, ФНПЦ ОАО «ЦНИИСМ» и др.), представители разработчиков методов и средств неразрушающего контроля (ЗАО «НИИН МНПО «Спектр», учреждение науки ИКЦ СЭКТ, ИФМ УрО РАН, ООО «НТЦ «Эталон», ЗАО «Константа», МЛЦ МГУ им. М.В. Ломоносова, ОАО «Интерюнис» и др.), а также представители высших учебных заведений России (МГТУ им. Н.Э. Баумана, СПбПУ, университет ИТМО и др.).

Открывая работу конференции, председатель правления СПб РО РОНКТД, директор учреждения науки ИКЦ СЭКТ, д-р техн. наук, проф. В.Е. Прохорович отметил важность тематики конференции и предложил провести ее в формате конструктивного и дискуссионного об-

суждения запланированных вопросов.

На конференции были обсуждены научно-прикладные проблемные вопросы по четырем направлениям.

В рамках темы «Не разрушающий контроль сварных соединений, получаемых сваркой трением с перемешиванием (СТП) в изделиях РКТ» были рассмотрены аспекты комплексной технологии НК швов, полученных СТП, а также особенности и опыт ее применения отечественных предприятиях. В докладах по данному вопросу (С.А. Адаспаева, С.Ф. Ромашин, А.В. Редер, И.В. Беркутов, Д.С. Ашихин, И.Ю. Кинжагулов, К.А. Степанова, Е.А. Колубаев, В.Е. Рубцов, С.Ю. Тарасов, С.Г. Псахье) были обсуждены проблемы актуальности и возможности использования со-

временного оборудования НК таких сварных соединений. Представлены задачи измерения толщин свариваемых кромок и зазора между свариваемыми кромками и подкладной линейкой в целях обеспечения качества сварки трением с перемешиванием, приведены результаты тепловизионного мониторинга, рентгенографии, УЗ и вихретокового методов и представлены одни из первых результатов применения метода АЭ при контроле качества сварных соединений, выполненных СТП.

По теме «Не разрушающий контроль качества УУКМ и УККМ: состояние и перспективы развития» были рассмотрены проблемные вопросы дефектности указанных материалов с различной схемой армирования и обсуждены актуальные направления разработки технологий их неразрушающего контроля.

Начальник отдела технической диагностики и неразрушающего контроля ОАО «ЦНИИСМ», д-р техн. наук, проф. О.Н. Будадин в своем докладе обобщил опыт применения современных технологий и средств НК конструкций из композиционных материалов (КМ) и перспективы их развития. Также было отмечено, что развитие технологий НК значительно отстает от потребностей промышленности, и это должно стимулировать





развитие новых подходов в разработке НК в решении нестандартных задач ОПК и космической отрасли.

Большой интерес вызвал доклад первого заместителя генерального директора ОАО «Композит» канд. физ.-мат. наук А.Э. Дворецкого, в котором представлен обстоятельный анализ строения и дефектности УУКМ и УККМ. Подчеркнуто, что структурная неоднородность указанных материалов и специфика дефектов значительно ограничивают применение отработанных для полимерных композитов технологий НК и стимулирует поиск нестандартных подходов к разработке НК УУКМ и УККМ. Органичным дополнением обсуждаемых вопросов прозвучал доклад А.А. Носкова (ОАО «УНИ-ИКМ»), в котором был отражен опыт применения НК при производстве деталей и узлов из УУКМ.

Также необходимо отметить доклад «Неразрушающий контроль модуля упругости и твердости компонентов УУКМ» (В.Г. Шипша, А.В. Васильев, А.Н. Регер, ОАО «НТЦ «Эталон»), в котором были представлены результаты исследований по расширению возможностей метода и средств инструментального индентирования (прибор МНТ-КМ) с применением инденторов в форме усеченного конуса и сферы. Это позволяет преодолеть трудности НК ука-

занных характеристик, связанные со структурной неоднородностью, и повысить достоверность результатов измерений.

В докладе д-ра техн. наук В. Федорова (учреждение науки «ИКЦ СЭКТ») «Развитие и новые возможности методов и средств неразрушающего контроля механических свойств материалов» отражена история развития и актуальность методов и средств оперативного безобразцового НК механических свойств материалов. В последующих докладах (А.П. Крень, В.В. Носов, К.А. Степанова, И.Ю. Кинжагулов) были представлены достижения в данной области исследований с использованием методов динамического индентирования и АЭ. Большой интерес вызвал доклад К.А. Степановой на тему «Комплексное применение методов неразрушающего контроля в задаче оценки и определения физико-механических свойств конструкционных материалов», в котором был представлен метод, позволяющий оценивать физико-механические свойства и дефектность объекта контроля как локально, так и интегрально по площади. Содержание доклада вызвало дискуссию, в ходе которой были высказаны критические замечания, рекомендовано проработать вопрос практического применения данного метода для реальных объектов.

В тематике «Актуальные вопросы контроля механических

напряжений в конструкциях изделий ОПК» следует отметить обстоятельный доклад профессора А.А. Карабутова «Измерение напряжений с использованием лазерных источников ультразвука», в котором автор представил научные основы, преимущества и практическую важность лазерно-ультразвукового метода измерения напряжений в металлах. В.А. Бычков, И.В. Беркутов осветили вопросы измерения механических напряжений, а также представили результаты экспериментальных исследований по оценке величины и распределения остаточных механических напряжений конструкций методом акустоупругости. Заслуживает внимания доклад А.П. Ничипурука, А.Н. Сташкова «Магнитный структурный анализ и остаточные механические напряжения», в котором изложены результаты исследований поведения магнитных характеристик сталей, подвергнутых упругим и пластическим деформациям практического применения магнитных методов контроля остаточных напряжений.

В целом тематика и доклады конференции вызвали большой интерес участников конференции, о чем свидетельствовала активная дискуссия, в ходе которой были высказаны мнения специалистов и сформулированы предложения.

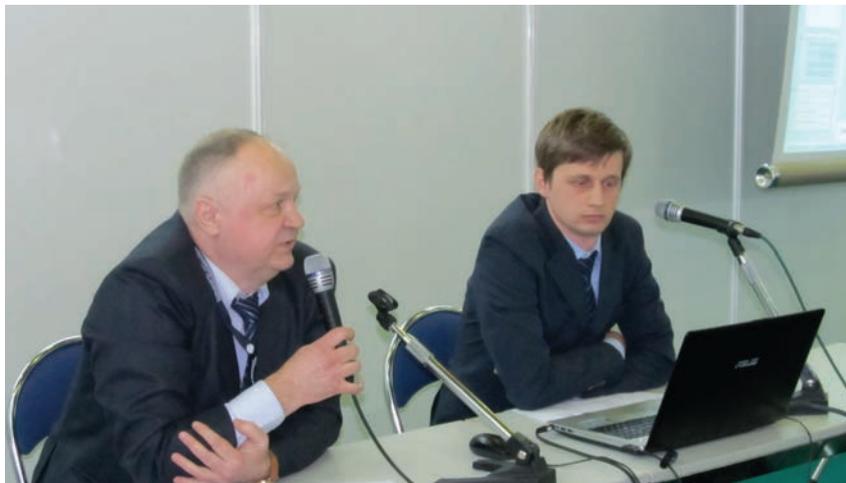
Отчет предоставили:
ШИПША Владимир Григорьевич,
канд. техн. наук, доцент,
зам. председателя
СПб РО РОНКД,
руководитель Центра технологий
неразрушающего контроля
НТЦ «Эталон», Санкт-Петербург,
ФЕДОРОВ Алексей Владимирович,
д-р техн. наук,
главный конструктор учреждения
науки ИКЦ СЭКТ,
профессор Университета ИТМО,
Санкт-Петербург

ОБУЧЕНИЕ, АТТЕСТАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ В ОБЛАСТИ НК

Модератор: Н. Н. КОНОВАЛОВ,
д-р техн. наук, ОАО «НТЦ «Промышленная безопасность»

В заседании приняли участие более 30 человек. Были заслушаны семь докладов, в которых рассматривались вопросы взаимосвязи обучения и аттестации (сертификации) специалистов, оценки квалификации персонала в различных отраслях промышленности и новые подходы в области подтверждения компетентности специалистов неразрушающего контроля.

Работа круглого стола началась с доклада «Гармонизация оценки результатов практического экзамена», с которым выступил А.В. Муллин (НУЦ «Контроль и диагностика»). В докладе отмечена необходимость разработки более детальных гармонизированных требований, которые должны включать в себя, но не ограничиваться следующим: определением сектора продукции или производственного сектора; определением количества экзаменационных образцов по каждому сектору, которые должен контролировать кандидат; минимальными размерами экзаменационных образцов в зависимости от метода контроля и сектора; конфигурацией экзаменационных образцов; минималь-



ным количеством экзаменационных образцов в экзаменационном центре; минимальными размерами дефектов, которые должен обнаружить кандидат; природой дефектов; требованиями к документированию результатов контроля. Докладчик подчеркнул, что важнейшим является вопрос оценки результатов контроля экзаменатором. В связи с этим необходимо выработать гармонизированные требования как к самой процедуре практического экзамена, так и к процедуре оценки экзаменатором.

В докладе «Интерактивное обучение специалистов по НК» (Б.В. Артемьев, И.Б. Артемьев, ЗАО «НИИИИ МНПО «Спектр», И. Эйнав, «StarIK»), с которым

выступил д-р техн. наук, профессор Б.В. Артемьев, дан ретроспективный анализ деятельности РОНКТД в сфере обучения специалистов по НК. Докладчик отметил, что главные цели РОНКТД – развитие и внедрение методов и средств неразрушающего контроля и диагностики в целях повышения качества промышленной продукции, повышения безопасности промышленных объектов, диагностирование и предупреждение экологических, террористических и других чрезвычайных ситуаций. Основное место применения систем НК и ТД – сложные технические системы и объекты, аварии на которых приводят к серьезным экономическим потерям и даже человеческим жертвам. Примером отсутствия диагностики может служить июльская авария 2014 года в Московском метрополитене. Существует не один десяток физических методов, на базе которых создаются современные системы НК и ТД. Для функционирования подобных систем необходимы хорошо подготовленные специалисты. Для решения проблемы сертификации и аттестации специалистов НК в РОНКТД была создана система «Сертификации персонала», одной из главных частей





которой является задача подготовки и обучения.

В докладе отмечено, что переиздание книг и учебников требует продолжительного времени и больших материальных затрат, издательства не заинтересованы в выпуске новой редакции книги до полной реализации предыдущего тиража. Перспективной альтернативой традиционным методам обучения является дистанционное обучение. Крупнейшие международные организации, в том числе МАГАТЭ, признают, что возможности, предоставляемые дистанционной системой обучения, являются самым актуальным инструментом для дальнейшего развития и гармонизации системы сертификации NDT персонала (ISO 9712 и т.д.) и инициируют самостоятельные проекты по созданию подобных систем. «Единая Автоматизированная Система Обучения РОНКТД» ориентирована на обучение (самоподготовку к теоретическим экзаменам) специалистов по НК и ТД для последующей их аттестации на первый и второй уровни квалификации по различным методам неразрушающего контроля.

В докладе И.В. Прокофьева (ООО «Микроакустика-М») «Проблемы применения ФЗ №273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» рассмотрены вопросы применения ФЗ №273-ФЗ на опыте прохождения проверок Минобрнадзора России в учеб-

ном центре по подготовке дефектоскопистов. Очерчен круг вопросов, подлежащих проверке, и рассмотрена методика подготовки к успешному прохождению проверки. Описаны особенности процедуры проверки образовательного учреждения должностными лицами Минобрнадзора России, перечислены выявляемые при проверках недостатки в работе учебного центра и причины появления указанных недостатков, также дан их анализ. Докладчик обосновал вывод о необходимости корректировки отдельных положений ФЗ №273-ФЗ в части, касающейся вопросов профессионального обучения. Сформулированы предложения по корректировке этого закона для обсуждения профессиональным сообществом.

С докладом «Сертификация персонала неразрушающего контроля третьей стороной. Действующие схемы сертификации на территории РФ» (канд. техн. наук Г.П. Батов, канд. техн. наук И.Н. Пономарева, М.О. Соловьева, ООО «НУЦ «Качество») выступила канд. техн. наук И.Н. Пономарева, которая дала краткий анализ двух основных подходов к сертификации персонала неразрушающего контроля – сертификация 2-й стороной (работодателем) и 3-й стороной (независимыми органами по сертификации). К преимуществам сертификации персонала 3-й стороной отнесены: единые требования к органам по сертификации персонала со стороны аккредитующих инстанций (ISO/IEC 17024:2012 «Оценка соответствия. Общие требования к органам, проводящим сертификацию персонала») и незаинтересованность органов по сертификации в результатах экзаменов. Необходимо обеспечить единые требования к оценке компетентности персонала на всей территории РФ (многие

объекты контроля, такие как трубопроводы, пересекают несколько регионов РФ, и работы по их диагностированию проводятся сотнями подрядчиков), поэтому на территории РФ обычно используется схема сертификации персонала третьей стороной. Широко действуют две схемы сертификации (аттестации) персонала, в которых проверку органов по сертификации (аттестации) персонала осуществляет ОАО «НТЦ «Промышленная безопасность», регламентируемые:

- ПБ 03-440-02 «Правила аттестации персонала в области неразрушающего контроля», зарегистрировано в Минюст России 17 апреля 2002 г. № 3378. Данную схему применяет Единая система оценки соответствия в области промышленной, экологической безопасности, безопасности в энергетике и строительстве, схема применяется для аттестации персонала, проводящего работы на опасных производственных объектах;
- ISO 9712:2012 «Неразрушающий контроль. Квалификация и сертификация персонала по неразрушающему контролю». Эта схема применяется Системой добровольной сертификации персонала в области неразрушающего контроля и диагностики Российского общества по неразрушающему контролю и технической диагностике. Схема используется для сертификации персонала в следующих областях: авиация, объекты аэрокосмического комплекса, объекты морского регистра, объекты речного регистра, объекты железнодорожного транспорта, здания и сооружения, объекты энергетики.

Задачей доклада канд. техн. наук А.А. Травкина (подразделения «СертиНК» ФГАУ «НУЦСК при МГТУ им. Н.Э. Баумана») является

«Оценка профессиональной квалификации в соответствии с профессиональным стандартом «Специалист по неразрушающему контролю» было ознакомление участников круглого стола с новым методом оценки профессиональной квалификации специалистов НК. Были рассмотрены: цели разработки профессиональных стандартов, области их применения, федеральные законы, регламентирующие порядок разработки, утверждения и применения профессиональных стандартов, участники системы оценки квалификации, описание их функций, прав и обязанностей, основные положения профессионального стандарта «Специалист по неразрушающему контролю», организационно-методические документы, разработанные и утвержденные Советом по профессиональным квалификациям в области сварки, определяющие требования к центрам оценки квалификации, порядок отбора и прекращения полномочий центра оценки квалификации, требования к членам квалификационной комиссии центра оценки квалификации, регламент проведения профессионального экзамена для оценки соответствия квалификационным требованиям по профессиональному стандарту «Специалист по неразрушающему контролю» и т.д.

С докладом «Об опыте подготовки научных и инженерных кадров и аттестации специалистов в области НК и ТД» (д-р техн. наук, профессор В.Н. Костюков, д-р техн. наук, профессор А.П. Науменко, НПЦ «Динамика», д-р техн. наук, профессор А.В. Косых, ФГБОУ ВПО «Омский государственный технический университет») выступил А.П. Науменко. Он отметил, что одной из проблем подготовки специалистов является мотивация студентов. В настоящее время предприятия, которые актив-

но используют специалистов в области НК и ТД, крайне пассивно участвуют не только в подготовке студентов, но и даже в популяризации этой сферы деятельности. Проблемой обучения высококвалифицированных специалистов по профилю «Приборы и методы контроля качества и диагностики» является несогласованность рабочих программ обучения и потребностей потенциальных потребителей специалистов.

Основная образовательная программа высшего профессионального образования высшего учебного заведения готовится на основе соответствующего федерального государственного образовательного стандарта, и сегодня по профилю подготовки «Приборы и методы контроля качества и диагностики» направления подготовки бакалавриата и магистратуры 200100.62 «Приборостроение» лишь частично отвечают требованиям подготовки кадров и специалистов в области НК и ТД, квалификация которых должна отвечать требованиям реальных производств и рынка труда.

Д.А. Кулицкий (ООО «Лаборатория 365») в докладе «Программа электронного документооборота для аттестации (сертификации) персонала в области НК NK365.ru» сообщил, что существующая реализация документооборота и учета аттестованного персонала в ряде случаев не в полной мере соответствует современному уровню развития информационных технологий и автоматизации и имеет ряд недостатков: единые требования к форме и содержанию пакета документов, направляемых кандидатом на аттестацию, отсутствуют; автоматизация процесса подготовки документов для аттестации низкая; 48 % кандидатов допускает ошибки в оформлении документов; автоматизация документооборота процесса аттестации низкая; учет входящих за-

явок, оформление протоколов и удостоверений, ведение реестра аттестованного персонала (как «внутреннего», так и «внешнего»), осуществляется в «ручном режиме» с использованием пакета MS Word, Exsel и самостоятельно разработанных локальных приложений; ведение реестра аттестованных специалистов с использованием ПО «НО-АП – учет специалистов» трудоемок; единый реестр аттестованных специалистов обновляется редко (не чаще, чем один раз в квартал). NK365.ru – это специализированная онлайн-программа, реализованная в виде SaaS-решения. Докладчик сообщил, что внедрение электронного документооборота NK365.ru сделает процесс аттестации персонала технологичным и эффективным, повысит уровень доверия к системе оценки соответствия и обеспечит доступ к максимально полному и актуальному реестру аттестованных специалистов всем субъектам аттестации.

Подводя итоги работы, участники отметили необходимость совершенствования взаимосвязи обучения и аттестации (сертификации), оценки квалификации персонала в различных отраслях промышленности, разработки новых подходов в области подтверждения компетентности специалистов, подготовки бакалавриата и магистратуры для соответствия требованиям реальных производств и рынка труда, а также целесообразность расширения тематики, включив в нее вопросы взаимного признания деятельности по аттестации (сертификации), осуществляемой в разных системах.

Отчет предоставил:
КОНОВАЛОВ Николай Николаевич,
д-р техн. наук, заместитель
генерального директора,
ОАО «НТЦ «Промышленная
безопасность», Москва

АНТИТЕРРОРИСТИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА



Модератор: А.В. КОВАЛЕВ,
д-р техн. наук, проф., НПЦ «СПЕКТР-АТ»

Тематика круглого стола является чрезвычайно актуальной в современных условиях. Антитеррористическая безопасность основана на использовании новейших средств борьбы и применении системы организационных мер предупреждения терактов. Программа круглого стола включала 8 докладов по важнейшим направлениям организации антитеррористической диагностики.

Первый доклад сделал генеральный директор Научно-производственного центра антитеррористической и криминалистической техники «СПЕКТР-АТ», д-р техн. наук, проф. А.В. Ковалев. Он рассказал об основных направлениях работы НПЦ «СПЕКТР-АТ» и последних инновациях в разработках центра, это: тепловизионные системы, аппаратура наблюдения и контроля, поисково-досмотровая техника, криминалистическая техника и аналитические средства обнаружения и идентификации наркотических и взрывчатых веществ. Новинкой в области тепловизионной наблюдательной техники является

тепловизор «СПРУТ-3» (матрица 640×480 пкс, минимальная различимая разность температур 0,05 °С, рабочий диапазон 8–14 мкм), обнаруживающий человека на расстоянии 1800 м. При обнаружении объекта определяются его координаты и передаются по радиосвязи на командный пункт. Среди многочисленных эндоскопических средств досмотра представляет интерес телевизионный эндоскоп – трансформер ЭТВЦ-М с расширенными эксплуатационными возможностями за счет быстрой смены рабочей части зондов. Существенно обновились аналитические (химические) средства обнаружения и идентификации наркотических и взрывчатых веществ: «НАРКО-КАСПЕР» и «ВВ-КАСПЕР», обладающие надежностью при экспресс-анализе и незначительной ценой комплектов.

Доклад на тему «Рентгеновский комплекс углубленного входного досмотра «РУБЕЖ-2014» сделал сотрудник ООО «Флэш электроникс», канд.

физ.-мат. наук И.А. Паршин. Данный комплекс основан на анализе обратно рассеянного рентгеновского излучения, что обеспечивает получение изображений предметов под одеждой любого типа при малой дозовой нагрузке не более 30 нЗв и длительности сканирования 4 с. В комплексе также используются рентгеновские преобразователи в виде плоских панелей детектирования, обладающие высокими разрешением, контрастной чувствительностью и производительностью.

Доклад по теме «Разработка радиоволновых приборов для противодействия терроризму и перспективы создания новых приборов» сделал сотрудник ФГУП СКБ ИРЭ РАН канд. техн. наук А.С. Бажанов. Одним из направлений борьбы с терроризмом, отметил он, является разработка методов и средств обнаружения минно-взрывных устройств и людей, скрытых за оптически непрозрачными преградами (за стенами, под землей, в лесных массивах). Свой-



ствами дистанционного обнаружения обладают приборы на основе радиоволновых методов. Использование сверхширокополосных сигналов в виде наносекундных радиоимпульсов, развитие микропроцессорной техники и новых методов и алгоритмов обработки сигналов позволили создать новые типы радаров подповерхностного зондирования – георадары и радары для обнаружения людей за оптически непрозрачными преградами. Докладчик представил многочисленные примеры практического использования радаров и рассказал о перспективах их дальнейшего развития.

Об автоматизированных системах обнаружения взрывчатых веществ в ручной клади, багаже, почтовых отправлениях и под одеждой человека рассказала сотрудница ООО «Логис-Геотех» Е.В. Зеленская. В основе действия приборов лежит метод ядерного квадрупольного резонанса (ЯКР). Частота ЯКР-элемента является паспортом только данного химического соединения. Производится зондирование объекта серией радиоимпульсов определенной частоты и прием ответного сигнала в интервалах между импульсами. При получении ответного сигнала на данной частоте, превышающего установленный пороговый уровень, можно однозначно говорить о наличии в исследуемом объекте вещества, к которому относится данная частота ЯКР. Метод позволяет не только обнаружить, но и идентифицировать вещество, причем на зондирование на данной

частоте не откликаются другие вещества. Уровень принятого сигнала ЯКР прямо пропорционален массе данного вещества в исследуемом объекте. В заключение были приведены фотографии и параметры конкретных мобильных, конвейерных и стационарных ЯКР-обнаружителей.

Досмотровым комплексам контроля крупногабаритных транспортных средств и грузов был посвящен доклад сотрудников Лаборатории ТСНК МИРЭА, который представил канд. техн. наук А.Н. Передерий. Он рассказал, что в основе предложенной аппаратуры лежит просвечивание досматриваемого объекта высокоэнергетическим рентгеновским излучением и получение теневого рентгеновского цифрового изображения. Кроме того, в других вариантах используются комплексы с интегрированием в систему радиометрического контроля системы зондирования нейтронами и, наконец, с включением в состав комплекса системы на обратно рассеянном рентгеновском излучении. Ряд устройств прошли опытную эксплуатацию на объектах в Сочи и продемонстрировали высокие показатели надежности, эксплуатационных качеств и досмотровых характеристик.

Интересный доклад сделал канд. физ.-мат. наук А.Г. Паулиш (Филиал ИФП СО РАН «КТИПМ»), который был посвящен разработке высокоэффективных быстродействующих неохлаждаемых детекторов терагерцового диапазона на основе ультратонких резонансных

поглотителей и пироэлектрического преобразователя для построения дистанционных диагностических систем. Положительные результаты работы помогут создать системы радиовидения и дистанционного спектрального анализа объектов. Главными преимуществами пироэлектрических приемников являются: широкая спектральная характеристика чувствительности, достаточно высокое быстродействие, способность работать без охлаждения и невысокая стоимость по сравнению с любыми другими приемниками ТГц-излучения. Опыт создания таких приемников позволяет разработать линейку высокоэффективных пироэлектрических приемников с заданным набором диапазонов чувствительности, определяемым как спектральными линиями излучения источника ТГц-излучения, так и спектральными особенностями веществ, подлежащих анализу. Результаты открывают хорошие перспективы для создания эффективных и недорогих систем дистанционного детектирования.

Вопросы и ответы по докладам, а также обсуждение результатов в прениях показали перспективу развития представленных направлений и необходимость в дальнейшем расширения тематики исследований.

Отчет предоставили:
КОВАЛЕВ Алексей Васильевич,
д-р техн. наук, проф., НПЦ «СПЕКТР-АТ», Москва,
МАТВЕЕВ Владимир Иванович,
канд. техн. наук, ЗАО «НИИИИ МНПО «Спектр», Москва

ДИАГНОСТИКА В АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ

Модераторы: С.И. ВАСИЛЬЕВ,
эксперт, Росатом, **А.Х. ВОПИЛКИН,**
д-р техн. наук, проф., НПЦ «ЭХО+»

На заседании круглого стола выступили с сообщениями 7 докладчиков.

В центре внимания стояли вопросы долгосрочной безопасной

эксплуатации, стойкости и уязвимости объектов атомной промышленности и АЭС, а также технологий эффективной защиты этих объектов в современных условиях.

Общий обзор по теме сделал С.И. Васильев, эксперт Росатома (доклад С.И. Васильев, Н.Р. Кузелев «Система сопровождения и оптимизации управления жизненным циклом энергоблока от проектирования до вывода из эксплуатации»). В Росэнергоатоме и его филиалах, а это все АЭС России, действует единая система корпоративного управления. Появилось деление по видам работ, удалось сконцентрировать людские и материальные ресурсы в каждом из дивизионов, увеличить объем выполняемой ими работы. Все эти действия направлены на обеспечение безопасной эксплуатации АЭС в течение всего периода, а это уже 60 лет.

Все эти решения привели к тому, что кардинально изменилось положение российского ядерного топлива на мировом рынке. Уже в 2010 г. Топливная компания Росатома «ТВЭЛ» полностью вытеснила Westinghouse с европейского рынка ядерного топлива для реакторов российского дизайна.

Промышленность и топливно-энергетический комплекс Российской Федерации сегодня проходят испытание комбинацией негативных воздействий – политических, экономических, социальных, информационных, физических. Есть пример положительной результативной работы в сфере контроля, диагностики и безопасной эксплуатации сложнейших объектов. Это область, где успехи в направлении создания новых средств и методов НК и ТД очевидны. Именно в атомной отрасли, где вопросам безопасности уделяется особое внимание, НК и ТД приобрели статус приоритетного направления развития.

В последние полтора – два десятилетия российская ядерная генерация развивалась параллельно в нескольких направ-



лениях: интеграция в рыночную среду, вхождение в создаваемый рынок электроэнергии и мощности, участие в его развитии; ядерное строительство: достройка или сооружение с «нуля» новых ядерных энергоблоков; поддержание и развитие действующей генерации, включая повышение эффективности эксплуатации АЭС; модернизация и рост мощности находящихся в эксплуатации блоков, продление ресурса и срока службы.

Сегодня Росэнергоатом контролирует 17% оптового и несколько процентов розничного рынка электроэнергии. На оптовом рынке главная задача гарантировать поставку энергоресурсов потребителю на долгосрочной основе, а это возможно при надежной работе оборудования при своевременном контроле и диагностировании.

В 2000-х гг. введено два блока ВВЭР-1000 (№ 1 Ростовской и № 3 Калининской АЭС), а в 2010-х гг. – уже три (№ 2, 3 Ростовской и № 4 Калининской АЭС). В настоящее время строится энергоблок № 4 на Ростовской АЭС, четыре блока с реакторами нового поколения ВВЭР-1200 – на Нововоронежской АЭС-2 и Ленинградской АЭС-2, а также плавучая атомная электростанция с двумя реакторами малой

мощности КЛТ-40. Готовится к выводу на проектную мощность энергоблок с реактором на быстрых нейтронах БН-800 на Белоярской АЭС.

Помимо нового строительства в атомной отрасли работают над повышением эффективности действующих АЭС. К важнейшим аспектам этого направления относятся продление ресурса и лицензионных сроков эксплуатации АЭС, а также увеличение выработки электроэнергии.

Ведущим фактором наращивания выработки считается повышение коэффициента использования установленной мощности (КИУМ), что достигается переходом на 18-месячный топливный цикл на реакторах ВВЭР, удлинением межремонтных интервалов и сокращением сроков самих ремонтов, повышением КПД в результате модернизации после детального технического диагностирования технологического оборудования и выдачей научно обоснованных рекомендаций.

Программа повышения мощности энергоблоков с реакторами ВВЭР-1000 и ВВЭР-440 до 107 % реализуется на 10 блоках ВВЭР-1000 (на Балаковской, Калининской и Ростовской АЭС) и двух блоках с ВВЭР-440 (№ 3, 4 Кольской АЭС).



Для повышения мощности упомянутых энергоблоков проводили модернизацию: системы управления и защиты (СУЗ); контрольно-измерительных приборов и автоматики (КИПиА); систем внутриреакторного контроля (СВРК); оборудования второго контура, включая системы контроля генератора, цилиндры высокого давления и автоматику регулирования турбины.

Положительный пример развития НК для атомной отрасли среди предприятий, входящих в ассоциацию «Спектр», освещен в докладе А.Х. Вopilкина, д-ра техн. наук, НПЦ «ЭХО+», «Развитие УЗ-контроля для прогноза работоспособности». НПЦ «ЭХО+» имеет 20-летний опыт работы для Росэнергоатома по развитию УЗ-контроля для обеспечения безопасной работы, долгосрочного прогноза, увеличения срока службы АЭС. Большой комплекс технических измерений и исследований проводится для обоснования более длительных сроков дополнительной эксплуатации на основе контроля физико-механических свойств на АЭС.

Активно разрабатываются и внедряются различные приборы и системы для диагностики оборудования и трубопроводов реакторных установок. Кроме того, разрабатываются и методики проведения неразрушающего контроля целостности металла, оценки результатов конт-

роля и выработки рекомендаций по устранению выявленных дефектов.

Вторым направлением обсуждений на круглом столе стали инновации и новые методики НК и ТД для задач атомной отрасли.

Научные достижения в изучении различных состояний твердого тела, динамики движения жидкостей и газов, плазменной формы материи, физико-химических свойств веществ, энергетических преобразований, нестационарных полей, колебаний и излучений позволяют не только находить новые принципы действия приборов, но и повышать точность, надежность и экономичность важнейших изделий приборостроения, систематически обновлять их номенклатуру.

На круглом столе вновь поднимался вопрос использования КТ для контроля, в частности параметрической томографии для целей неразрушающего контроля.

Методы радиографического контроля используются для обнаружения дефектов и аномалий в различных изделиях, например для контроля качества сварки тепловыделяющих элементов ядерного реактора или для контроля теплоизоляции стенок твердотопливного двигателя (бустера).

В докладе И. Никифорова, Université de Technologie de

Troyes, FRANCE, «Метод параметрической томографии для целей неразрушающего контроля» рассматривается метод параметрической томографии, который позволяет решить задачу неразрушающего контроля на основе одной или двух – трех проекций, прибегая к минимаксной проверке статистических гипотез о наличии аномалий, когда мешающие параметры, определяющие физические свойства изделия, неизвестны.

Молодые ученые НИЯУ МИФИ сделали сообщения по новым методикам ТД, специфичным для АЭС.

Диагностика работоспособности нейтронных ИК-атомных реакторов актуальна для реакторов всех типов (Е. Мартазов, НИЯУ МИФИ, «Диагностика работоспособности нейтронных ИК-атомных реакторов»).

Нейтронные ионизационные камеры предназначены для контроля потоков нейтронов в составе системы управления и защиты ядерного реактора при необходимости измерения высотного распределения плотности потока нейтронов вдоль активной зоны реактора.

Мобильный автоматизированный комплекс АККП контроля характеристик ПИК обеспечивает:

- коммутацию цепей и измерение электрических межэлектронных емкостей и емко-

стей подводящих кабелей ПИК;

- коммутацию цепей с подачей напряжений постоянного тока до ± 500 В и измерение токов подводящих кабелей ПИК с последующим вычислением сопротивления изоляции;
- измерение среднего тока ПИК;
- измерение скорости счета импульсов ПИК деления;
- определение заряда в импульсе тока ПИК деления и набор спектра (распределения) импульсов по зарядам;
- регистрацию формы импульсов тока ПИК деления;
- воспроизведение и измерение напряжений питания ПИК для определения вольтамперных и вольтсчетных характеристик;
- воспроизведение и измерение напряжения порога дискриминации ПИК деления для определения дискриминационных характеристик;
- представление, регистрацию, обработку полученной информации с генерацией отчетов, создание архивов проверок.

Метрологические характеристики АККП полностью удовлетворяют требованиям, предъявляемым к аппаратуре для проверки характеристик ПИК.

Во втором сообщении НИЯУ МИФИ (В.Г. Гетманов, А.А. Фирсов «Применение доплеровских систем акустического, радио- и оптического диапазонов для неразрушающего контроля конструкций атомной отрасли») подчеркнуто, что промышленные объекты атомной отрасли и экспериментальные установки для изучения физики частиц относятся к объектам повышенной опасности и специального контроля. Решение большого количества задач НК механических конструкций данных объектов может быть выполнено на основе оценивания относительных координат (микропереме-

щений, вибраций) и скоростей элементов конструкций (например, трубопроводов, кожухов турбин и т.д.) в виде функций времени.

Провести оценивание указанных функций предложено с помощью доплеровских систем, работающих в акустическом, радио- и оптическом диапазонах. Данные системы обладают простой конструкцией и обеспечивают бесконтактные измерения хрупких и малых объектов, доступ к которым ограничен, в опасных для человека условиях.

Для диагностики во многих отраслях предложено новое поколение систем мониторинга и диагностики роторного оборудования ООО «Ассоциация ВАСТ» (А.В. Барков, Д.Л. Жуковский «Новое поколение систем мониторинга и диагностики роторного оборудования, разработанных предприятиями Ассоциации ВАСТ»).

Все типы систем адаптированы под современные тенденции в проектировании, производстве и эксплуатации основного и вспомогательного оборудования с узлами вращения.

Отмечено, что важной особенностью развития многоканальных виброанализаторов является установка границы между их возможностями с учетом естественного усложнения процессов их развертывания на реальных агрегатах и возможностями многоканальных мобильных систем, способных проводить в режимах онлайн и офлайн длительные измерения вибрации, тока, а при необходимости и других процессов.

В результате обсуждений на круглом столе были приняты рекомендации.

1. Решение проблем безопасности следует искать в усилении механизмов защиты объектов и установок, способности предвидеть опасности,

выживать, адаптироваться, поддерживать и восстанавливать свое функционирование вне зависимости от интенсивности одиночного или комбинированного опасного воздействия и его длительности. Необходима организация новых научных исследований и создание современных средств НК, а также их производство в сложившихся условиях.

2. Российская атомная отрасль развивается в русле мировых тенденций; по отдельным направлениям она находится в авангарде мировых трендов. Направления развития действующей российской ядерной генерации (повышение мощности, увеличение выработки и КИУМ, существенное продление сроков эксплуатации ядерных блоков) не противоречат требованиям ядерной безопасности и являются распространенной мировой практикой. Внедрение отраслевой системы диагностики и осуществление эксплуатационного мониторинга ресурса оборудования АЭС выступают гарантом безопасности и надежности.
3. Отмечено, что сейчас внимательно изучаются различные аспекты диагностики и прогноза чрезвычайных ситуаций, на основе которых формулируются оптимальные требования к системам и средствам контроля, определяются экономически и технически целесообразные пути их реализации при минимизации номенклатуры изделий приборостроения.

Отчет предоставил:
КУЗЕЛЕВ Николай Ревокатович,
д-р техн. наук, проф.,
заместитель директора,
НИИИИ МНПО «Спектр»,
Москва

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ И ПРИБОРЫ КОМПЛЕКСНОГО КОНТРОЛЯ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ

Модератор: В.А. СЯСЬКО,
д-р техн. наук, ООО «КОНСТАНТА»

Программа круглого стола включала в себя пять выступлений ведущих специалистов производственных компаний и научно-исследовательских институтов Санкт-Петербурга.

Со вступительным словом выступил модератор круглого стола генеральный директор компании «КОНСТАНТА», д-р техн. наук В.А. Сясько. В своем выступлении он отметил актуальность вопросов, обсуждаемых на круглом столе, поскольку развитие технологий, ужесточение требований к качеству изделий, появление новых параметров контроля качества приводят к появлению новых покрытий и новых методов контроля качества покрытий. В своем докладе «Бесконтактные методы и приборы измерения толщины и адгезии диэлектрических покрытий» В.А. Сясько представил обзор новых перспективных приборов неразрушающего контроля толщины, адгезии и пористости покрытий, например таких, как: активный термографический бесконтактный метод измерения толщины, адгезии и пористости покрытий; радиометрический (рентгеновский флуоресцентный) метод измерения толщины покрытий; радиометрический β -отражения метод измерения толщины покрытий. Рассмотрены основные технические и метрологические характеристики приборов и их практическое использование в цеховых и полевых условиях.

Следующим выступил генеральный директор ООО «К-М» Е.В. Пилатов с двумя темами. В первом докладе «Комплексный контроль защитных и функциональных свойств диэлектрических покрытий» автор представил обзор действующих отечественных и международных стандартов, методик и соответствующего оборудования для контроля защитных покрытий – противопожарных, противокоррозионных и др. Второй доклад на тему «Контроль сплошности изоляционных покрытий крыш, бетонных и железобетонных конструкций» посвящен электроискровому методу контроля сплошности диэлектрических покрытий. Автор представил описание отечественного оборудования, реализующее данный метод, для контроля покрытий крыш и других конструкций и рассказал о существующих международных стандартах.

В докладе «Ультразвуковые толщиномеры многослойных диэлектрических покрытий неметаллических изделий» ведущим специалистом «УЗ-Константа» А.В. Кондратьевым представлен еще один



перспективный метод контроля качества покрытий – с помощью ультразвука. УЗ-метод позволяет контролировать многослойные покрытия, а именно каждый слой в отдельности, а также измерять толщину покрытия на неметаллических основаниях, таких как: дерево, бетон, пластик и др. Данные задачи очень часто встречаются на практике, однако современные стандартизированные методы не регламентируют их. Автор подробно описал данный метод и представил сравнительный анализ существующих ультразвуковых толщиномеров для контроля толщины покрытий.

От ВНИИМ им. Д.И. Менделеева выступила Н.И. Смирнова с докладом «Проблемы метрологического обеспечения перспективных методов контроля качества защитных покрытий», посвященным анализу современного метрологического обеспечения перспективных методов НК. Автором рассмотрены действующие отечественные стандарты на методы, приборы и меры толщины, а также действующая поверочная схема для средств измерений толщины покрытий, отмечено, что многие действующие в настоящий момент стандарты устарели, а перспективные методы контроля качества покрытий, рассмотренные на круглом столе, не регламентируются отечественными стандартами. На сегодняшний день очевидно необходимость пересмотра нормативной базы в области методологии и метрологического обеспечения измерений параметров качества покрытий.

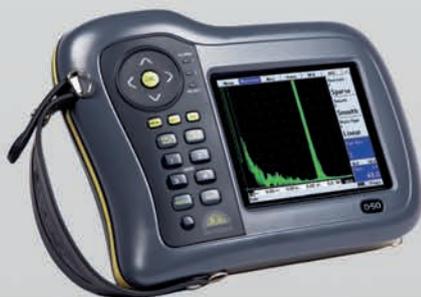
По обсуждениям круглого стола было принято решение о необходимости развития направления комплексного контроля параметров, характеризующих качество покрытий, а также о необходимости пересмотра существующих стандартов и поверочных схем в области неразрушающего контроля качества защитных покрытий.

Отчет предоставила: СМИРНОВА Надежда Игоревна,
ООО «КОНСТАНТА», Санкт-Петербург

УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ ДЕФЕКОСКОПЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Контроль сварных швов, основного металла, поковок, отливок,
составление карты коррозии, контроль композитов

SONATEST 500M/D50



- Частоты 1–20 МГц
- Развертка 5–5 000 мм (сталь)
- Слежение за акустическим контактом
- Встроенное ПО: АРУ, АРД, ВРЧ, DAC, AWS, API, В-скан
- Сенсорное управление
- Работа при t от –20 до +70 °С
- До 16 ч автономной работы
- Исполнение IP67
- Масса 1,7 кг, включая батарею

HARFANG PRISMA UT

*Ваша задача –
наше решение!*



SONATEST 700M/D70



- Частоты 0,5–35 МГц
- Развертка 1–20 000 мм (сталь)
- Слежение за акустическим контактом
- Встроенное ПО: АРУ, АРД, ВРЧ, DAC, AWS, API, В-скан
- DryScan для контроля композитов
- Работа с ЭМАП без контактной среды
- Амплитуда зондирующих импульсов до 450 В
- Работа при t от –20 до +70 °С
- До 16 ч автономной работы
- Масса 2,5 кг, включая батарею

Особенности:

- Работа с одноэлементным роликовым преобразователем
- Два независимых УЗ канала
- 3-D моделирование процесса контроля
- Запись всего объема полученных результатов в виде А-сканов
- Встроенное ПО для измерения размеров дефектов TOFD-методом
- Возможность работы с фазированными решетками в конфигурации 16:16 или 16:64
- Получение А, В и С-сканов в реальном времени
- Работа с ЭМАП на различных материалах (углеродистая и нержавеющая стали, алюминий, медь, титан)
- ПО УЗ-карта для моделирования процесса контроля всех типов сварных соединений и проведения обучения
- Получение автоматического отчета о результатах контроля



Официальный представитель
Sonatest Ltd (Великобритания)
на территории России

111024, Москва, ул. Авиамоторная, д. 12, оф. 405; (495) 789-37-48
www.panatest.ru, www.sonatest.ru; mail@panatest.ru

МЕЖОТРАСЛЕВОЕ РАБОЧЕЕ СОВЕЩАНИЕ «МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ПОКРЫТИЙ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»



В Санкт-Петербурге 23–24 декабря 2015 г. состоялось межотраслевое рабочее совещание «Метрологическое обеспечение неразрушающего контроля покрытий в Российской Федерации», организованное Российским обществом по неразрушающему контролю и технической диагностике, ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева», учреждением науки «ИКЦ СЭКТ» и ООО «КОНСТАНТА». Цель совещания – выработка рекомендаций и координация работ по улучшению метрологического обеспечения методов и средств комплексного неразрушающего контроля качества покрытий.

В работе совещания приняли участие ведущие специалисты государственных метрологических институтов, крупных промышленных предприятий, научно-исследовательских организаций и производителей измерительного оборудования, среди которых: ОАО «НПО Энергомаш им. В.П. Глушко», «ВНИИМС», ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева», ФГУП «ВНИИФТРИ», ФГУП «УНИИМ», ФГУП «НПО «Техномаш», АО «ИФТП», ФГУП «ЦНИИ КМ «Прометей», ФГУП

«НУЦ «Контроль и диагностика», ОАО «ЧТПЗ», учреждение науки «ИКЦ СЭКТ», ООО «КОНСТАНТА», «НТЦ «Эталон», Университет «Горный», ИПФ НАН Беларуси, ООО «Плазмацентр» и др.

Открывший совещание заместитель руководителя Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии Росстандарт С.С. Голубев в своем обращении поблагодарил всех участников совещания, отметил необходимость обеспечения до-

стоверности комплексного контроля качества функциональных покрытий и обещал оказать поддержку в реализации решений совещания.

Со вступительным словом выступили член правления РОНКТД, директор учреждения науки «ИКЦ СЭКТ», проф. В.Е. Прохорович и заведующий кафедры приборостроения Университета «Горный» проф. А.И. Потапов. Была отмечена важность рабочего совещания для обмена мнениями и опытом между специалистами предприятий и организаций различных отраслей промышленности по актуальным вопросам в области метрологического обеспечения неразрушающего контроля качества функциональных покрытий.

Было представлено и обсуждено 12 докладов. Первым выступил начальник отдела перспективных неразрушающих методов контроля ОАО «НПО Энергомаш им. В.П. Глушко» В.А. Калошин с докладом «Проблемные вопросы метрологического обеспечения контроля толщины специальных конструкционных и технологических покрытий ДСЕ ЖРД», в котором представил анализ состояния метрологического обеспечения при контроле толщины гальванохимических покрытий (серебро, золото, никель и др.). В своем докладе В.А. Калошин отметил практическое отсутствие нормативно-технической документации на контроль толщины покрытий, отсутствие государственных эталонных образцовых мер толщины покры-



В.А. Калошин

тий, наличие применяемого оборудования для контроля качества покрытий в единичном экземпляре. Для решения данных вопросов в рамках работы был представлен проект программы метрологического обеспечения контроля толщин гальванохимических покрытий на изделиях РКТ.

В своем докладе «Аттестация



П.А. Тополянский

тонкопленочных покрытий для изделий, работающих в условиях трения и износа» генеральный директор ООО «Плазмацентр» П.А. Тополянский рассказал об оборудовании, позволяющем проводить контроль качества специальных тонкопленочных покрытий (толщиной около 3 мкм). Приборы позволяют оценивать различные свойства покрытий, такие как: микро-



Выступает В.Е. Прохорович

образивное изнашивание, трибологические характеристики, износ покрытия, долговечность покрытия, физико-механические свойства покрытия, адгезия смазки к покрытию, поверхностное натяжение, остаточные напряжения. В большинстве случаев оценка параметров проводится в соответствии с европейскими и международными стандартами разрушающими методами. В докладе было отмечено, что на сегодняшний день не существует российских стандартов, которые регламентируют данные испытания.

В.А. Сясько, генеральный директор ООО «КОНСТАНТА», выступил с докладом «Приборы для измерения толщины и электрофизических свойств покрытий». В рамках выступления сформулирована проблема обеспечения надежности и безопасности изделий машино-, судо-, авиа-, ракетостроения и энергетики с учетом все возрастающих эксплуатационных требований к экономической эффективности в условиях конкуренции производителей, которые связаны с обеспечением качества защитных покрытий и несущих элементов конструкции изделий.

Рассмотрены основные группы покрытий, задачи их контроля и применимость видов и методов неразрушающего контроля. Были рассмотрены основные параметры, характеризующие качество различных покрытий, применимость видов и методов НК для контроля их толщины. В заключение своего доклада В.А. Сясько сделал акцент на том, что в Российской Федерации нет соответствующих стандартов на описание методов неразрушающего контроля качества покрытий, на наборы эталонных и рабочих образцов, на поверку и аттестацию образцов и приборов, отметил необходимость модернизации и доработки имеющихся поверочных схем с учетом новых требований к свойствам покрытий.

Ведущий научный сотрудник учреждения науки «ИКЦ СЭКТ» И.Ю. Кинжагулов в своем выступлении на тему «Комплексирование методов НК в ходе контроля качества нанесения функциональных и технологических покрытий» указал основные контролируемые параметры качества функциональных и технологических покрытий, а также возникающие при контроле про-

блемы. Докладчик подробно рассмотрел основные проблемы контроля качества покрытий на заводе-изготовителе АО «КБХА», а также представил основные типы дефектов, возникающих в этих покрытиях. В рамках данного выступления были описаны два новых оптимизированных метода контроля качества покрытий – пондеромоторный и магнитодинамический методы. В рамках совместных работ с ФГУП «НПО «Техномаш» и ОАО «НПО Энергомаш им. В.П. Глушко» были разработаны комплексные методы контроля толщины серебряного покрытия, а также контроля качества нанесения функциональных и технологических покрытий. В заключение выступления И.Ю. Кинжагулов сформулировал основные вопросы их метрологического обеспечения.

В докладе «Актуальные проблемы метрологического обеспечения в области измерений толщины покрытий» (авторы Е.Б. Брюховецкая и А.А. Москалев, сотрудники ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева») осветили основные проблемы, связанные с отсутствием единой поверочной схемы, строгих регламентов

и единого подхода к выражению метрологических характеристик мер толщины. Были сформулированы возможные направления деятельности в целях решения обозначенных проблем.

Главный научный сотрудник ФГУП «ВНИИМС» Л.С. Бабаджанов в докладе «Передача единицы длины в области измерений толщины покрытий» рассказал о параметрах, характеризующих качество покрытий, о металлах, применяемых для покрытий, о наиболее распространенных материалах оснований. В рамках выступления были представлены разработки Л.С. Бабаджанова, такие как математическая модель комбинаций материалов оснований и покрытий и их классификация.

В докладе «Воспроизведение единицы удельной электрической проводимости металлов как основа для установления единства в области измерений характеристик проводящих покрытий» руководителя лаборатории импедансов ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» Ю.П. Семенова представлены исследования по вихретоковому методу контроля, позволяющему контролировать различные электромагнитные характери-

сти металлических и неметаллических электропроводящих материалов. В рамках доклада рассмотрены области применения вихретокового метода контроля при комплексном контроле электропроводящих покрытий.

Заместитель директора ФГУП «УНИИМ» В.В. Казанцев в своем докладе «Состояние и перспективы развития метрологического обеспечения в области измерений поверхностной плотности, толщины и химического состава покрытий» предоставил информацию о десяти Государственных первичных эталонах и двух Государственных вторичных эталонах. Также В.В. Казанцев рассмотрел структуру государственной службы стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов. В докладе отражено участие ФГУП «УНИИМ» в международных научно-технических сотрудничествах в области стандартных образцов и в научных мероприятиях в области стандартных образцов. Представлен план мероприятий по внедрению Государственного первичного эталона поверхностной плотности покрытий.

В рамках выступления на тему «Приборы и методы измерения механических свойств покрытий» и.о. директора ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» К.В. Гоголинский рассказал о механических свойствах и геометрических параметрах покрытий. Докладчик рассмотрел основные методы контроля, такие как скретч-тестирование, испытания на износостойкость, метод инструментального индентирования. В ходе выступления была приведена структура метрологического обеспечения измерения твердости металлических покрытий. К.В. Гоголинский представил основные модели приборов нанотвердометров. Также был приведен анализ комплексного исследования гальванических покрытий.

В докладе «Метрологическое обеспечение измерений механи-



Выступает И.Ю. Кинжагулов

ческих свойств покрытий» старший научный сотрудник ФГУП «ВНИИФТРИ» А.Э. Асланян отметил перспективы развития и область применения измерений твердости методами инструментального индентирования. Докладчиком рассмотрены основные физико-механические характеристики, которые измерены при контроле методами индентирования, и объекты контроля. По результатам доклада отмечено, что для измерения твердости покрытий и слоев толщиной от 50 нм до 1 мкм возможно применение методов инструментального индентирования, а для обеспечения единства измерений внедрен стандарт, утвержден Государственный первичный эталон твердости, разработана поверочная схема, исследованы рабочие эталоны и разработан стандарт на поверку твердомеров.

Доклад «Покрытия со специальными свойствами» начальника НИО ФГУП ЦНИИ КМ «Прометей» П.В. Кузнецова посвящен изделиям, требующим применения инновационных технологий создания покрытий. Докладчик сообщил о перспективных технологиях создания таких покрытий. Подробно рассмотрены все технологии. Представлены схема процесса лазерной наплавки, технологии микроплазменного и газодинамического напыления, применяемые при ремонте и восстановлении деталей машин и механизмов, а также для аварийно-спасательной техники на море и подводно-водолазного оборудования для получения износостойких и коррозионно-стойких покрытий. При рассмотрении технологии вакуумного ионно-плазменного напыления акцент сделан на принципы формирования наноструктурированных покрытий и технологию напыления и наноструктурирования. П.В. Кузнецовым в докладе представлены также электролитические технологии. В рамках доклада рассмотрен

но диагностическое оборудование. В заключение доклада П.В. Кузнецов обосновал необходимость разработки методик и соответствующих стандартов для определения основных параметров металлических и композиционных покрытий.

В результате работы межотраслевого рабочего совещания было принято следующее **решение**:

• **утвердить положения:**

- 1) научно и технически обоснована необходимость пересмотра существующей поверочной схемы для средств измерений толщины покрытий;
- 2) вновь разрабатываемые меры толщины покрытий должны нормироваться по воспроизводимой величине при обеспечении стабильности задаваемых характеристики покрытий и оснований;
- 3) необходимо развитие направления комплексного контроля параметров, характеризующих качество покрытий;

• **в целях обеспечения единства измерений параметров покрытий предложить:**

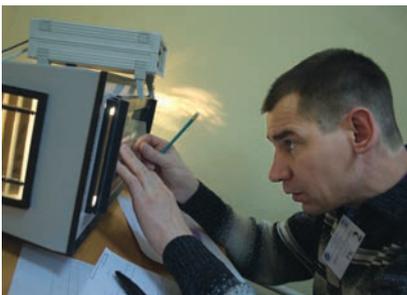
- 1) создать государственный специальный эталон в области измерений толщины покрытий;
- 2) разработать программу аттестации рабочих эталонов (мер толщины покрытий) с учетом обеспечения возможности контроля дополнительных нормируемых характеристик;
- 3) выработать общие требования к разработке мер толщины покрытий, включая перечень нормируемых характеристик и технологии изготовления;
- 4) разработать нормативную базу в области методологии и метрологического обеспечения измерений параметров покрытий;
- 5) разработать организационные мероприятия:

просить Росстандарт:

- 5.1) поручить ТК 206 разработку нормативных документов по измерению параметров покрытий:

- ГОСТы по измерениям параметров покрытий;
 - ГОСТы на меры и стандартные образцы;
 - поверочные схемы;
- 5.2) назначить организации, осуществляющие координацию деятельности в области:
 - метрологического обеспечения измерений толщины покрытий;
 - дефектометрии покрытий и материалов;
 - разработки и изготовления эталонных и рабочих мер толщины покрытий, в том числе специального назначения;
 - 5.3) ходатайствовать о создании отраслевых базовых организаций по обеспечению единства измерений толщины покрытий;
 - 5.4) поручить метрологическим институтам совместно с базовыми организациями заинтересованных отраслей разработать принципы оптимизации эталонных мер и стандартных образцов в областях измерений толщины, поверхностной плотности и физико-механических свойств материалов покрытий;
 - 5.5) создать комиссию в области измерения параметров покрытий;
 - 5.6) поручить указанной комиссии сформировать перечень НИР и ОКР в области метрологического обеспечения измерения параметров покрытий.

Материал предоставлен директором учреждения науки «ИКЦ СЭКТ» проф. В.Е. Прохоровичем и ген. директором ООО «КОНСТАНТА» д-ром техн. наук В.А. Сясько



XIII ВСЕРОССИЙСКИЙ КОНКУРС СПЕЦИАЛИСТОВ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

В феврале – марте 2016 г. Российским обществом по неразрушающему контролю и технической диагностике в рамках Единой системы оценки соответствия в области промышленной, экологической безопасности, безопасности в энергетике и строительстве при поддержке Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору был проведен ежегодный XIII Всероссийский конкурс специалистов неразрушающего контроля. Организация конкурса была поручена ОАО «НТЦ «Промышленная безопасность» и ООО «НУЦ «Качество» совместно с АО «НИКИМТ-Атомстрой». Конкурс проводил-

ся по семи методам неразрушающего контроля: акустико-эмиссионному, вибродиагностическому, визуальному и измерительному, проникающими веществами (капиллярному), магнитному, радиационному и ультразвуковому.

Конкурс позволяет выявить лучших специалистов в области неразрушающего контроля, оценить и повысить уровень профессиональной подготовки специалистов, повысить социальный статус и престиж профессии – специалист неразрушающего контроля. Формирование системы поддержки талантливых и профессиональных специалистов в области нераз-



Открытие финального тура конкурса. С лева на право: Васильев Г.Г., Копытов С.Г., Ключев С.В., выступает Рыбас А.Л.



рушающего контроля – одна из важнейших целей проведения конкурса.

Ответственность, компетентность, высококвалифицированный подход к своим обязанностям у специалистов – это гарантия производственной надежности, качества выпускаемой продукции и в целом обеспечения промышленной безопасности. Участие в конкурсе дает возможность специалистам в честной конкурентной борьбе продемон-

стрировать свои профессиональные навыки и мастерство, обменяться опытом с коллегами, обсудить профессиональные вопросы и определить сильнейшего. Для предприятий и организаций участие в конкурсе – это, в первую очередь, показатель высоких требований к квалификации своих специалистов, мотивации их профессионального роста, улучшения имиджа и повышения качества своих услуг и продукции.

Конкурс традиционно проходит в два тура. В этом году девять региональных центров, охватывающих нашу страну от Москвы до Хабаровска, приняли участие в проведении первого (отборочного) тура конкурса: ООО «НУЦ «Качество» совместно с АО «НИКИМТ-Атомстрой» (Москва), ООО «АРЦ НК» (Томск), ЭЦ НК Дальневосточного филиала ФГУП «ВНИИФТРИ» (Хабаровск), РЦАКД ИНК ФГАОУ ВО НИ ТПУ (Томск), ООО «ИКЦ



Финалисты и жюри конкурса



Призеры конкурса на форуме «Территория NDT – 2016»

«Арина» (Пермь), НОУ ДПО Учебно-аттестационный центр «ИркутскНИИхиммаш» (Иркутск), ЭЦ «Академия-НК» (Самара), ООО «Уральский центр аттестации» (Екатеринбург), НОАП ООО «Техсервис» (Уфа).

В первом туре конкурса, который прошел в регионах России с 1 по 12 февраля 2016 г., приняли участие более 200 специалистов из 54 организаций, работающих в области неразрушающего контроля.

В финальном туре конкурса, состоявшемся в НУЦ «Качество» (Москва) на базе РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина с 1 по 4 марта, приняли участие 34 специалиста, представляющие 22 организации со всей России. Награждение победителей состоялось в рамках форума «Территория NDT – 2016» в Экспоцентре на Красной Пресне 4 марта.

Все участники конкурса, как конкурсанты, так и члены жюри, подтвердили высокий уровень своей профессиональной квалификации. Победители и призеры были награждены дипломами и ценными призами. Победители, по традиции последних лет, получили ваучер на участие в XI школе-семинаре «Сертификация персонала в области неразрушающего контроля – 2016» (Сочи, Лазаревское).

Победителями и призерами конкурса стали:

- по акустико-эмиссионному контролю – Е.Л. Мартазов (ООО «ЦентрДиС», Казань);
- по вибродиагностическому контролю – А.А. Кореев (ООО «Томскнефтехим», Томск), Д.В. Томилин (ООО «Газпром трансгаз Ставрополь» ИТЦ, Ставрополь);
- по визуальному и измерительному контролю – Д.А. Саламахин (ООО «Газпром трансгаз Томск» ИТЦ, Томск), С.В. Одегов (ООО «Газпром трансгаз Югорск», Югорское УАВР г. Югорск);
- по магнитному контролю – Н.Ю. Соловьев (ПАО «НОРЭ», Тульская обл., Новомосковский), А.А. Фотин (ООО «Газпром трансгаз Чайковский» ИТЦ, г. Чайковский);
- по капиллярному контролю – Л.Г. Охапкина (ООО «Томскнефтехим», Томск), Р.Р. Низамудинов (АО «Транснефть-Урал» СУПЛАВ, Уфа), В.В. Попов (АО «Монди СЛПК», Сыктывкар);
- по радиационному контролю – А.И. Ефимов (ООО «Газпром трансгаз Краснодар» Яблоновское УАВР, Республика Адыгея, пос. Яблоновский), А.Ф. Ипатов (АО «ПО «Севмаш», Северодвинск), О.Г. Михайлов (АО «Транснефть-Урал» СУПЛАВ,

Уфа), А.М. Симонов (ООО «Газпром трансгаз Ставрополь» Невинномысское ЛПУМГ, Невинномысск);

- по ультразвуковому контролю – Н.А. Елышев (АО «Транснефть-Урал» СУПЛАВ, Уфа), С.В. Шкиров (АО «Транснефть-Урал» СУПЛАВ, Уфа), Д.А. Варнаев (ООО «Газпром трансгаз Санкт-Петербург» УАВР, Санкт-Петербург), А.В. Плотников (ПАО «Северсталь», Череповец).

Поздравляем победителей и призеров! Всем участникам конкурса желаем успеха в профессиональной деятельности!

Подробную информацию о конкурсе можно получить на сайте НУЦ «Качество»: www.centri-kachestvo.ru

В феврале – марте 2017 г. состоится XIV Всероссийский конкурс специалистов неразрушающего контроля. Первый тур (отборочный) пройдет в независимых органах по аттестации персонала и их экзаменационных центрах в регионах России в феврале 2017 г. Финальный тур состоится в марте 2017 г. в период проведения форума «Территория NDT – 2017» в Москве.

*Материал предоставлен
ООО «НУЦ «Качество»*

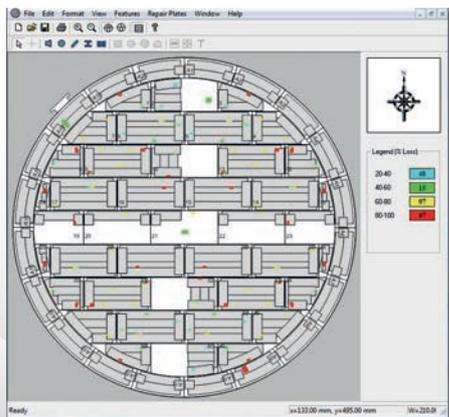
СКАНИРУЮЩИЕ СИСТЕМЫ

FalconWing

Обследование днищ
и стенок резервуаров



Контроль резервуаров



Программа TF-Map
для построения карт толщин

TiS 8C

Обследование трубопроводов, сосудов,
теплообменного оборудования



Контроль трубопроводов



Контроль теплообменников

ПРЕИМУЩЕСТВА СИСТЕМ TESTEX

- Сплошной высокопроизводительный контроль через покрытие толщиной до 6 мм или зазор
- Минимальные требования к подготовке поверхности, равномерная ржавчина, окалина, грязь не оказывают влияния на сигнал
- Бесконтактный контроль, не требуется контактная жидкость
- Наличие в трубопроводе продукта не влияет на результаты
- Обнаружение сплошной, точечной коррозии, эрозии, областей наводороживания и науглероживания и других дефектов на внутренней и внешней поверхности
- Контроль объектов любой геометрии, толщиной до 22 мм, как ферромагнитных, так и неферромагнитных
- Автоматическое определение типа и глубины дефекта (после предварительной калибровки)



БЕЛКИН Денис Сергеевич

Директор Регионального центра аттестации, контроля и диагностики, Институт неразрушающего контроля федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», г. Томск

Томский политехнический университет (ТПУ) — один из крупнейших в России научно-образовательных комплексов с развитой инфраструктурой научных исследований и подготовки кадров высшей квалификации. ТПУ прошел более чем вековой путь развития — от технологического института до национального исследовательского политехнического университета — центра науки и образования, ведущего технического вуза Азиатско-Тихоокеанского региона России.

Институт неразрушающего контроля (ИНК) — научно-образовательное и техническое объединение в составе ТПУ, осуществляющее подготовку бакалавров, магистров, аспирантов, кандидатов и докторантов, профессиональную переподготовку и аттестацию специалистов неразрушающего контроля и разрушающих испытаний.

ИНК единственный в азиатской части России проводит исследования и разработку методов, средств и диагностических комплексов неразрушающего контроля (НК), диагностику промышленных объектов и сооружений, испытания на радиационную стойкость материалов и изделий.

Основными направлениями научной деятельности ИНК были и остаются разработка научных основ, технических средств и методов дефектоскопии, развитие различных методов и технологий неразрушающего контроля: радиационных, инфракрасных, акустико-эмиссионных, ультразвуковых, тепловых, электрических и пр.

Практическим результатом научной деятельности ИНК является: создание источников излучений высоких энергий на базе ускорительной техники на уровне мировых образцов, разработка уникального оборудования, методов контроля и технологий для решения актуальных задач науки и промышленности, входящих в Перечень критических технологий РФ; привлечение зарубежных ученых, научных групп и коллективов для проведения совместных исследований и вхождение с этой целью в тематические консорциумы в рамках программ Евросоюза и других организаций.

За последних два года в институте разработаны и изготовлены ряд уникальных установок в области безопасности и антитеррора:

- научно-образовательный инспекционно-досмотровый комплекс;
- промышленный томограф;
- тепловой дефектоскоп-томограф;
- роботизированный ультразвуковой томограф;
- дефектоскопический комплекс контроля труб большого диаметра по заказу ОАО «Газпром»;
- компактный ускоритель электронов SEA-7.

ИНК ТПУ состоит из ряда научных лабораторий, кафедр и центров. Один из них — **Региональный центр аттестации, контроля и диагностики (Аттестационный центр)**, который был создан еще в 1994 г. Аттестационный центр аккредитован в качестве независимого органа по аттестации персонала и лабораторий, аттестован в качестве лаборатории НК и аккредитован как испытательная лаборатория разрушающих испытаний. Работа, связанная с неразрушающим контролем и диагностикой, разрушающими испытаниями (РИ), аттестацией и переаттестацией специалистов НК и РИ, профессиональной подготовкой и переподготовкой специалистов, аттестацией лабораторий НК и ремонтом рентгеновского оборудования возложена на аттестационный центр.

Благодаря тесному сотрудничеству между структурными подразделениями института и университета удалось создать уникальную рабочую атмосферу. Так, практические занятия по вибродиагностическому методу проходят на базе Сибирского центра вибродиагностики и балансировки при ТПУ, который располагает профессиональным учебным классом, стационарными системами и портативным оборудованием для обследования, балансировки и мониторинга, а занятия по радиационному контролю проходят на базе инспекционно-досмотрового комплекса, совместного проекта российско-китайской лаборатории, созданной для

исследования и контроля крупногабаритных изделий и грузов.

Одним из перспективных направлений деятельности аттестационного центра является разработка и реализация современного подхода к обучению и обновлению курсов повышения квалификации специалистов НК. Центр предлагает пройти обучение по расширенным программам специальной и профессиональной подготовки специалистов с возможностью дальнейшей аттестации в системе «Транснефть». В настоящее время разработано собственное программное обеспечение для принятия экзаменов у специалистов, установлена контрольно-обучающая система «ОЛИМПОКС» и разрабатываются электронные курсы дистанционного обучения по методам неразрушающего контроля, что, несомненно, является актуальным и современным инструментом подготовки специалистов.

ИНК выступает организатором ежегодных тренингов, семинаров и конференций по неразрушающему контролю, а также I отборочного тура Всероссийского конкурса специалистов НК. С самого начала создания Единой системы оценки соответствия ТПУ занимается аттестацией специалистов, начиная с 2012 г. – аттестацией лабораторий. География выполненных работ охватывает европейскую часть России, Сибирь и Дальний Восток. В состав независимого органа по аттестации специалистов входят четыре экзаменационных центра по аттестации, которые успешно функционируют, являясь представителями аттестационного центра в различных регионах.

Лаборатория неразрушающего контроля аттестационного центра участвует в таких крупных международных проектах, как «Сахалин-1» и «Сахалин-2». Квалификация специалистов, а также материальное оснащение ИНК позволяют решать сложные и весьма ответственные задачи. К примеру, в 2015 – 2016 гг.

лаборатория неразрушающего контроля ИНК ТПУ участвовала в проекте по реконструкции объекта «Полиэтилен высокого давления» на площадке ООО «Томскнефтехим», где, по требованию НТД, необходимо было обеспечить проведение радиационного контроля сварных соединений трубопровода диаметра 244 мм с толщиной стенки 42 мм. Работы были успешно выполнены с использованием бетатрона – ускорителя заряженных частиц, разработанного ИНК ТПУ. В общей сложности проконтролировано более 100 сварных соединений в кратчайшие сроки. Дополнительно лаборатория НК совместно с испытательной лабораторией аттестационного центра осуществляет исследовательские и экспертные работы по анализу физических свойств материалов и выявлению причин разрушения технических устройств и конструкций.

В состав коллектива Регионального центра аттестации, контроля и диагностики входят высококвалифицированные сотрудники, среди которых кандидаты и доктора технических наук. Центром ведутся различные исследовательские работы, результаты которых публикуются и освещаются в журналах и на конференциях различного уровня. Специалисты и организации, сотрудничающие с аттестационным центром, могут ознакомиться и оценить последние тенденции в мире неразрушающего контроля, задать вопрос разработчикам оборудования, профессорам, докторам и кандидатам наук, участвующим в работах института.

Более подробную информацию о деятельности Аттестационного центра можно узнать на сайте ndt.tpu.ru и по телефонам: (3822) 41-77-29, 41-99-21.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет – победитель конкурса на лучшую разработку «Неразрушающий контроль» форума «Территория NDT – 2016». ■

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ (РОССТАНДАРТ)
ТЕХНИЧЕСКИЙ КОМИТЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ ТК 371
«НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ»**

сообщает, что создан **Технический комитет по стандартизации – ТК 182 «Аддитивные технологии».**

Ведение секретариата ТК 182 поручено Федеральному государственному унитарному предприятию «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов» (ФГУП «ВИАМ»). В структуре ТК 182 выделены подкомитеты, один из них **ПК-5 «Неразрушающий контроль изделий, выполненных по аддитивным технологиям».**

25-ЛЕТНИЙ ЮБИЛЕЙ

УКРАИНСКОГО ОБЩЕСТВА НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ



ТРОИЦКИЙ
Владимир Александрович
Д-р техн. наук, профессор,
президент УО НКТД,
академик Международной
академии по НК



КАРМАНОВ
Михаил Николаевич
Канд. техн. наук,
ст. науч. сотрудник

Институт электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины, Киев

Украинское общество неразрушающего контроля и технической диагностики (УО НКТД) было организовано 16 ноября 1990 г. на учредительной конференции в Киеве. Эта творческая общественная организация объединяет специалистов, профессиональная деятельность которых связана с неразрушающим контролем и технической диагностикой. Общество создано по инициативе специалистов Института электросварки им. Е.О. Патона (ИЭС) НАН Украины, Киевского политехнического института и Физико-механического института им. Г.В. Карпенко НАН Украины. Организационную поддержку инициативной группе оказали Союз научных и инженерных объединений Украины и Национальная академия наук Украины. Учредительная конференция приняла устав общества, выбрала правление и председателя. Общество зарегистрировано в Министерстве юстиции Украины как всеукраинское общественное объединение. УО НКТД в своей деятельности широко использует опыт работы РОНКТД.

Сегодня коллективными членами УО НКТД являются более 200 организаций, деятельность которых связана с неразрушающим контролем и технической диагностикой, среди них такие, как: ГП «КБ Южное» им. М.К. Янгеля, Нижнеднепров-

ский трубопрокатный завод, Одесский припортовый завод, Сумской завод «Насосэнергомаш», ГП «Харьковский завод транспортного машиностроения им. В.А. Малышева», ОАО «Азовобщемаш», ОАО «Укрэнерго», НПЦ «Техдиагаз» ДК «Укртрансгаз», Черновицкий машиностроительный завод, АО «Мотор-Сич», Сумское машиностроительное научно-производственное общество, Новомосковский трубный завод, ОАО «Металлургический комбинат «Азовсталь», Днепропетровский трубный завод, Национальный технический университет «Киевский политехнический институт», Национальный авиационный университет, Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа, ФМИ им. Г.В. Карпенко НАНУ, ИЭС им. Е.О. Патона НАНУ и многие другие.

Региональные отделения общества работают в Днепропетровске, Харькове, Львове, Одессе, Запорожье, Николаеве, Ивано-Франковске, Киеве и других городах.

Активистами общества в течение 1992–1993 гг. была сформирована Государственная научно-техническая программа «Техническая диагностика и неразрушающий контроль». Программа включала 263 проекта, в исполнении которых должны были принять участие около 160 организаций и предприятий. Она была одобрена Президиумом Национальной академии наук Украины и Государственным комитетом по вопросам науки и технологий. К сожалению, в то время правительство не могло финансировать такую масштабную программу. Но на ее основе был создан ряд отраслевых программ, а в перечне главных направлений развития науки и техники в Украине, по которым проводится ежегодное конкурсное финансирование, появилось направление «Диагностическое обеспечение надежной и эффективной эксплуатации энерго- и ресурсоемких машин», а с 1995 г. – направление «Неразрушающий контроль и техническая диагностика». В 2000 г. была сформирована новая Национальная программа развития неразрушающего контроля и технической диагностики в Украине «Технический контроль – 2000».

В 1992–1993 гг. по инициативе специалистов УО НКТД и дирекции ИЭС им. Е.О. Патона был создан технический комитет по стандартизации «Техниче-

ская диагностика и неразрушающий контроль» — ТК-78 Госстандарта Украины, председателем которого был назначен академик Б.Е. Патон.

Чрезвычайно важное значение для страны имеет организация системы сертификации персонала НК согласно с процедурами, гармонизированными с европейскими и международными стандартами. Создана база для полного перехода к сертификации персонала НК в соответствии с международными нормами. В течение 1996 — 1997 гг. УО НКТД и ТК-78 провели подготовительную работу по принятию стандартов EN 473 «Квалификация и сертификация персонала в области НК. Основные принципы» и EN 45013 «Органы по сертификации персонала. Общие требования». Решением Госстандарта Украины эти стандарты были введены в действие с 1 января 2000 г.

В 1994 г. совместным приказом № 172/64/106/221 от 7 июля 1994 г. Министерства образования Украины, Национальной академии наук Украины, Государственного комитета Украины по надзору за охраной труда и Государственного комитета Украины по надзору в атомной промышленности в структуре УО НКТД был создан Национальный аттестационный комитет Украины по НК. Главной задачей комитета является организация системы сертификации персонала, которая соответствовала бы международным стандартам.

Усилиями активистов УО НКТД В.А. Троцкого, А.Н. Карпаша, Ю.К. Бондаренко, Ю.Б. Еськова, Н.Г. Белого, А.В. Мозгового, И.П. Белокура, И.Я. Шевченко и другими разработаны первые отраслевые нормативные документы по сертификации персонала в нефтегазовой промышленности, авиации, промышленных объектов повышенной опасности. Сегодня в стране работают аттестационные и учебные центры в Киеве, Днепропетровске, Харькове, Запорожье, Николаеве, Одессе, Львове, Ивано-Франковске. В 2000 г. правлением общества введен в действие стандарт СТТУ УО НКТД 01-2000 «Система сертификации персонала по неразрушающему контролю. Основные положения». Работы по становлению системы аттестации и сертификации в области неразрушающего контроля продолжаются. В 2008 г. Госстандарт Украины ввел в действие как национальные гармонизированные европейские стандарты ДСТУ EN 473: 2008, а в 2014 г. — ДСТУ EN ISO 9712: 2014 «Квалификация и сертификация персонала в области НК. Основные принципы».

В ИЭС им. Е.О. Патона издается журнал «Техническая диагностика и неразрушающий контроль», которому правление УО НКТД уделяет много внимания — предоставляют и помогают готовить к публикации статьи, сообщения, информацию, рекламу и др.



Президент Международной академии по НК Giuseppe Nardoni и В.А. Троцкий в Брешии (Италия), 2009 г.



Делегация УО НКТД на 16-й Международной конференции по НК в Монреале с академиком В.В. Клюевым, 2004 г.



Украинская делегация УО НКТД на 17-й Международной конференции по НК в Шанхае 2008 г.

С 1998 г. УО НКТД издает информационный бюллетень «НК-Информ», который вместе с журналом «ТД и НК» бесплатно получают все коллективные члены общества. Выпуски обоих этих журналов направляются также в ведущие учреждения России, включая РОНКТД.

Одним из главных направлений работы УО НКТД является организация и проведение конференций, семинаров и выставок. Первая, вторая и третья Украинские научно-технические конференции «Неразрушающий контроль и техническая диагностика», организованные УО НКТД совместно с ГП «КБ Южное» им. М.К. Янгеля, были проведены в 1994, 1997 и 2000 гг. в Днепропетровске. Следующие, с четвертой по седьмую, Национальные научно-технические конференции «Неразрушающий контроль и техническая диагностика», организованные УО НКТД, прошли в Киеве в 2003, 2006, 2009 и 2012 гг. Ежегодную конференцию и выставку «Неразрушающий контроль» организует ассоциация «ОКО». К 2012 г. более 20 ежегодных конференций было проведено осенью в Крыму и зимой в г. Славском Львовской обл.

Значительное внимание правление УО НКТД уделяет контактам и сотрудничеству с аналогичными обществами других стран. В 1995 г. УО НКТД принято в состав Европейского комитета по неразрушающему контролю. В 1998 г. УО НКТД стал со-

учредителем Европейской федерации по неразрушающему контролю (EFNDT), в которую входят общества по неразрушающему контролю 27 стран Европы. УО НКТД является членом Международного комитета по неразрушающему контролю (ICNDT). УО НКТД заключил ряд соглашений о сотрудничестве с обществами России, Польши, Чехии, Болгарии, Хорватии, Германии, Великобритании, Италии, Дании, США, Беларуси и др. По приглашению УТ НКТД в 2001 г. Украину посетил президент Международного комитета по неразрушающему контролю доктор Джузеппе Нардони, а в 2014 г. – председатель технического комитета TC-135 Non-Destructive Testing Международной организации по стандартизации (ISO) Hajime Hatano.

Делегации УО НКТД принимали участие в европейских и всемирных конференциях и выставках по неразрушающему контролю: в Копенгагене (7 ECNDT-1998), Риме (15 WCNDT-2000), Барселоне (8 ECNDT-2002), Монреале (16 WCNDT-2004), Берлине (9 ECNDT-2006), Шанхае (17 WCNDT-2008), Москве (10 ECNDT-2010), Дурбане (18 WCNDT-2012), Праге (11 ECNDT 2014). На всех этих мероприятиях УО НКТД и РОНКТД, как и в прежние времена, всегда поддерживали друг друга.

Подробнее с деятельностью УО НКТД можно ознакомиться на сайте www.usndt.com.ua



Спектр
Издательский дом

Мурашов В.В.

КОНТРОЛЬ И ДИАГНОСТИКА МНОГОСЛОЙНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ АКУСТИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ



590 руб.

ISBN 978-5-4442-0115-2. Формат - 60x90 1/16, 244 страницы, год издания - 2016.

Рассмотрены виды дефектов монолитных и клееных конструкций, выполненных с использованием полимерных композиционных материалов. Указаны методы и средства неразрушающего контроля клеевых соединений в многослойных конструкциях и изделий из полимерных композиционных материалов. Показаны достоинства и недостатки как традиционно применяемых, так и специальных низкочастотных акустических методов неразрушающего контроля многослойных клееных конструкций. Представлено новое научное направление в диагностике ПКМ, позволяющее определять непосредственно в конструкции без ее разрушения пористость, плотность, содержание матрицы и наполнителя, степень отверждения матрицы, упругие и прочностные свойства угле-, органико- и стеклопластиков лазерно-акустическим способом ультразвукового контроля.

Предназначена для специалистов второго уровня, работающих по направлениям неразрушающего контроля качества многослойных клееных конструкций и технической диагностики полимерных композиционных материалов, и может быть полезна в качестве пособия для подготовки студентов.



EMI

НОВЫЕ РОССИЙСКИЕ ПРИБОРЫ РАДИОГРАФИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ



Exertus Dual 120

Технические характеристики:
Exertus Dual 120, Exertus Dual 150
Используемый источник: Ir-192
Толщина контролируемого металла:
от 30 до 70 мм по стали

Технические характеристики:
Exertus VOX 100
Используемый источник: Co-60
Толщина контролируемого металла:
до 200 мм по стали



Exertus VOX 100



Exertus Light

Технические характеристики:
Exertus Light
Exertus Selen 80 Circa
Используемый источник: Se-75
Толщина контролируемого металла:
от 3 до 30 мм по стали



Exertus Selen 80 Circa

**ПРОИЗВОДИТЕЛЬ СРЕДСТВ И ТЕХНОЛОГИЙ
НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ
ЗАКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«ЭНЕРГОМОНТАЖ ИНТЕРНЭШНЛ»**

Адрес: 107078, г. Москва, Красноворотский проезд, д.3, стр. 1.

т. (499) 262-36-73, факс (499) 262-27-54

www.jscemi.ru

e-mail: emi@jscemi.ru

РОССИЯ – ДОСТОЙНЫЙ КОНКУРЕНТ НА МИРОВОМ РЫНКЕ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ РАДИОГРАФИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ



ФЕДОРОВ Владимир Александрович
Генеральный директор,
ЗАО «ЭНЕРГОМОНТАЖ ИНТЕРНЭШНЛ»,
Москва

ЗАО «ЭНЕРГОМОНТАЖ ИНТЕРНЭШНЛ» создано в 1991 г. на базе тепломонтажных предприятий Главтеплоэнергомонтажа Минэнерго СССР при участии Научно-исследовательского института атомных реакторов (НИИАР, ныне ГНЦ НИИАР, г. Димитровград Ульяновской области) и Всесоюзного научно-исследовательского института технической физики и автоматизации (ныне НИИТФА, г. Москва).

Главтеплоэнергомонтаж был организацией, выполняющей силами своих монтажных трестов, расположенных на всей территории СССР, монтаж тепломеханического оборудования и трубопроводов при сооружении тепловых и атомных электростанций. Одним из основных методов неразрушающего контроля сварных соединений при монтаже оборудования таких станций (в первую очередь атомных) является радиографический контроль с использованием источников гамма-излучения. В конце 1980-х гг. в целях обеспечения надежного контроля качества сварных соединений стальных конструкций ответственного назначения в диапазо-

В августе 2016 г. исполняется 25 лет со дня создания закрытого акционерного общества «ЭНЕРГОМОНТАЖ ИНТЕРНЭШНЛ». Все эти годы оно успешно занимается разработкой и производством оборудования для радиографического контроля качества сварных соединений с использованием источников гамма-излучения и достойно представляет Россию на мировом рынке.

не толщин от минимальных до 25–30 мм встал вопрос создания острофокусного высокоактивного радиографического источника на основе изотопа Se-75.

Во времена СССР разработкой радиографических источников гамма-излучения занимался НИИАР, а их серийным производством – комбинат «Маяк» (г. Озерск); разработкой радиографического оборудования – ВНИИТФА, а серийным производством – специализированный завод «Балтиец» (г. Нарва, Эстония).

Именно НИИАР, имевшему высокотемпературный атомный реактор, необходимый для создания источников Se-75, была поручена разработка новых источников. Однако финансирование этих работ в начале 1990-х гг. было прекращено. Кроме того, после развала Советского Союза завод «Балтиец» оказался за пределами России, и наша страна осталась без собственного производства радиографического оборудования.

Организации «ГЛАВТЕПЛОЭНЕРГОМОНТАЖА» были наиболее заинтересованы и в создании нового источника, и в воссоздании отечественного производства радиографического оборудования. Поэтому именно по их инициативе и было создано совместное советско-бельгийское предприятие «ЭНЕРГОМОНТАЖ ИНТЕРНЭШНЛ».

Значительную роль в его создании сыграл заместитель начальника «ГЛАВТЕПЛОЭНЕРГОМОНТАЖА» А.И. Ковшов, ставший первым председателем совета директоров нового предприятия, создание которого стало возможным благодаря его личным усилиям. Первым генеральным директором стал Е.А. Пономарев, который руководил предприятием до апреля 1992 г. Много труда в организацию работы совместного предприятия вложили бывшие в то время директорами НИИАР и ВНИИТФА В.Б. Иванов и А.С. Штань, сотрудники этих организаций Е.А. Карелин и Е.А. Жуковский, а также сотрудники Института атомной энергии им. И. В. Курчатова И.А. Суворов и А.Н. Чельцов. Со стороны зарубежных партнеров в создании совместного предприятия активно участвовали руководитель московского представительства бельгийской фирмы «ЭРИНТРЕЙД» Н.А. Твербус-Тверди и представитель индийской фирмы «КЕМИМПЕКС» Р. Растиги.

Совместное предприятие создавалось в целях организации разработки новых конкурентоспособных радиографических источников и радиографического оборудования и воссоздания серийного производства в России. Для реализации этих задач на предприятии уже в 1991 г. был

создан департамент радионуклидной техники, который возглавил В.Б. Богод. Он продолжает курировать его и в настоящее время, являясь председателем Совета директоров ЗАО. Кроме того, при создании предприятия планировалось сформировать условия для сохранения высококвалифицированных кадров тепломонтажников, потеря которых после развала СССР и уничтожения сложившейся в СССР системы организации тепломонтажных работ при сооружении тепловых и атомных организаций была неминуемой. Для этого в структуре предприятия был создан департамент строительномонтажных работ, действующий по настоящее время.

Первое, что было сделано, — это решен вопрос финансирования работ НИИАР по созданию радиографического источника Se-75, и по сей день не имеющего альтернативы в мире, а также по организации его серийного производства. Создание такого источника стало возможным после инициированной нами разработки технологии обогащения природного селена по изотопу Se-74 до 96% и выше и использования для его облучения при производстве источников высокопоточного атомного реактора.

Затем потребовалась разработка нового гамма-дефектоскопа для работы с источниками Se-75, что и было выполнено при участии ВНИИТФА и немецкой фирмы «ИЗОТОПЕН ТЕХНИК доктора Зауэрвайна». Серийное производство малогабаритных шланговых дефектоскопов «ГАММАМАТ-Se», известных в России под маркой РИД-Se4P, было начато нашим предприятием в 1994 г.

Этот дефектоскоп быстро завоевал достойное место на мировом рынке и применяется до настоящего времени. За прошедшие годы было произведено и реализовано в России и за рубежом более 1700 дефектоскопов. В соз-



Дефектоскоп RID-Se4UM P

дание этого дефектоскопа и организацию его серийного производства значительный вклад внесли Е.А. Жуковский, А.И. Юшкин, В.И. Петухов, М.А. Довгаль, А. Кусев.

В настоящее время на смену этому дефектоскопу разработан и выпускается серийно его модификация RID-Se4UM P (см. рисунок). Эта модель предлагается уже в двух модификациях — с блоком защиты как из урана, так и из вольфрама. Несмотря на то что этот дефектоскоп выпускается недавно, он уже стал победителем конкурса «Неразрушающий контроль 2015», проводимого РОНКТД.

В дальнейшем совместное предприятие было преобразовано в закрытое акционерное общество «ЭНЕРГОМОНТАЖ ИНТЕРНЭШНЛ» уже без иностранного участия, но связи с зарубежными партнерами сохранились и еще больше расширились. В Бельгии с участием ЗАО «ЭНЕРГОМОНТАЖ ИНТЕРНЭШНЛ» и южноафриканской фирмы «ГАММАТЕК» была создана фирма «ОСЕРИКС», осуществляющая реализацию производимой нами продукции на мировом рынке.

В настоящее время ЗАО «ЭНЕРГОМОНТАЖ ИНТЕРНЭШНЛ» имеет несколько производственных площадок в России (в городском округе Химки мкрн. Сходня Московской области и в Муроме Владимирской области), в Южно-Африканской Республике и в Чехии, способ-

ных суммарно производить более 500 ед. радиографического оборудования — дефектоскопов, транспортных и транспортно-перезарядных контейнеров — в год.

За последние годы нами были разработаны и производятся в настоящее время семь типов гамма-дефектоскопов для работы со всеми практически используемыми в дефектоскопии источниками Se-75, Ir-192 и Co-60. Кроме того, созданы восемь типов транспортных контейнеров для транспортировки и хранения, а также транспортно-перезарядных контейнеров для перезарядки всех указанных типов источников непосредственно на рабочем месте без применения специальных средств радиационной защиты.

В настоящее время ЗАО «ЭНЕРГОМОНТАЖ ИНТЕРНЭШНЛ» продолжает выполнение работ по совершенствованию разработанного нашим предприятием ранее радиографического оборудования и созданию новых образцов по заказам прежде всего российских потребителей, интересы которых всегда были приоритетом для нашего предприятия.

**ЗАО «ЭНЕРГОМОНТАЖ
ИНТЕРНЭШНЛ»
107078, г. Москва,
Красноворотский пр., д. 3, стр. 1
Тел.: +7 (499) 262-14-93
Факс: +7 (499) 262-27-54
E-mail: emi@jscemi.ru
www.jscemi.ru**

ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ ОТЛИЧИЯ МЕТОДА МАГНИТНОЙ ПАМЯТИ МЕТАЛЛА ОТ ДРУГИХ ИЗВЕСТНЫХ МАГНИТНЫХ МЕТОДОВ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ. ИТОГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МЕТОДА



ДУБОВ Анатолий Александрович

Д-р техн. наук, профессор, генеральный директор,
ООО «Энергодиагностика», Москва

В 2003 г. в журнале «Контроль. Диагностика» была опубликована статья о принципиальных отличительных признаках метода магнитной памяти металла (МПМ) [1]. В статье были даны ответы автора метода на типичные вопросы, которые обсуждались на заседании научно-технического совета в НИИИИ МНПО «Спектр» под председательством президента РОНКТД В.В. Ключева (июль, 2003). Заседание научно-технического совета специально было посвящено методу МПМ.

В связи с тем что в кругах «магнитчиков», занимающихся разработкой и развитием различных магнитных методов неразрушающего контроля (НК), до сих пор возникают вопросы об отличительных признаках и физических основах метода МПМ, назрела необходимость еще раз в популярной форме рассмотреть эту тему в авторской интерпретации.

В частности, отдельные наиболее типичные вопросы к методу МПМ отражены в статье Э.С. Горкунова, опубликованной в журнале «Дефектоскопия» [2]. Некоторые комментарии к содержанию этой статьи необходимо отметить.

В аннотации к данной статье сказано, что «оценка напряженно-деформированного состояния (НДС) оборудования по методу магнитной памяти металла (МПМ) без учета условий формиро-

вания состояния остаточной намагниченности (ОН) будет обладать низкой достоверностью». Далее в статье перечисляются различные условия формирования и виды ОН, среди которых называется наиболее устойчивая термоостаточная намагниченность, формирование которой происходит в изделиях в процессе их различных производств при остывании металла ниже точки Кюри. Именно термоостаточная намагниченность, отображающая структурную и технологическую наследственность изделий, в основном используется в методе МПМ при экспресс-сортировке изделий машиностроения по качеству. В процессе эксплуатации термоостаточная намагниченность изделий, попадая под действие рабочих нагрузок, перераспределяется и дает информацию о локальных зонах концентрации напряжений (ЗКН) – источниках развития повреждений.

Далее в статье рассматриваются механизмы изменения ОН изделий в условиях приложения внешних постоянных и переменных магнитных полей (рис. 1–7, приведенные в статье [2]), которые не имеют никакого отношения к технологии метода МПМ.

Механизм формирования ОН (магнитной памяти металла) подробно рассмотрен в книге по физическим основам метода МПМ [3]. Судя по содержанию статьи [2], автор хотя формально и делает ссылку на указанную книгу, но, очевидно, ее не изучал в должной мере.

В разделе статьи «Устойчивость ОН к действию упругих деформаций различного типа» автор рассматривает механизмы изменения ОН ферромагнетиков в условиях упругой деформации с позиций сложившихся представлений о магнитоупругом эффекте (м.у.э.). В условиях реальной практики изделия работают не только в упругой области деформации (эта область ограничивается пределом пропорциональности, который примерно равен $\sim 0,3 - 0,5$ от предела текучести для углеродистых сталей). В статье совсем не рассматривается магнитоэластичность и формирование ОН в условиях

сдвиговой деформации (основной вид деформации в изделиях под действием рабочих нагрузок). Также не рассматривается векторное распределение ОН и магнитных полей рассеяния в пространстве ферромагнитных изделий, т.е. механизм формирования внутреннего магнитного поля, фиксируемого на поверхности диагностируемого изделия, от макрохарактеристик его напряженно-деформированного состояния. В этом же разделе автор статьи [2] подтверждает возможность «запоминания» остаточной намагниченности максимальных напряжений, действовавших непосредственно на изделия. Однако в этом случае, как указывает автор, необходимо знать распределение ОН в изделиях до и после приложения напряжения. Именно таким образом и поступают специалисты, которые применяют метод МПМ на практике.

Действительно, очень часто при использовании метода МПМ на практике неизвестно распределение ОН в изделиях или узлах оборудования в исходном состоянии до приложения нагрузки. В этих случаях в методе МПМ используется предположение, что все элементы конструкции в исходном состоянии имеют примерно одинаковую намагниченность, одинаковую форму (типоразмер), одинаковый материал. Исходя из этого, после воздействия рабочей нагрузки в изделиях возникают магнитные аномалии в зонах концентрации напряжений (ЗКН), и, таким образом, путем измерения распределения ОН и магнитных полей рассеяния в ЗКН и вне этих зон предоставляется возможность делать оценку состояния изделий и элементов конструкции. Возникает ситуация, когда сама конструкция и ее элементы после снятия рабочей нагрузки показывают свои слабые места в виде «магнитной памяти металла».

В настоящее время фирмой ООО «Энергодиагностика» (г. Москва) разработано около 60 различных руководящих документов и методик, которые используются на практике при оценке фактического напряженно-деформированного состояния оборудования и конструкций. Автору статьи [2] и другим специалистам рекомендуется ознакомиться с опытом применения метода МПМ на практике, изложенным в работе [4] и на сайте <http://www.energodagnostika.ru>.

На рис. 10–14 в статье Э.С. Горкунова [2] рассматриваются зависимости изменения ОН при воздействии на ферромагнитные образцы из разных марок стали растягивающих, сжимающих и циклических знакопеременных нагрузок, полученные в лабораторных условиях. При этом используется искусственное намагничивание образцов и не учитывается неоднородность структуры металла. Поэтому такие результаты исследований непригодны для применения в методе МПМ, в котором используется остаточная намагниченность, сложившаяся

под действием приложенных нагрузок в слабом магнитном поле Земли (или цеха).

В книге по физическим основам метода МПМ [3] приведена магнитомеханическая диаграмма, разработанная впервые (аналогов в теории магнетизма нет) и отображающая с энергетических позиций формирование ОН (или остаточной индукции) в ферромагнетиках при воздействии на них напряжений различного уровня и знака и внешних магнитных полей разной напряженности. Именно с энергетических позиций, т.е. с учетом весового энергетического вклада механических напряжений и внешнего магнитного поля, необходимо рассматривать процесс формирования намагниченности в ферромагнетиках.

В заключении автор статьи [2] высказывает сомнение в том, что в условиях, когда на изменение ОН в ферромагнетике воздействуют одновременно несколько факторов (напряжения, температура, напряженность внешнего поля, структура, коррозия и др.), невозможно однозначно делать оценку напряженно-деформированного состояния изделий с использованием параметров метода МПМ. Такое сомнение высказывают многие специалисты-магнитчики. Для ответа на этот вопрос автору метода МПМ потребовалось провести множество экспериментальных работ и теоретических исследований, в результате выполнения которых было установлено следующее.

Если рассматривать влияние основных факторов H_e , T , σ на изменение намагниченности ΔM ферромагнетика определенной формы и массы от исходного состояния M_0 , то получим функциональное соотношение в следующем виде:

$$\Delta M(H_e, T, \sigma) = (1 + k_{He})(1 + k_T)(1 + k_\sigma) M_0 = (1 + k_{He} + k_T + k_\sigma + k_H k_T + k_H k_\sigma + k_T k_\sigma + k_{He} k_T k_\sigma) M_0, \quad (1)$$

где k_i – нелинейные функции, отражающие влияние каждого из указанных факторов на изменение ΔM и взаимного влияния этих факторов друг на друга; H_e – внешнее магнитное поле; T – температура; σ – напряжение.

И если идти по пути традиционного подхода в исследовании этих нелинейных функций на изменение намагниченности ферромагнетика, то эти исследования потребуют длительного времени и проведения большого количества экспериментальных работ. Собственно, именно по этому пути идут многие специалисты, изучающие процессы намагничивания ферромагнетиков.

На основе анализа результатов большого количества экспериментальных работ, проведенных в ходе разработки метода МПМ, был предложен энергетический подход к изучению влияния фак-

торов, указанных в соотношении (1), на изменение намагниченности ΔM ферромагнетика.

В основе энергетического подхода лежит идея о том, что каждый ферромагнетик определенной формы и материала имеет определенную энергоемкость, характеризующую его предельную сопротивляемость внешним нагрузкам и разрушению. В экспериментальных исследованиях было получено, что предельное состояние, наступающее при разрушении ферромагнетика, имеет одинаковую энергетическую характеристику, т.е. энергия разрушения ферромагнетика и, соответственно, максимальное изменение его намагниченности ΔM по соотношению (1) независимо от различного сочетания факторов и физических эффектов, приведших его к этому состоянию, одна и та же и является энергетической константой. При этом время достижения предельного состояния даже для однотипных изделий в зависимости от различного сочетания факторов может быть разным. Более подробно описание энергетического подхода в методе МПМ приведено в статье [5].

Влияние размагничивающего фактора и различных случайных помех на распределение ОН в изделиях, которые имеют место на практике (удары, наклепы, шероховатости поверхности, влияние внешних магнитных полей) и методология отстройки от них рассматриваются в учебном пособии [4].

Еще один из типичных вопросов, который приходится слышать в кругу «магнитчиков» и других специалистов в области НК: зачем и почему методу МПМ дано такое название? В приборах, используемых при контроле методом МПМ, используются в основном феррозондовые датчики, и поэтому очень часто специалистами предлагается называть метод МПМ просто феррозондовым методом НК. В связи с этим необходимо заявить о том, что, на взгляд автора, принципиально нельзя давать название любому методу НК по типу используемого датчика. Если следовать этой логике, то, например, метод акустической эмиссии и различные методы вибродиагностики, использующие пьезопреобразователи, также нужно назвать методами пьезопреобразования. Название и классификация методов НК должны быть по типу физических полей и эффектов, используемых в том или другом методе.

В настоящее время согласно ГОСТ 18353 «Контроль неразрушающий. Классификация видов и методов» можно насчитать более 100 различных методов НК, в названии которых хаотично отображены и переплетены типы датчиков и используемые физические эффекты без четкой их классификации на физической основе. Сортируя известные методы НК по типу физических полей, можно получить следующие виды:

- электрические;
- магнитные;

- электромагнитные;
- тепловые;
- механические.

При этом такие известные и широко применяемые методы, как оптические, радиоволновые, рентгеновские, акустические, голографические, капиллярные, методы электрического сопротивления, тензометрические, а также методы муара, сеток, фотоупругости и др., не исчезли, они заняли свои места в этих пяти видах. В статье [6] более подробно рассматриваются предложения по новой системе классификации методов НК.

Теперь рассмотрим в популярной форме некоторые положения, касающиеся названия метода МПМ и его физических основ.

Понятие «магнитная память металла» введено автором впервые в 1994 г. и до этого времени в технической литературе не применялось. Были известны термины и понятия: «магнитная память Земли» в археологических исследованиях; «магнитная память» в звукозаписи; «эффект памяти формы», обусловленный структурно-фазовыми превращениями, ориентированными внутренними напряжениями в изделиях из металла.

На основе установленной взаимосвязи дислокационных процессов с физикой магнитных явлений в металлах изделий введено понятие «магнитная память металла» и разработан новый метод диагностики.

Уникальность метода МПМ заключается в том, что он основан на использовании собственного магнитного поля рассеяния (СМПР). Возникновение СМПР обусловлено формированием доменных границ на скоплениях дислокаций высокой плотности (дислокационных стенках) под действием рабочих нагрузок. Ни при каких условиях с искусственным намагничиванием в работающих конструкциях такой источник информации, как собственное магнитное поле, получить невозможно. Только в малом внешнем поле, каким является магнитное поле Земли, в нагруженных конструкциях, когда энергия деформации на порядок превосходит энергию внешнего магнитного поля, такая информация формируется и может быть получена.

СМПР, сформировавшееся под действием рабочих нагрузок, одновременно является и мерой коэрцитивности металла. В практических работах показано, что метод МПМ может применяться как при работе оборудования, так и после снятия рабочих нагрузок, во время ремонта. В силу «магнитодислокационного гистерезиса» магнитная текстура, сформировавшаяся под действием рабочих нагрузок, после их снятия как бы «замораживается». Таким образом, предоставляется уникальная возможность путем считывания этой информации с помощью специализированных приборов выполнять оценку

фактического напряженно-деформированного состояния оборудования и выявлять на раннем этапе зоны максимальной поврежденности металла.

Физические основы возникновения СМПР принципиально другие в сравнении с магнитными полями рассеяния (МПР), возникающими на дефектах изделий при их искусственном намагничивании, используемом в известных магнитных методах НК. СМПР возникает в локальных зонах (от 0,1 до десятков микрометров) на поверхности и в глубинных слоях металла изделий. Исследование СМПР и физических основ его возникновения до «рождения» метода МПМ (90-е гг. прошлого столетия) не выполнялись. И такая задача в металлофизике не ставилась. Возникновение СМПР обусловлено взаимодействием силовых полей с электромагнитными полями микрочастиц, последовательно составляющих атом, примитивную кристаллическую решетку, затем ее элементарную ячейку, саму решетку, домен и, наконец, группу доменов, при условии несовершенства кристаллической решетки. Механизм самонамагничивания ферромагнитных изделий и возникновения в них СМПР с учетом энергии квантового поля, являющегося причиной гистерезиса, подробно описан в работе [3].

СМПР возникают и на новых изделиях машиностроения непосредственно после их изготовления. Известно, что при нагревании ферромагнетика выше температуры Кюри (например, для железа $T_K \cong 770^\circ\text{C}$) и последующем его охлаждении даже в слабом внешнем магнитном поле Земли он приобретает такой уровень намагниченности, которого можно достигнуть при нормальной температуре лишь в магнитном поле большой интенсивности. Именно при таких условиях, как правило, формируется естественная намагниченность при изготовлении изделий машиностроения. Механизм возникновения реальной магнитной текстуры изделия (плавка,ковка, термическая обработка, сварка) происходит непосредственно после кристаллизации при охлаждении ниже точки Кюри. При этом процесс охлаждения реальных изделий идет, как правило, неравномерно. Наружные слои металла охлаждаются быстрее, чем внутренние. Образуются термические напряжения по объему изделия, которые вызывают сдвиговую деформацию кристаллической решетки и формируют соответствующую магнитную текстуру. В местах наибольшей концентрации дефектов кристаллической решетки (например, скоплений дислокаций) и неоднородностей структуры образуются узлы закрепления доменных границ (ДГ) с выходом на поверхность изделия, как правило, в виде линий смены знака нормальной составляющей СМПР (линий $H_p = 0$). В промышленных исследованиях установлено, что сформированная таким образом термоостаточная

намагниченность отображает структурную и технологическую наследственность изделия, а линии $H_p = 0$ соответствуют линиям концентрации остаточных напряжений. Разработана серия методик по контролю качества изделий машиностроения с использованием метода МПМ.

На основе анализа результатов экспериментальных исследований и практической диагностики был сделан вывод о наличии, по крайней мере, трех разновидностей физических эффектов, лежащих в основе метода МПМ. Одним из эффектов является магнитоупругий и, казалось бы, досконально изученный. Второй эффект – магнитоэлектрика, характеризующий процесс взаимодействия магнитных полей с дислокациями и их скоплениями [3]. Третий эффект – явление возникновения СМПР в условиях одновременного действия на ферромагнетик внешних нагрузок и слабого геомагнитного поля.

Если рассматривать механизмы проявления этих эффектов в экспериментальных исследованиях в связи с критериями современной механики разрушений [7], то становится очевидным, что применение метода МПМ на практике представляет собой новое направление в технической диагностике. Метод МПМ объединяет потенциальные возможности неразрушающего контроля, механики разрушения и материаловедения. При выполнении контроля оборудования и конструкций представляется еще одна уникальная возможность проявления волн деформации, которые обусловлены действием рабочих нагрузок, структурной неоднородностью и геометрическими размерами объекта контроля [8, 9].

Таким образом, по мнению автора, магнитная память металла – это новое физическое явление, благодаря которому предоставляется возможность выявлять реологические свойства материала изделий: силомоментные напряжения, реакцию на воздействие внешних сил и релаксацию, геометрические смещения в процессах деформирования. Эффект магнитной памяти металла как нового физического явления требует дальнейшего исследования.

Особо следует отметить роль магнитного поля Земли в методе МПМ. Геомагнитное поле, присутствующее везде, является обязательным условием формирования магнитомеханической информации, используемой при диагностике оборудования. Благодаря прецессии магнитных моментов атомов деформированной кристаллической решетки в магнитном поле Земли на макроуровне проявляется фактическое НДС ферромагнитного изделия.

В работе [3] разработана магнитомеханическая диаграмма, на которой показаны результаты энергетического взаимодействия силовых и магнитных полей в процессе намагничивания ферромагнитных изделий. Показаны границы областей преимущественного влияния силового и магнитного по-

лей. При напряженности внешнего поля $H \leq 1200$ А/м графики изменения чувствительности силовой и магнитной составляющих совпадают независимо от напряженно-деформированного состояния изделий. А при напряженности внешнего поля значительно меньше, например при значении внешнего магнитного поля Земли (~ 50 А/м), процесс намагничивания определяется силовым полем, и направление внутреннего магнитного поля в ферромагнетике отслеживает направление развивающегося скольжения во всем диапазоне силового воздействия, вплоть до разрушения. В работах [3, 7] даны представления о формировании магнитомеханических доменов с позиций энергетического взаимодействия силовых и магнитных полей.

На основе вышеизложенного предлагается метод МПМ выделить среди всех магнитных методов НК как отдельный вид контроля по аналогии с методом АЭ, выделенным особо среди акустических методов НК.

В заключении отметим некоторые итоги развития и распространения метода МПМ в России и других странах. По состоянию на январь 2016 г., метод МПМ и соответствующие приборы контроля получили распространение кроме России в 35 странах мира. В НОАП ООО «Энергодиагностика» по методу МПМ подготовлено:

- более 2000 специалистов в России;
- более 500 специалистов в Китае;
- 75 специалистов в Польше;
- около 100 специалистов в других странах.

Программа подготовки и аттестации специалистов по методу МПМ согласована с Ростехнадзором. Данная программа и учебное пособие прошли экспертизу специалистами разных стран в комиссии «Контроль качества сварки» Международного института сварки (МИС) и приняты в качестве документа МИСа № V-1347-06.

На основе международных стандартов по методу МПМ (ISO 24497-1:2007(E), 24497-2:2007(E), 24497-3:2007(E)) введены в действие национальные стандарты в России, Украине, Польше, Китае, Монголии, Иране.

В России действуют более 60 руководящих документов и отраслевых стандартов, в которых даны методические указания по применению метода МПМ при диагностике оборудования.

В последние годы в России приобретает все большее развитие бесконтактная магнитометрическая диагностика (БМД) газонефтепроводов, водоводов, трубопроводов теплотрасс, расположенных под слоем грунта. Это направление, развиваемое рядом предприятий, становится основным методом при контроле труднодоступных участков трубопроводов. В основе БМД лежат диагностические параметры, разработанные и используемые в методе МПМ.

Развитие метода МПМ, представляющего новое направление в технической диагностике, идет широким фронтом. Одновременно с развитием методологии происходит модернизация приборов и сканирующих устройств, совершенствуется процесс обучения специалистов, проводятся экспериментальные работы в лабораторных и промышленных условиях.

В ряде стран, где метод МПМ получил наибольшее распространение (Россия, Китай, Польша, Чехия, Венгрия, Германия), в научно-исследовательских и учебных институтах ведутся активные исследования структурных и механических свойств металла образцов с применением физического метода МПМ. Метод МПМ предоставляет уникальные возможности при экспериментальных исследованиях физико-механических и прочностных свойств металла как в лабораторных, так и в промышленных условиях.

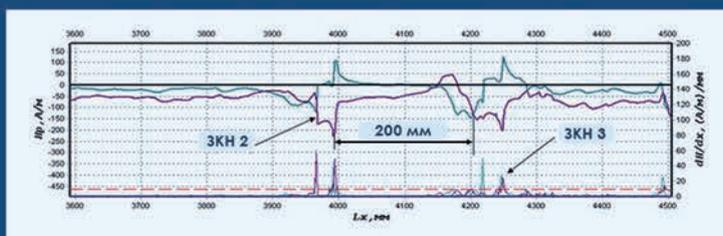
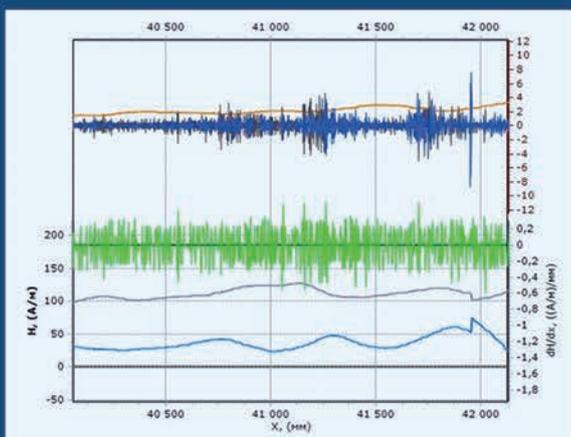
Библиографический список

1. Дубов А.А. Принципиальные отличительные признаки метода магнитной памяти металла и приборов контроля в сравнении с известными магнитными методами неразрушающего контроля // Контроль. Диагностика. 2003. № 12. С. 27–29.
2. Горкунов Э.С. Различные состояния остаточной намагниченности и их устойчивости к внешним воздействиям. К вопросу о «методе магнитной памяти» // Дефектоскопия. 2014. № 11. С. 3–21.
3. Власов В.Т., Дубов А.А. Физические основы метода магнитной памяти металла. М.: ЗАО «Тиссо», 2004. 424 с.
4. Дубов А.А., Дубов Ал.А., Колокольников С.М. Метод магнитной памяти металла и приборы контроля: учеб. пособие. 5-е изд. М.: ИД «Спектр», 2012. 395 с.
5. Дубов А.А. Энергодиагностика – физическая основа метода магнитной памяти металла // Территория NDT. 2014. № 2. С. 46–49.
6. Дубов А.А., Власов В.Т. О классификации методов // В мире НК. 2007. № 8. С. 63–64.
7. Власов В.Т., Дубов А.А. Физическая теория процесса «деформация-разрушение». Ч. I. Физические критерии предельных состояний. М.: ЗАО «Тиссо», 2007. 517 с.
8. Дубов А.А., Дубов Ал.А. Эффект проявления волн деформации труб и сосудов в экспериментальных исследованиях с помощью метода магнитной памяти металла // Территория NDT. 2016. № 1. С. 55–60.
9. Кожин М.И. Закономерности формирования аномалий собственного магнитного поля рассеяния в условиях потери устойчивости тонкостенных цилиндрических резервуаров // Деформация и разрушение материалов. 2015. № 5. С. 43–47.

Бесконтактная магнитометрическая диагностика подземных трубопроводов с использованием метода магнитной памяти металла



Измерительный комплекс и выполнение работ в различных условиях



При расшифровке информации о состоянии трубопроводов по изменениям магнитного поля Земли используются критерии и программный продукт, разработанные в ООО "Энергодиагностика" на основе метода магнитной памяти металла. НОАП НК ООО "Энергодиагностика" является единственным центром подготовки специалистов по бесконтактной магнитометрической диагностике.

ООО "Энергодиагностика"

Россия, 143965, г.Реутов, Московская область, Юбилейный проспект, 8, офис 12
Телефон/факс: +7-498-6619281; +7-498-6616135
www.energodiagnostics.ru E-mail: mail@energodiagnostics.ru

О ВЫБОРЕ МЕТОДОВ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ СВАРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

КОНОВАЛОВ Николай Николаевич,

ОАО «НТЦ «Промышленная безопасность», Москва

УСАЧЕВ Игорь Иванович,

ООО «МЕГА II», Брянск

АРЕФЬЕВ Александр Евгеньевич,

ООО «НОРЭК», Москва

БАЙДРАКОВ Николай Николаевич,

ООО «МЕГА II», Брянск

ДАНИЛЕВСКИЙ Александр Владимирович,

ООО «МЕГА II», Брянск

Неразрушающий контроль (НК) благодаря своей способности не нарушать пригодности объекта контроля к дальнейшему использованию служит важнейшим способом получения информации о состоянии технических устройств и сооружений, применяемых и эксплуатируемых на опасных производственных объектах, и обеспечения их качественного изготовления, строительства и ремонта [1–3]. Самым распространенным объектом НК являются сварные конструкции. Развитие научно-технического прогресса в области сварочного производства позволило значительно повысить их эксплуатационные свойства. Вместе с тем известно, что сварные соединения остаются местами, в которых могут возникать и развиваться трещины при эксплуатации конструкций.

Если выбор методов разрушающего контроля (испытаний), как правило, однозначен и зависит от определяемых свойств, структуры или состава объектов контроля, то выбор методов (видов) НК может быть многовариантным и вызывать затруднения при назначении того или иного метода или совокупности методов. Рассмотрим обобщенные критерии, влияющие на выбор наиболее распространенных методов НК.

Рекомендации по выбору методов НК приведены в таблице. При выборе следует учитывать следующие основные факторы: виды деятельности, при которых применяется НК; зоны контроля (основной металл или сварные швы); склонность сталей к трещинообразованию в процессе изготовления, строительства или ремонта; ограничения в применении методов НК.

НК при изготовлении, строительстве и ремонте сварных конструкций должен быть направлен на выявление дефектов, возникших в ходе выполнения технологического процесса, а при техническом диагностировании (обследовании) сварных конструкций — прежде всего на выявление трещин, возникших в процессе эксплуатации технических устройств и сооружений.

При выборе методов НК при изготовлении, строительстве и ремонте необходимо учитывать склонность материала конструкции к трещинообра-

зованию. Если применяются стали, не склонные к трещинообразованию в ходе технологического процесса, например низкоуглеродистые и низколегированные стали, то наиболее вероятно образование дефектов в сварных швах: непроваров, несплавлений, подрезов, пор, раковин, шлаковых включений, наплывов, кратеров, прожогов и свищей. Кроме того, необходимо учитывать и возможность возникновения трещин. В последнее время все более широкое применение находят высокопрочные стали, в том числе высокопрочные низколегированные стали. Сварка конструкций из этих сталей сопряжена с резким увеличением вероятности образования трещин в сварных швах и околошовных зонах.

Визуальный и измерительный контроль позволяет выявлять наиболее часто встречающиеся поверхностные дефекты, и является обычно обязательным методом контроля независимо от видов деятельности, при которых применяется НК.

Радиационным контролем хорошо выявляются объемные сварочные дефекты и его целесообразно использовать при контроле сварных швов в процессе изготовления, строительства или ремонта сварных конструкций.

Ультразвуковой контроль — наиболее универсальный из физических видов НК. Хорошая выявляемость при ультразвуковом контроле наиболее опасных плоскостных дефектов: непроваров, несплавлений и трещин, в том числе трещин, возникающих в процессе эксплуатации сварных конструкций, позволяет широко использовать его как при контроле качества изготовления, строительства и ремонта конструкций, так и при оценке их технического состояния в процессе эксплуатации.

Магнитопорошковый контроль, как правило, применяется для выявления поверхностных дефектов, не обнаруживаемых при визуальном контроле. Этот метод наиболее эффективен при выявлении поверхностных трещин. Магнитопорошковый контроль может быть использован как при контроле основного металла, так и при контроле сварных швов. Причем при контроле сварных швов, как правило, не требуется их дополнительная обработка (обеспечение плавных переходов от наплавлен-

Рекомендации по выбору методов неразрушающего контроля сварных конструкций

Виды деятельности	Зоны контроля	Склонность сталей к трещинообразованию в процессе изготовления, строительства или ремонта	Ограничения в применении методов (видов) контроля	Рекомендуемые методы (виды) контроля
Изготовление, строительство, ремонт	Основной металл	Используются стали, не склонные к трещинообразованию (например, стали с пределом текучести не более 450 МПа)	Применение УЗК не осложнено (например, толщина 4 мм и более, отсутствуют крупнозернистые структуры)	ВИК, УЗК
			Применение УЗК осложнено (например, толщина менее 4 мм, аустенитные стали)	ВИК
		Используются стали, склонные к трещинообразованию (например, стали с пределом текучести более 450 МПа)	Применение УЗК не осложнено Применение МПК не осложнено (например, ферромагнитные стали, обеспечивается возможность использования намагничивающих устройств)	ВИК, УЗК, МПК
			Применение УЗК осложнено, а МПК не осложнено	ВИК, МПК
			Применение УЗК не осложнено Применение МПК осложнено (например, не обеспечивается возможность использования намагничивающих устройств)	ВИК, УЗК, КК, ВК
			Применение УЗК и МПК осложнено	ВИК, КК, ВК
	Сварные швы	Используются стали, не склонные к трещинообразованию	Применение УЗК не осложнено	ВИК, УЗК, РК
			Применение УЗК осложнено	ВИК, РК
		Используются стали, склонные к трещинообразованию	Применение УЗК и МПК не осложнено	ВИК, УЗК, РК, МПК
			Применение УЗК осложнено, а МПК не осложнено	ВИК, РК, МПК
			Применение УЗК не осложнено, а МПК осложнено	ВИК, УЗК, РК, КК
			Применение УЗК и МПК осложнено	ВИК, РК, КК
Техническое диагностирование, обследование	Основной металл	Все стали	Применение УЗК и МПК не осложнено	ВИК, МПК, УК, АЭК
			Применение УЗК осложнено, а МПК не осложнено	ВИК, МПК, АЭК
			Применение УЗК не осложнено, а МПК осложнено	ВИК, КК, ВК, УЗК, АЭК
			Применение УЗК и МПК осложнено	ВИК, КК, ВК, АЭК
	Сварные швы	Все стали	Применение УЗК и МПК не осложнено	ВИК, МПК, УЗК, АЭК
			Применение УЗК осложнено, а МПК не осложнено	ВИК, МПК, АЭК
			Применение УЗК не осложнено, МПК осложнено	ВИК, КК, УЗК, АЭК
			Применение УЗК и МПК осложнено	ВИК, КК, АЭК

Примечание. Методы (виды) неразрушающего контроля: ВИК – визуальный и измерительный; УЗК – ультразвуковой; РК – радиационный; МПК – магнитопорошковый; КК – капиллярный; АЭК – акустико-эмиссионный, ВК – вихретоковый.

ного металла к основному, снятие усиления шва и пр.). Таким образом, магнитопорошковый контроль целесообразно применять при контроле сварных швов и околошовных зон в процессе изготовления, строительства или ремонта конструкций из высокопрочных сталей, а также при оценке технического состояния конструкций в процессе эксплуатации технических устройств и сооружений.

Для некоторых элементов конструкций магнитопорошковый контроль не может быть использован, так как при этом виде контроля необходима определенная зона для намагничивания и нанесения индикаторных материалов. В этом случае его целесообразно заменить капиллярным или вихретоковым контролем. Однако в этом случае при капиллярном контроле сварных швов требуется по крайней мере обеспечение плавных переходов от наплавленного металла к основному и удаление грубой чешуйчатости сварных швов, а при вихретоковом – снятие усиления швов.

Характерная особенность акустико-эмиссионного метода – возможность обнаружения и регистрации развивающихся дефектов, позволяющая классифицировать дефекты по степени их опасности, что обеспечивает эффективное его использование при оценке технического состояния конструкций в процессе эксплуатации. Однако следует

отметить, что более широкое применение акустико-эмиссионного контроля ограничивается достаточно сложной его технологией, дороговизной оборудования и высокими требованиями к квалификации исполнителей.

Библиографический список

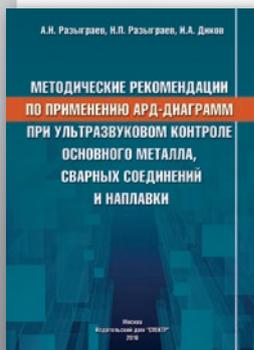
1. **Безопасность России.** Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Безопасность промышленного комплекса. М.: МГФ «Знание», ГУП «Науч.-техн. центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России», 2002. 464 с.
2. **Концепция управления** Системой неразрушающего контроля и основные направления ее развития // Система неразрушающего контроля. Аттестация лабораторий: сб. документов. Сер. 28. Вып. 1. М.: ГУП «Науч.-техн. центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России», 2000. С. 5–16.
3. **Коновалов Н. Н.** Система обеспечения безопасной эксплуатации технических устройств и сооружений на опасных производственных объектах методами неразрушающего контроля // Технология машиностроения. 2005. № 3. С. 46–47. ■



Спектр
Издательский дом

Разыграев А.Н., Разыграев Н.П., Диков И.А.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ АРД-ДИАГРАММ ПРИ УЛЬТРАЗВУКОВОМ КОНТРОЛЕ ОСНОВНОГО МЕТАЛЛА, СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ И НАПЛАВКИ



ISBN 978-5-4442-0116-9. Формат - 60x90 1/16, 78 страниц, год издания - 2016.

Настоящие «Методические рекомендации по применению АРД-диаграмм при ультразвуковом контроле основного металла, сварных соединений и наплавки» разработаны в Лаборатории диагностики атомного энергетического оборудования.

Предназначены для операторов, инженерно-технических работников по контролю основного металла, сварных соединений при изготовлении, монтаже и эксплуатации оборудования, трубопроводов и металлоконструкций, а также студентов вузов в качестве учебного пособия.

330 руб.

119048, г. Москва, ул. Усачева, д. 35, стр. 1. 000 «Издательский дом «Спектр»
Телефон отдела реализации: (495) 514-26-34. Дополнительный телефон офиса: (926) 615 17 16.
E-mail: zakaz@idspektr.ru. Http://www.idspektr.ru