

ТЕРРИТОРИЯ NDT

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ

2, 2019

апрель - июнь (30)



УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДЕФЕКТОСКОП УСД-60 ФР НА ФАЗИРОВАННЫХ РЕШЕТКАХ

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



Морозостойчивое (от -30°C) исполнение



Автоматическая настройка, конструктор разделки сварного шва



Подключение стандартных 16-ти элементных ФР



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

КРОПУС
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР

телефон/факс:
(495) 229 42 96
(800) 500 62 98

sales@kropus.ru
www.kropus.ru



СОВМЕСТНЫЙ ПРОЕКТ ОДИННАДЦАТИ НАЦИОНАЛЬНЫХ ОБЩЕСТВ ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ

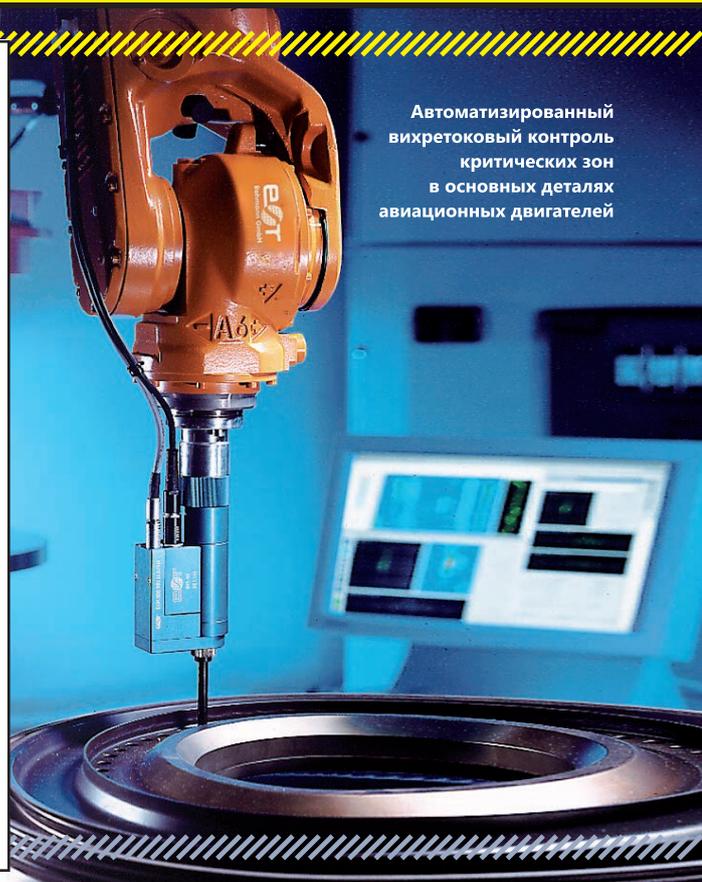
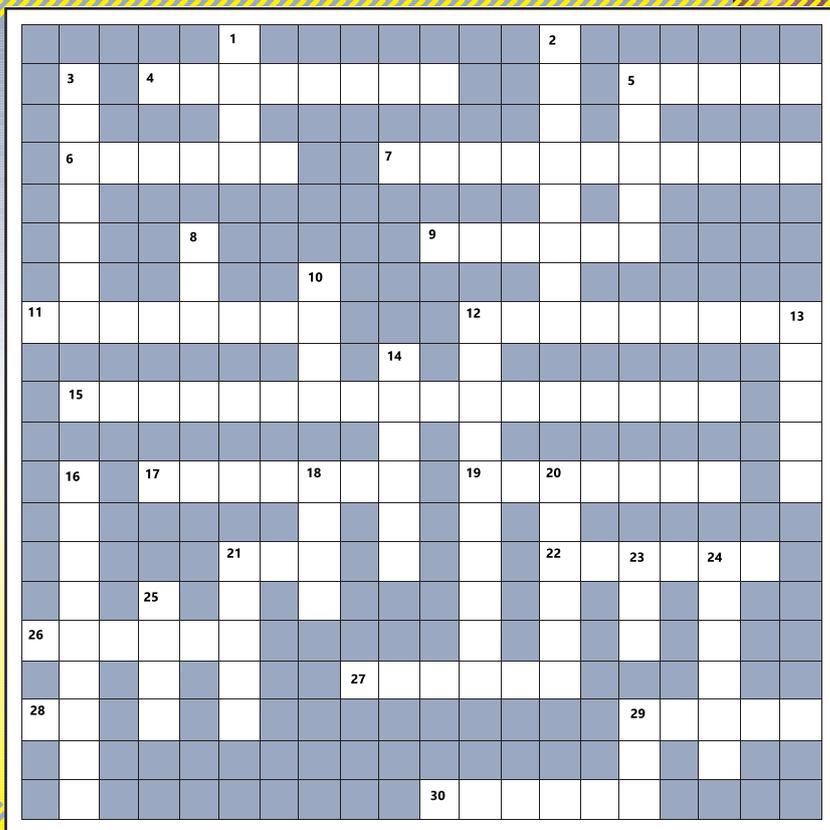
Экономичное решение по контролю труб теплообменников и кондиционеров: вихретоковый дефектоскоп NORTEC® 600D



Для выполнения контроля труб теплообменников и кондиционеров достаточно одного оператора и комплекта оборудования на базе вихретокового дефектоскопа NORTEC 600D. Одна система позволяет осуществлять полный контроль оребренных и неоребренных труб из ферромагнитных и неферромагнитных материалов, и не требует много времени на освоение.

- Точное измерение размеров дефектов: мгновенное получение значений угла и амплитуды, без маркировочных знаков на экране.
- Ножная педаль для эффективной работы: балансируйте прибор или очищайте экран, используя ножную педаль и не прерывая рабочий процесс.
- Экономия времени за счет предустановленных параметров: быстрая загрузка нужных параметров для каждого приложения и режима контроля

Неразрушающий контроль



Автоматизированный
вихретоковый контроль
критических зон
в основных деталях
авиационных двигателей

По горизонтали:

4. Дефект поверхности, представляющий собой острый, в виде гребня, выступ, образовавшийся при резке металла. **5.** Отрицательный электрод рентгеновской трубки. **6.** Совокупность частот гармонических составляющих колебаний, расположенных в порядке возрастания. **7.** Изменение коэффициента усиления [ступенчатое и (или) плавное] органами управления контрольной акустической аппаратурой. **9.** Окончательный анализ результатов контроля и выдача заключения о годности или негодности объекта контроля либо о необходимости его ремонта. **11.** Часть теплового дефектоскопа, в котором непосредственно осуществляются прием и преобразование теплового излучения в электрический сигнал. **12.** Акустическая аппаратура для оперативного измерения твердости, использующая метод контактного импеданса. **15.** Электронное устройство, служащее для анализа спектра исследуемого сигнала. **17.** Логарифмическая единица измерения отношений величин. **19.** Сигнал, ограниченный временным интервалом. **21.** Акустический импульс, отраженный от неоднородности в материале или границы объекта контроля. **22.** Область поверхности анода рентгеновской трубки, на которую попадает электронный луч и из которой эмитируется первичный пучок рентгеновского излучения. **26.** Устройство, предназначенное для повышения производительности контроля. **27.** Устройство, прикрепляемое к экрану трубки, изготовленное обычно из свинца и обычно дистанционно управляемое, используемое для управления потоком рентгеновского излучения. **28.** Дефект поверхности, представляющий собой продольный выступ с одной или двух диаметрально противоположных сторон прутка, образовавшийся вследствие неправильной подачи металла в калибр. **29.** Дефект поверхности, представляющий собой отслоение металла языкообразной формы, соединенное с основным металлом одной стороной, образовавшееся вследствие раскатки или расковки рванин, подрезов. **30.** Дефект в виде углубления по линии сплавления сварного шва с основным металлом.

По вертикали:

1. Соединение преобразователей, при котором излучающий и приемный наклонные преобразователи располагаются на поверхности ввода рядом, а их акустические оси пересекаются в исследуемой точке объекта контроля. **2.** Увеличение амплитуды (мощности) сигналов. **3.** Гомогенная смесь, состоящая из двух или более компонентов. **5.** Документ, содержащий основные данные технологической инструкции. **8.** Беспорядочно распределенные сигналы на экране прибора, обусловленные отражениями от структуры материала. **10.** Область рентгеновской трубки, через которую эмитируется излучение. **12.** Прибор, предназначенный для измерения толщины различных материалов. **13.** Дефект в виде прямоугольного паза. **14.** Оценка результатов контроля. **16.** Способность окрашенного цветного или люминесцирующего магнитного порошка сохранять свои оптические свойства и чувствительность к магнитному полю дефектов после хранения в заданных условиях в течение заданного времени. **18.** Совокупность электронных узлов. **20.** Сигнал, затрудняющий работу с информативными сигналами. **21.** Узел электронного блока, служащий для визуального представления информативных сигналов. **23.** Расстояние между соседними траекториями перемещения преобразователя. **24.** Пример контрольного отражателя в акустическом контроле в виде паза. **25.** Положительный электрод рентгеновской трубки. **29.** Плоский угловой отражатель, высота которого находится целиком в зоне акустического пучка, а длина выходит за его края.

Spune™

Новейшая разработка EDDYFI для картографирования стресс-коррозионных повреждений (КРН)

Метод контроля — вихретоковый с использованием матриц

Количество каналов — 128

Ширина полосы захвата — 203 мм

Объекты контроля — от 152 мм до плоских поверхностей

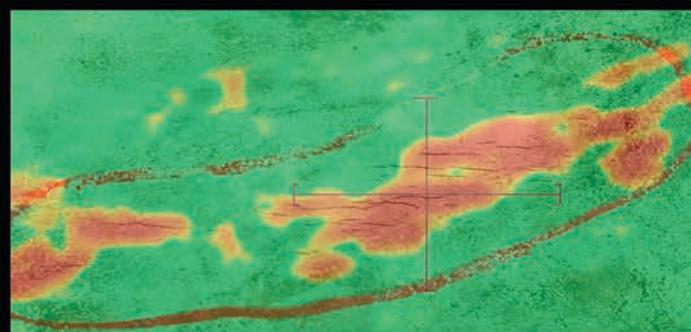
Скорость сканирования — до 600 мм/с

Высокоточный датчик пути

Совместимость с Reddy128 или ECTANE2-E128/256



pergam.ru/Reddy



РЕКЛАМА

Территория NDT

СОДЕРЖАНИЕ

№2 (апрель – июнь), 2019

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, заместитель председателя УзОНК)
Аугутис В. (Литва)
Венгринович В.Л.
(Беларусь, председатель БАНК и ТД)
Зайтова С.А.
(Казахстан, президент СРО КАЗАХСТАНСКИЙ РЕГИСТР)
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)
Ригишвили Т.Р.
(Грузия, президент GEONDT)
Ткаченко А.А.
(Молдова, президент НОНКТД РМ)

Редакция:
Агапова А.А.
Клейзер Н.В.
Сидоренко С.В.

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 Федеральной службе по надзору
в сфере связи, информационных
технологий и массовых коммуникаций
(Роскомнадзор). Свидетельство
о регистрации средства массовой
информации ПИ № ФС77-47005

Учредители:
ЗАО Московское научно-производственное объединение «Спектр»
(ЗАО МНПО «Спектр»);
Общероссийская общественная
организация «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 25 апреля 2019
Подписано в печать 3 июня 2019
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,
опубликованной в рекламных
материалах. Статьи публикуемые
в журнале, не рецензируются.
Мнение авторов может не совпадать
с мнением редакции.

Оригинал-макет подготовлен
в ООО «Издательский дом «Спектр».

Отпечатано в типографии
ООО «МЕДИАКОЛОР»
127273, г. Москва,
Сигнальный проезд, д. 19

ВЫСТАВКИ, СЕМИНАРЫ, КОНФЕРЕНЦИИ

VI Международный промышленный форум «Территория NDT. Неразрушающий контроль. Испытания. Диагностика» 2

Деловая программа форума «Территория NDT. Неразрушающий контроль. Испытания. Диагностика» 8

Беседы на VI Международном промышленном форуме «Территория NDT. Неразрушающий контроль. Испытания. Диагностика» 32

Цомук С.Р. Очередные заседания Петербургского научно-практического семинара по неразрушающему контролю – «Гурвич-клуба» 40

ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ

XVI Всероссийский конкурс специалистов неразрушающего контроля 42

МЕТОДЫ, ПРИБОРЫ, ТЕХНОЛОГИИ

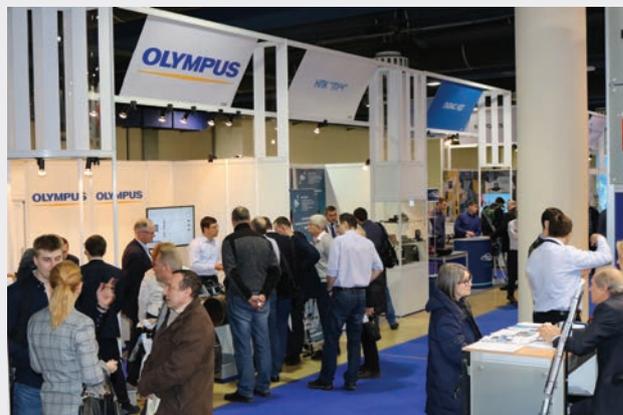
Панков В.В. Ультразвуковой контроль фазированными решетками коррозионно-стойких сплавов и сварных соединений разнородных металлов 46

Чихунов Д.А. Летающий кроулер. Противоударный дрон-робот для тепловизионного обследования труднодоступных и опасных объектов 55

ИСТОРИЯ НК

Бобров В.Т. Ученые – изобретатели ультразвуковых методов контроля. К 90-летию изобретения С.Я. Соколова. Обзор. Часть 2. Этап интеллектуальных технологий ультразвукового контроля (продолжение) 58

VI МЕЖДУНАРОДНЫЙ ПРОМЫШЛЕННЫЙ ФОРУМ «ТЕРРИТОРИЯ NDT. НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ. ИСПЫТАНИЯ. ДИАГНОСТИКА»



4–6 марта 2019 г. в Москве, в ЦВК «Экспоцентр» состоялся VI Международный промышленный форум «Территория NDT. Неразрушающий контроль. Испытания. Диагностика».

Форум объединил в себе следующие направления:

- **Неразрушающий контроль и дефектометрия;**
- **Исследование физико-механических свойств;**
- **Встроенный контроль и мониторинг технического состояния;**
- **Анализ структуры и коррозионного состояния;**
- **Техническое диагностирование и прогнозирование ресурса.**

В рамках работы форума специалисты обменивались опытом прежде всего в области практического применения и развития средств и технологий неразрушающего контроля и технической диагностики в авиационной и космической, оборонной и машиностроительной, нефтегазовой и энергетической отраслях

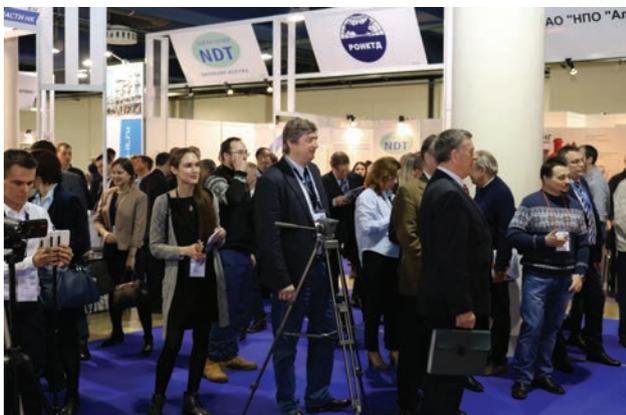
промышленности нашей страны, а также на железнодорожном транспорте, в металлургии, строительстве и современном сварочном производстве.

На общей площади в 2800 кв. м «Территория NDT–2019» объ-

единила 72 компании, из которых 71% принимают постоянное участие в форуме, начиная с 2014 года, что является несомненным подтверждением эффективности площадки для реализации бизнес-задач. Среди

ПОСЕТИТЕЛИ – ОТРАСЛЕВОЙ СОСТАВ





участников «Территория NDT–2019» разработчики, поставщики оборудования неразрушающего контроля и диагностики, сервисные компании, учебные и сертификационные центры, специализированные издания, национальные общества.

Привлеченные сильным составом экспонентов и содержательной деловой программой форум посетил более **2900 человек** – руководители компаний, начальники лабораторий, ведущие специалисты, инженеры из различных отраслей деятельности, ответственных за выбор и внедрение технологий НК и диагностики на предприятиях.

56% посетителей выставки составили специалисты из Москвы и Московской области, **38%** – представители других регионов: Приволжского федерального округа (Нижний Новгород, Казань, Набережные Челны, Самара, Пермь, Уфа), Дальневосточного округа (Владивосток, Хабаровск), Центрального федерального округа (Воронеж, Калуга, Липецк, Рязань, Тула, Ярославль), Северо-Западного федерального округа (Калининград, Мурманск, Санкт-Петербург), Уральского федерального округа (Екатеринбург, Сургут, Магнитогорск, Тюмень), Сибирского федерального округа (Томск, Красноярск, Новосибирск, Барнаул, Омск), **6%** – специалисты из Белоруссии, Китая, Чехии, Украины, Латвии, Казахстана, Азербайджана, Германии.

В рамках деловой программы форума был рассмотрен комплекс методов определения технического состояния объектов, а также вопросы применения риск-ориентированного подхода при оценке возможности и срока эксплуатации опасных производственных объектов, объектов и инфраструктуры железнодорожного транспорта, атомной энергетики, строительного комплекса и ВПК.

В круглых столах приняли участие **ведущие разработчики, представители крупнейших корпораций и компаний, профильных институтов и ведомств:** ВНИИМ, ГИС ИМАШ РАН, Университет ИТМО, Учреждение науки ИКЦ СЭКТ, ООО «Микроакустика М», НИЦ «Курчатовский институт», Ростех-

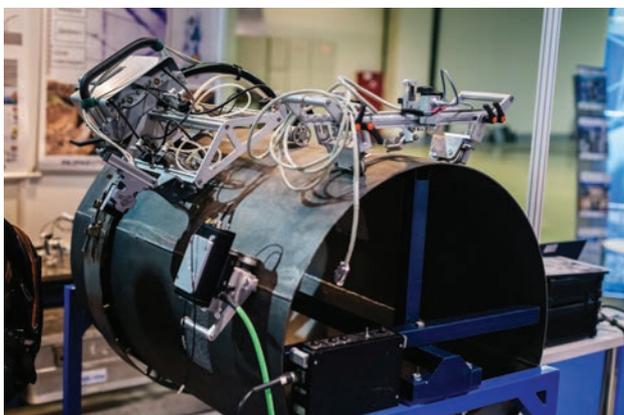
СОСТАВ ПОСЕТИТЕЛЕЙ ПО ДОЛЖНОСТЯМ



ГЕОГРАФИЯ ПОСЕТИТЕЛЕЙ



надзор, ООО «Константа», Инженерная школа НКИБ ТПУ, Центр НК и ТД АО «ВНИИЖТ», НИИИМ МНПО «Спектр», ООО «АКС», АО «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева», ООО «НПЦ «Кропус», ООО «Эхо+», ИжГТУ им. М.Т. Калашникова, ООО «НУЦ «Качество», «СертиНК» ФГАУ



«НУЦСК при МГТУ им. Н.Э. Баумана», ООО «НУЦ «Качество», «ГК Роскосмос», АО «НТЦ «Промышленная безопасность», ЦНИИ КМ «Прометей», НТЦ «Эталон», УрФУ им. Б.Н. Ельцина и ИФМ УрО РАН, АО «Уралтрансмаш», ООО «АЛТЕС», ЗАО «НПО «Алькор».

Отчеты по результатам проведения круглых столов опубликованы на стр. 8–31 данного номера и на сайте expo.ronktd.ru.

На выставке были продемонстрированы приборы и оборудование, предназначенные для проведения различных методов неразрушающего контроля и технической диагностики. Многие участники привезли на форум новые разработки и технологии.

Автоматизированную систему ультразвуковой томографии представил Национальный исследовательский Томский политехнический университет. Ее назначение – проведение ультразвуковой томографии с применением метода цифровой фокусировки сигнала Digitally Focused Array, позволяющего проводить измерения относительно любого угла ввода акустических волн. Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности Томского политехнического университета – единственный в мире разработчик и производитель малогабаритных циклических ускорителей электронов – бетатронов.

На стенде «Спектр решений в области НК» были представлены:

- новейшие разработки Научно-исследовательского института интроскопии: робототехнический комплекс для измерительного и вихретокового контроля пружин наддресорных балок тележек, намагничивающие устройства линейки «Манул», тест-образец для оценки информативности неразрушающего контроля, универсальный шаблон специалиста НК, обучающие и экзаменационные образцы, изготовленные с применением аддитивных технологий и многое другое;
- достижения инженерно-производственного комплекса «Спектр» в области изготовления изделий и комплектующих для НК;

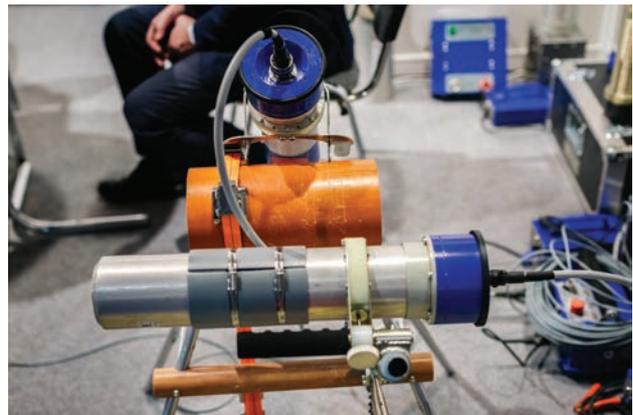


- лекции, читаемые слушателям УИЦ РОНКТД «Спектр», под руководством академика В.В. Клюева, и ИКБ «Градиент». Лекции проводились в формате видеолектории с прямой трансляцией на youtube-канале NDTGrad_ИКБ. Спикерами выступили д-р техн. наук Б.В. Артемьев, д-р техн. наук А.Х. Вopilкин, д-р техн. наук А.Г. Ефимов, канд. техн. наук Д.И. Галкин, канд. техн. наук Е.А. Иванаевский, А.А. Мелихов.

Ультразвуковой толщиномер «Булат 3» продемонстрировала на своем стенде компания «КОНСТАНТА». Толщиномер обеспечивает высокую достоверность результатов в лабораторных, цеховых и полевых условиях, измеряет толщину стенок металлических и неметаллических изделий специального и общего назначения (в том числе под защитными покрытиями толщиной до 2 мм).

Компания «ИНТЕРЮНИС-ИТ» презентовала универсальный прибор НК «ЮНИСКОП» с функциями: двухканальная акустико-эмиссионная система, акустический течеискатель, тензоизмеритель, виброметр. Также на стенде были представлены акустико-эмиссионные комплексы: A-Line (PC1-1) – сигналы акустической эмиссии передаются с объекта контроля через преусилители по коаксиальному кабелю на блок сбора и обработки данных в аналоговом виде, A-Line DS-1 – акустико-эмиссионный комплекс с передачей АЭ-данных в цифровом виде по коаксиальному кабелю, A-Line (DDM-2) – с цифровой передачей данных.

Наш ежегодный участник компания «НПК Луч» представила новейшие образцы ультразвукового оборудования: многоканальный ультразвуковой дефектоскоп «ПЕЛЕНГм-415», ультразвуковой дефектоскоп УД2-70, ультразвуковой толщиномер УТ-111, толщиномер ультразвуковой «ТУЗ-2», твердомер динамический ТДМ-2, твердомер динамический ТДМ-2, предназначенный для измерения твердости конструкционных, углеродистых и нержавеющей сталей, а также сплавов из цветных металлов по шкалам Роквелла (HRC) и Бринелля (HB).





Компания Olympus является мировым лидером в производстве приборов для неразрушающего контроля. В этом году компания представила на своем стенде новейшие дефектоскопы на фазированных решетках Olympus Omniscan, Focus PX, дефектоскопы Olympus Epoch 650, Epoch 6LT, жесткие и гибкие УЗК-преобразователи и различные виды сканеров.

Компания RayCraft продемонстрировала на выставке рентгеновские генераторы постоянного действия независимо от геометрии излучения, оснащенные как стеклянными, так и керамическими колбами. Высоковольтная часть рентгеновского генератора имеет газовую изоляцию SF6. Используется воздушное принудительное охлаждение.

Компания «Диапак» презентовала на своем стенде автономную систему акустико-эмиссионного контроля Micro-SHM, обеспечивающую надежное решение по мониторингу структурной целостности (SHM) конструкций и мониторингу процессов на объектах, находящихся внутри и снаружи помещений.

Ежегодно компания «Энергодиагностика» представляет на форуме «Территория NDT» Приборы ИКН (измерители концентрации напряжений), предназначенные для измерения, регистрации и обработки данных диагностики напряженно-деформированного состояния оборудования и конструкций с использованием метода магнитной памяти металла.

НУЦ «Контроль и диагностика» продемонстрировала тренажер, разработанный с использованием технологии виртуальной реальности для целей обучения и аттестации персонала заказчика по промышленной безопасности при проведении высотных работ. Данный тренажер может применяться для изучения теории, выполнения экзаменационных заданий и специальных манипуляций, моделирующих реальную работу с оборудованием на объекте.

Компания «Микроакустика-М» представила на выставке измеритель концентрации магнитного порошка в суспензии для магнитопорошкового контроля ИКС-1, магнитопорошковый дефектоскоп МД-50П, предназначенный для проведения в



производственных условиях качественного контроля ответственных деталей, магнитные индикаторы серии «МИНК».

Рентгеновские дефектоскопы с постоянным напряжением «МАРТ-250», «МАРТ-200» представила компания «Спектрофлэш». Аппараты серии «МАРТ» обеспечивают высокую контрастность и разрешение рентгеновских снимков за счет возможности подбора величины высокого напряжения, оптимального для конкретной толщины просвечиваемого изделия.

По сложившейся традиции, на форуме 6 марта прошло закрытие XVI Всероссийского конкурса специалистов неразрушающего контроля, организованного НТЦ «Промышленная безопасность» и НУЦ «Качество» совместно с АО «НИКИМТ-Атомстрой» под эгидой Российского общества по неразрушающему контролю и технической диагностике. Конкурс проводился по девяти методам неразрушающего контроля: акустико-эмиссионному, вибродиагностическому, вихретоковому, тепловому, визуальному и измерительному, проникающими веществами (капиллярному), магнитному, радиационному и ультразвуковому. Все участники конкурса подтвердили высокий уровень своей профессиональной квалификации. Победители и призеры были награждены дипломами и ценными призами. Подробнее о конкурсе читайте на стр. 42.

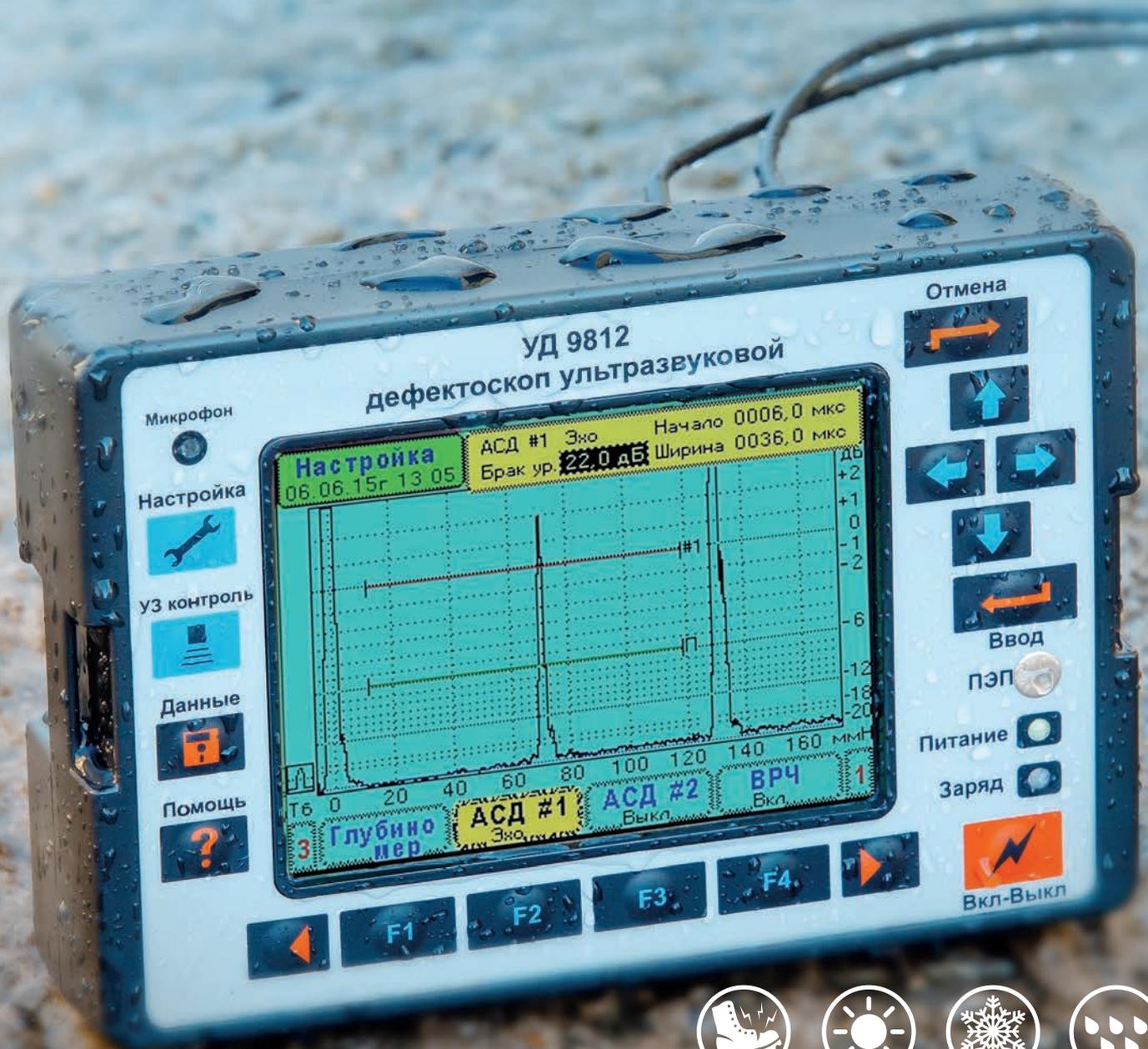
Дирекция РОНКТД благодарит всех экспонентов, посетителей, модераторов круглых столов за участие в форуме «Территория NDT—2019». Благодаря расширенной тематике форума каждый экспонент смог увеличить базу потенциальных клиентов и партнеров, познакомиться с новинками оборудования, оценить свою конкурентоспособность и востребованность, выявить явные тенденции на рынке.

**Ждем Вас 3–5 марта 2020 г.
на форуме «Территория NDT-2020»!**

*Материал предоставлен дирекцией РОНКТД.
Фотографии предоставлены
дирекцией РОНКТД и редакцией журнала*



Ультразвуковой дефектоскоп **УД9812 «УРАЛЕЦ»**



ООО «Физприбор»

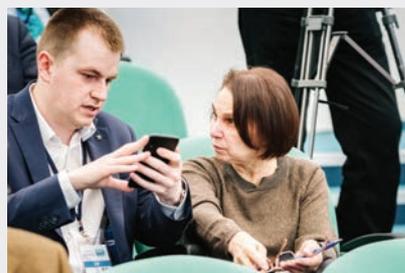
www.fpribor.ru

620075, Екатеринбург, ул. Восточная, 54

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

ДЕЛОВАЯ ПРОГРАММА ФОРУМА «ТЕРРИТОРИЯ NDT. НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ. ИСПЫТАНИЯ. ДИАГНОСТИКА»

Отчеты по круглым столам



Техническое диагностирование и неразрушающий контроль. Новые подходы



Модераторы:
МАХУТОВ Николай Андреевич,
д-р техн. наук, профессор,
член-корреспондент РАН,
ГНС ИМАШ РАН, Москва
ИВАНОВ Валерий Иванович,
д-р техн. наук, профессор,
ГНС ЗАО «НИИИМ МНПО
«Спектр», Москва

Заседание круглого стола
«Техническое диагностирование
и неразрушающий контроль. Но-

вые подходы» состоялось 5 марта 2019 г. в рамках деловой части программы форума «Территория NDT-2019». Форма проведения круглого стола была рекомендована руководством РОНКТД и организаторами форума. Вначале модераторы в своих выступлениях сформулировали основные проблемы в области применения технического диагностирования

для оценки техногенной безопасности промышленных объектов. Затем участники круглого стола выступили с докладами и сообщениями по рассматриваемым вопросам.

В заседании круглого стола приняло участие более 40 специалистов в области неразрушающего контроля и технической диагностики из различных



организаций и отраслей промышленности.

В выступлениях модераторов Н.А. Махутова и В.И. Иванова был проведен анализ проблем, связанных с обеспечением техногенной безопасности и использованием технического диагностирования для оценки безопасности промышленных объектов. Обеспечение техногенной безопасности объектов повышенной опасности требуют использования новых, более информативных методов, методик и средств неразрушающего контроля (НК) и технической диагностики (ТД). Принятые в последнее время государственные документы обеспечивают базу для оценки техногенной безопасности с использованием результатов ТД. Законом от 4 марта 2013 г. № 22-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» введено понятие количественной оценки промышленной безопасности посредством определения «риска аварии». Аналогичные требования представлены также в Указе Президента РФ от 6 мая 2018 года № 198 «Об Основах государственной политики Российской Федерации в области промышленной безопасности на период до 2025 года и дальнейшую перспективу» и в ряде других документов.

Модераторы привели примеры аварий и катастроф, которые вызвали существенные потери, включая человеческие жертвы и материальные убытки. Отмечено, что в настоящее время разработаны схемы оценки безопасности с использованием информации, получаемой при выполнении технического диагностирования. Эти схемы включают в себя основные этапы: анализ надежности опасных производственных объектов (ОПО), использование результатов неразрушающего контроля, расчеты прочности с учетом свойств материалов, деградации этих

свойств, условий эксплуатационных силовых и температурных нагрузок.

В докладе Н.А. Махутова были представлены интегральный подход к промышленной безопасности и развитие методов оценки безопасности от простого расчета прочности объекта, определения ресурса и надежности к оценке живучести объекта, содержащего дефект, расчета риска аварии и определения уровня защищенности объекта. Были приведены конкретные примеры реализации указанных подходов и роль неразрушающего контроля и технической диагностики в обеспечении промышленной безопасности. Показана роль новых походов в мониторинге рисков и защите от катастроф.

В докладе В.И. Иванова рассмотрены новые подходы, позволяющие использовать комплексную информацию, получаемую в результате применения методов технического диагностирования. Показано, что при оценке вероятности разрушения необходимо применять комплекс методов ТД, включающего прочностные расчеты вероятности разрушения с использованием информации о состоянии материала объекта и коррозионных процессов, а также параметров выявленных дефектов с учетом ошибок измерения и достоверности НК.

Отмечено, что введение в практику экспертизы техногенной безопасности производственных объектов требований оценки риска аварии означает наступление новой эры в НК и ТД. Высказано мнение, что обеспечение промышленной безопасности определяется в первую очередь культурой безопасности и качеством применяемых технологий, знаниями оборудования и процессов, дисциплиной исполнения документов, квалификацией персонала. При этом необходимо использовать

новые методики оценки безопасности, основанные на вероятностных подходах. Такие подходы обеспечивают возможность получения количественных оценок рисков в условиях больших неопределенностей исходных данных.

Оценка промышленной безопасности с помощью анализа риска аварии для объектов Ростехнадзора (создано более 20 документов) включает в себя следующие процедуры обеспечения промышленной безопасности ОПО: обоснование безопасности; декларирование промышленной безопасности ОПО; анализ опасностей технологических процессов; количественную оценку риска аварии на ОПО; использование методов вычислительной гидродинамики; оценку риска взрыва и разрушения зданий, сооружений при авариях на ОПО; расчет пожарного риска опасных производственных объектов; разработку специальных технических условий (СТУ) для ОПО.

Однако в подавляющем большинстве случаев в действующих документах оценка риска основана на использовании статистики аварий, что показано в правой части схемы на рисунке. Основным недостатком использования статистики связан с тем, что статистика аварий дает информацию о надежности класса объектов, тогда как при экспертизе промышленной безопасности необходимо знать состояние безопасности конкретного объекта и оценивать риск его аварии. Поэтому направлением развития риск-ориентированного подхода является использование информации, получаемой при ТД и расчете вероятности разрушения (технического риска) конкретного диагностируемого объекта (см. рисунок).

Отмечено, что в документе Ростехнадзора НП 084-15 уже в определенной мере используются подходы, которые предусматривают оценку риска, а также на-

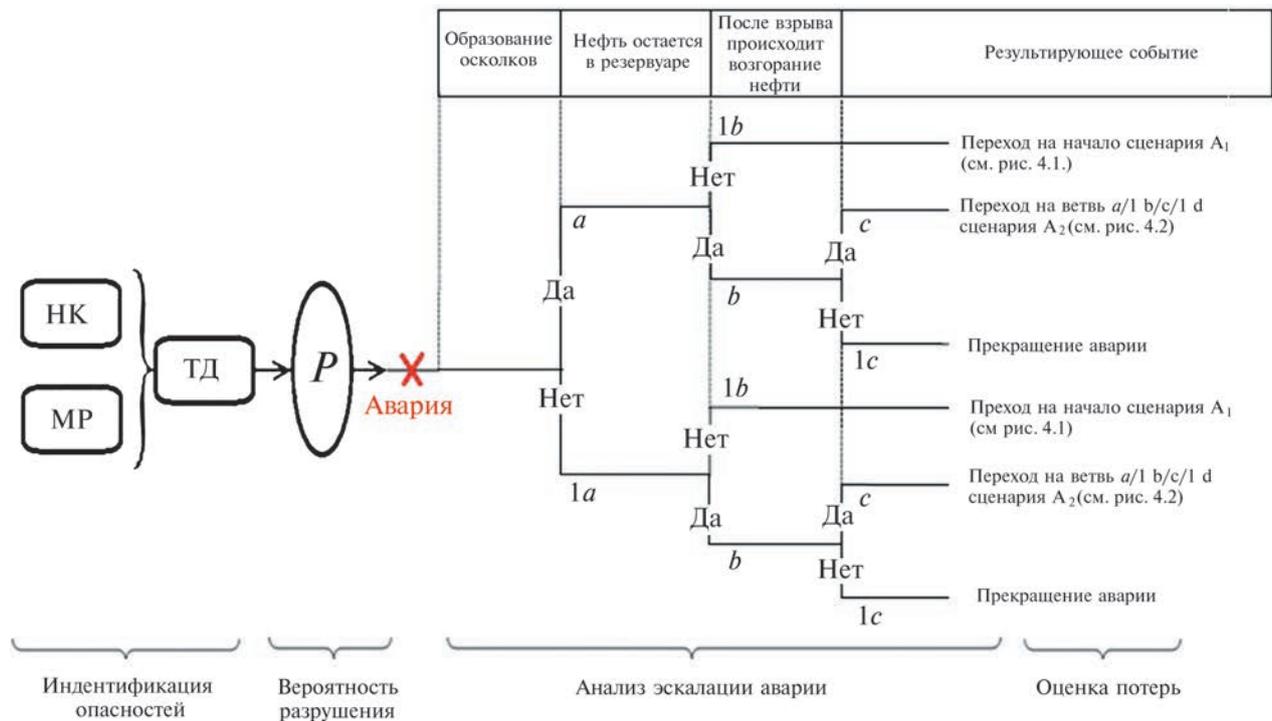


Схема оценки риска аварии с использованием результатов технического диагностирования для определения вероятности разрушения объекта P (правая часть рисунка взята из работы [4], рис. 4-3)

значение срока дальнейшей эксплуатации технического устройства на основе измеренных параметров дефектов и расчетов прочности объекта с дефектами определенных размеров [1]. Это возможно в случае совместного использования всех методов, входящих в состав ТД. В подобных случаях ТД формулируется как технология, позволяющая определить техническое состояние объекта в целях оценки безопасности (по средством оценки риска аварии) и прогнозирования ресурса (с оценкой вероятности разрушения объекта). А для этого необходимы следующие действия: выявить дефект; определить природу дефекта (вид повреждения); измерить расчетные параметры дефекта; оценить безопасность (прочность) объекта; спрогнозировать рост дефекта; провести оценку деградации надежности объекта; определить период безопасной эксплуатации; провести оценку риска аварии на всем оставшемся времени жизни объекта.

Для обеспечения указанных задач необходим переход от понятия дефектоскопии к понятию дефектометрии. Дефектометрия представляет собой комплексный многоэтапный процесс, включающий в себя: обнаружение дефектов с использованием показателя вероятности обнаружения дефекта, представляемого ВОД (POD) диаграммой; разрешение (различение) дефектов; идентификацию (типизацию) дефектов; измерение параметров дефектов; введение показателей достоверности, погрешности измерения. При этом требуется определить размеры, координаты, форму и ориентацию дефекта.

Размеры дефекта и погрешности измерений затем используют для оценки риска аварии [2], употребляя предварительно полученные зависимости вероятности разрушения объекта от величины дефекта [3]. Кроме параметров дефекта необходимо также использовать другие показатели НК, такие как PoD-диа-

грамма (вероятность обнаружения дефекта) и диаграмма достоверности (ROC-диаграмма) [2]. Новые подходы, описанные в докладе, до сих пор не использовались в должной мере, поскольку отсутствовали конкретные методики, а также из-за необходимости дополнительных затрат на их разработку и применение.

В докладе констатировано, что НК по причине участия в процедуре оценки риска аварии вступил в новую стадию своего развития – дефектометрию. Это позволяет сформулировать первоочередные проблемы и задачи риск-ориентированного ТД:

- Создать программу разработки и освоения современных подходов в НК.
- Начать создание критериев и иерархического перечня объектов (по классам опасности объектов), для которых необходимо, целесообразно и экономически обосновано проведение анализа и расчета риска аварии.

- Приступить к созданию методик оценки вероятности аварии. Необходима разработка методик риск-ориентированного технического диагностирования для каждого класса объектов.
- Создать доступный банк образцов с дефектами (для выполнения сравнительных испытаний, оценки квалификации систем НК).
- Разработать комплекс НТД и стандартов по оценке риска с использованием методов технического диагностирования.
- Создать систему подготовки и аттестации специалистов в области ТД и системы соответствующих документов.
- Обратит внимание промышленности и государства на необходимость финансирования инновационных разработок новых средств и методов НК и ТД, участвующих в процедуре оценки риска аварии.

В сообщении А.Ф. Гетмана (ВНИИАЭС) «Техническое диагностирование и исключение рисков аварий на основе системной концепции прочности: методология, методы, технологии и некоторые примеры практического применения» показаны недостатки системы обеспечения прочности технических объектов, основанной на сопромате. В результате уровень прочностной надежности современных технических объектов по критерию сопротивления разрушению находится на уровне 10^{-3} событий в год. Тогда как фоновая безопасность для человека, т.е. вероятность гибели человека по причине, не связанной с производством, составляет $10^{-6} - 10^{-7}$ событий в год.

Показана невозможность во многих случаях правильно диагностировать причины поврежденных элементов технических объектов, выявленных во время эксплуатации, что приводит к неэффективным и затратным мероприятиям по предупреждению

подобных повреждений, к большим убыткам из-за перепростоев технических объектов во внеплановых ремонтах. Решение таких задач нередко растягивается на многие годы и даже десятилетия (например, проблема целостности теплообменных трубок парогенераторов АЭС в ряде стран решается без особого успеха уже около трех десятилетий). До сих пор отсутствует единая научная методология обеспечения прочности, ресурса, надежности и безопасности, имеет место существенное негативное влияние человеческого фактора и отсутствие единой обоснованной программы повышения квалификации, неполная информационная обеспеченность работ.

Для преодоления указанных недостатков А.Ф. Гетманом предложена новая парадигма, методология, методы, технические средства и технологии, которая названа Системной концепцией обеспечения прочности, ресурса, надежности, безопасности и живучести (СКП).



А.Ф. Гетман

В рамках этого подхода прочность технических объектов, ее элементов и материалов обеспечивается системой, которая формируется на основе целевой функции и включает в себя все факторы, оказывающие влияние на прочность. Целевой функцией системы определяется уровень прочностной надежности, кото-

рый должен быть обеспечен данной системой. Для достижения уровня прочностной надежности, заданного целевой функцией системы, необходимо применение как системных методов (применяются к системе или ее подсистемам), так и традиционных методов исследования и обеспечения прочности. В рамках системной концепции прочности автором разработано около 80 новых методов, технологий, технических средств; оформлено около 40 изобретений.

В рамках СКП возможно существенное повышение прочностной надежности до уровня вероятности разрушения 10^{-7} событий в год; корректное определение причин повреждений металла и разработка оптимальных мер по их предупреждению. В докладе показано, что технология на основе СКП существенно повысила надежность трубопроводов по критерию дефектности ряда АЭС.

Докладчик сделал следующие выводы.

1. Практическое применение СКП показало, что в ее рамках возможно повышение прочностной надежности по критерию сопротивления разрушению с уровня 10^{-3} до 10^{-7} событий в год по СКП.
2. Одновременно с повышением надежности существенно (в ряде случаев до 2 раз и более) снижаются эксплуатационные затраты на контроль, техническое обслуживание и ремонт.

Сообщение В.Г. Бадаляна (НПЦ «ЭХО+») было посвящено возможности применения новых методических и приборных разработок, позволяющих реализовать новые подходы при оценке технического риска аварии (вероятности разрушения объекта). Представлены результаты измерения размеров плоскостных дефектов в сварных соединениях трубопроводов $\varnothing 325 \times 15$ мм и $\varnothing 1100 \times 70$ мм с использованием методики физи-



В.Г. Бадалян

рованных антенных решеток и с применением прибора модели «Авгур». Погрешности измерения высоты дефектов не превышала ± 2 мм. Была проведена работа по слежению за развитием дефекта в корне аустенитного сварного соединения 325×15 за период 2000–2004 гг., которая показала возможность эксплуатации опасных объектов в режиме мониторинга выявленных дефектов в целях предотвращения внезапного разрушения.

Разработана методика расчета зависимости вероятности обнаружения дефектов (кривая POD), которая отражает возможности используемого метода и аппаратуры контроля на выбранной чувствительности прибора контроля и позволяет прогнозировать выявляемость дефектов различных размеров в объекте за счет известной функциональной зависимости вероятности обнаружения дефектов от их размеров. Эта работа может служить примером получения экономных методик получения POD-диаграмм с использованием вычислительных методов. Вид полученных кривых можно аппроксимировать зависимостью

$$PoD(h) = \left[1 + \exp \left(- \frac{\pi}{\sqrt{3}} \left(\frac{\ln h - m}{\sigma} \right) \right) \right]^{-1},$$

где h – размер дефекта; m – среднее значение; σ – стандартное отклонение.

Сопоставление расчетов с результатами экспериментов при построении кривых POD и нижней границей 95%-ного доверительного интервала, полученной с использованием программы ПС

CIVA, показали хорошее совпадение с экспериментальными данными.

В заключение были высказаны следующие предложения.

- Использование риск-ориентированного подхода к проблеме безопасности объектов приводит к более широкому применению методов и аппаратуры УЗ-дефектометрии.
- Использование методов УФ-дефектометрии позволяет уточнить оценки значений риска для конкретного объекта; количественно описать достоверность и надежность контроля.
- В нормативном документе атомной энергетики ФНП-084-15 имеется требование измерять реальные параметры дефектов только для четырех объектов контроля. Тогда как только в НПЦ «ЭХО+» разработано и утверждено к применению на АЭС около 30 методик контроля с применением фазированных антенных решеток и методов синтезированной апертуры. Это представляет возможность определения реальных параметров дефектов и может быть полезно для использования в промышленности.
- Целесообразно иметь аттестационный центр, в котором будут аттестовываться методики и приборы, необходимо создать банк данных образцов с реалистичными дефектами.

При обсуждении проблем использования риск-ориентированных подходов при оценке промышленной безопасности выступили М.В. Лисанов (ЗАО «НТЦ «Промышленная безопасность»), В.В. Мусатов (ЗАО «ГИАП-ДИСТцентр»), А.А. Сазонов (ЗАО «ГИАП-ДИСТцентр») и другие участники круглого стола. В их выступлениях были отмечены различные аспекты развития риск-ориентированных методов, необходимость сравнения результативности и эффективности различных методик оценки рис-

ков аварии, сложности и проблемы внедрения обсуждаемых подходов в промышленность. Обращено внимание на то, что наиболее развиты обсуждаемые подходы в атомной энергетике. Перспективным является применение в химической, нефтехимической и нефтегазовой промышленности и ряде других отраслей. Следует отметить, что рассматривались объекты только в упомянутых отраслях промышленности. В дальнейшем следует предпринять серьезные усилия для использования этих подходов и в других отраслях.



М.В. Лисанов



В.В. Мусатов

Обсуждение на круглом столе показало, что риск-ориентированное техническое диагностирование может найти эффективное применение в первую очередь в обеспечении безопасности объектов I и II классов опасности, а также критически (КВО) и стратегически важных объектов (СВО). Однако при дальнейшем развитии методов и средств риск-ориентированного технического диагностирования и при доказательстве экономической эффективности использования его результатов может быть также успешно осуществлено в оценке безопасности опасных производ-

ственных объектов (ОПО) более низкого класса опасности таких, как ОПО III и IV классов опасности, а также объектов технического регулирования.

Библиографический список

1. Правила контроля основного металла, сварных соединений и наплавленных поверхностей при эксплуатации оборудования, трубопроводов и других элементов атомных станций: НП-084-15. Утверждены приказом Федеральной службы

по экологическому, технологическому и атомному надзору от 7 декабря 2015 г. № 502. М., 2015.

2. Махутов Н.А., Иванов В.И., Мусатов В.В. Применение технической диагностики для расчета вероятности разрушения технических устройств и оценки риска аварии // Безопасность Труда в Промышленности. 2018. № 9. С. 53–64.

3. Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Анализ риска и про-

блем безопасности: в 4 ч. Ч. 3. Прикладные вопросы анализа рисков критически важных объектов / Научн. рук. К.В. Фролов, Н.А. Махутов. М.: МГФ «Знание», 2007. 816 с.

4. Руководство по безопасности «Методика оценки риска аварий на опасных производственных объектах нефтегазоперерабатывающей, нефте- и газохимической промышленности». Рис. 4-3. Дерево событий при взрыве внутри наземного резервуара (сценарий А3). М.: НТЦ ПБ, 2014. С. 29.



Неразрушающий контроль и техническая диагностика перспективных изделий и материалов на предприятиях ОПК и Роскосмоса

Модераторы:

ФЕДОРОВ Алексей Владимирович, д-р техн. наук, профессор Университета ИТМО, Санкт-Петербург

ДВОРЕЦКИЙ Александр Эрлгардович, канд. техн. наук, заместитель генерального директора АО «Композит», г. Королев

БОРИСЕНКО Вячеслав Владимирович, генеральный директор ООО «НПЦ «Кропус», г. Ногинск

5 марта 2019 г. в рамках деловой программы VI Международного промышленного форума «Неразрушающий контроль. Испытания. Диагностика» – «Территория NDT-2019» прошло заседание круглого стола «Неразрушающий контроль и техническая диагностика перспективных изделий и материалов на предприятиях ОПК и Роскосмоса».

Проведение данного мероприятия стало очередным шагом РОНКТД в деле организации обсуждения широким кругом специалистов проблем повышения качества изделий ракетно-космической и авиационной техники, а также изделий ВВТ.

Поскольку круглый стол был посвящен преимущественно обсуждению научно-прикладных проблемных вопросов, то в нем приняли участие более 30 представителей ведущих научных, конструкторских и производственных организаций (АО «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева», АО «Композит», ФГУП «НПО Техномаш», АО «НПО «Энергомаш», ГНЦ ФГУП «ЦАГИ», АО «ЦНИИСМ» и др.), представители разработчиков методов и средств неразрушающего контроля (ЗАО «Константа», ООО

«НПЦ «Кропус», ООО «АСК-Рентген», Учреждение науки ИКЦ СЭКТ, ООО «НТЦ «Эталон», и др.), а также представители академических и учебных организаций (ИПФ НАН Беларуси, НИТУ МИСиС, Университет ИТМО).

Открывая работу круглого стола, его модераторы – профессор ФСУИР Университета ИТМО А.В. Федоров и генеральный директор ООО «НПЦ «Кропус» В.В. Борисенко предложили провести заседание в формате живого дискуссионного и конструктивного обсуждения запланированных вопросов.

При обсуждении вопросов, связанных с задачами разработки современных технологий НК перспективных изделий аддитивного производства и новыми подходами при решении задач НК



А.В. Федоров



В.В. Борисенко

изделий из композиционных материалов на предприятиях ОПК и Роскосмоса, участникам круглого стола представилась возможность не только ознакомиться с результатами исследований, но и высказаться по поводу направленной дальнейших работ.

В начале дискуссии В.В. Борисенко указал на один из главных недостатков изделий, выполненных по аддитивным технологиям: при изготовлении двух одинаковых образцов по одной и той же технологии на выходе «образуются» два образца с разными свойствами.

Доцент ФСУиР Университета ИТМО И.Ю. Кинжагулов продолжил тему, отметив важность создания образцов под каждый режим аддитивной технологии с известными заложенными дефектами типа «внутренний отражатель» для повышения качества контроля таких изделий. Однако он также отметил, что создание таких образцов является весьма непростой за-

дачей. Вопросы, связанные с отличием дефектов изделий, полученных методом аддитивных технологических процессов, от дефектов изделий, полученных литьем, их спецификой и дальнейшей систематизацией вызвали микродискуссии и привлекли внимание всех участников круглого стола. Также И.Ю. Кинжагулов поднял острый вопрос об изменениях формы изделия по сравнению с первоначально заложенной в САД-модели, причинах их возникновения и последствиях. Данный вопрос вызвал серьезную дискуссию между участниками круглого стола, в процессе которой старший научный сотрудник Учреждения науки ИКЦ СЭКТ К.А. Степанова подчеркнула, что для контроля такого рода дефектов возможно применение акустико-эмиссионного контроля. Более того, в будущем данное направление видится наиболее перспективным. В процессе дискуссии на данную тему был поднят вопрос об эффекте Кайзера в изделиях, выполненных по аддитивным технологиям, по которому высказался начальник сектора ФГУП «НПО Техномаш» К.В. Хилков. Детальные разъяснения по данному вопросу дали К.А. Степанова и И.Ю. Кинжагулов.

При обсуждении данных вопросов дискуссия плавно перешла к задачам дальнейшего развития и использования методов рентгеновской и ультразвуковой томографии, технологий высокоскоростной орбитальной реконструкции трехмерных рентгеновских изображений и цифровой фазированной антенной решетки для реконструкции объектов произвольной геометрии в задачах НК изделий, полученных методом аддитивных технологических процессов.

Заведующий лабораторией ИПФ НАН Беларуси В.Л. Венгринович рассказал об опыте применения рентгеновской томографии для оценки точности гео-

метрических размеров изделий аддитивного производства.

Далее в дискуссии принял участие начальник сектора прочности ГНЦ ФГУП «ЦАГИ» И.Н. Качарава, который остановился на проблемах, связанных с контролем качества изделий из композиционных материалов, в частности из ПКМ. Перечислив типовые дефекты, образующиеся как в процессе изготовления, так и в процессе ремонтно-восстановительных работ авиационных конструкций, И.Н. Качарава отметил, что для их обнаружения используются ультразвуковые методы контроля совместно с разрушающими испытаниями. Однако вместе с тем ряд дефектов, связанных со снижением прочности конструкции, невозможно контролировать ультразвуковыми методами. Для такого типа дефектов была внедрена шерографическая (сдвиговая) дефектоскопия. По данному вопросу выступил начальник отдела АО ЦНИИСМ О.Н. Будадин, который подчеркнул важность вопроса метрологического обеспечения при производстве и контроле изделий из композиционных материалов. Далее И.Н. Качарава отметил, что в НТЦ НПК ФГУП «ЦАГИ» также внедряются технологии аддитивного производства. Однако они находятся лишь на начальной стадии внедрения и осложнены разного рода проблемами, которые планируется решать в ближайшее время, в том числе на основе использования рассмотренных ранее методов неразрушающего контроля.

Далее представитель ООО «АСК-Рентген» А.В. Петришин продемонстрировал ряд решений, разработанных немецкой фирмой Helmut Fischer, связанных с обеспечением контроля различных ответственных деталей и изделий. Основные направления, которые были затронуты в сообщении: электромагнитная толщинометрия защит-

ных и функциональных покрытий, толщинометрия с использованием метода рентгенфлуоресцентного анализа (РФА), а также контроль твердости и адгезионных свойств материалов.

По вопросу РФА-толщинометрии выступил начальник отдела перспективных методов НК АО «НПО «Энергомаш» В.А. Калошин, который отметил, что в настоящее время на предприятии осуществляется контроль толщины серебра на ответственном изделии, а именно с помощью представленного оборудования. Вместе с тем В.А. Калошин отметил, что параллельно ведутся работы по разработке отечественного прибора контроля толщины серебра на основе РФА-метода, что является одной из важнейших задач для АО «НПО «Энергомаш» и ведущих конструкторских и научных предприятий в целом. Данный вопрос также вызвал живую дискуссию между участниками круглого стола.

Все участники круглого стола выразили согласованное мнение о необходимости дальнейшей проработки вопросов, которые связаны с стандартизацией, атте-

стацией материалов и технологических процессов, НК изделий аддитивного производства и из композитов, а также комплексным применением различных методов и средств НК.

Было отмечено, что путь внедрения аддитивных технологий и изготовления изделий из композиционных материалов в сферу промышленного производства тернист и имеет много серьезных проблем. Участники круглого стола выразили уверенность, что подобные дискуссии позволят более эффективно решать возникающие проблемы по НК изделий, получаемых с использованием данных технологий.

В завершающей стадии круглого стола прошла дальнейшая презентация промышленной технологии контроля качества сварки трением с перемешиванием оболочек баков РН семейства «Ангара», которую представили президент РОНКТД В.Е. Прохорович, представители АО «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева» Ю.П. Травинкин и А.С. Оксенок, заместитель директора ООО «НТЦ «Эталон» по НИОКР В.А. Быченко.

Резюмируя состоявшуюся в рамках круглого стола дискуссию, стоит отметить прежде всего участие в ней представителей как науки, так и производства, а также высокую заинтересованность профессионального сообщества в обсуждении данной проблематики. Несмотря на отказ от формата заранее подготовленных презентаций, участники представляли развернутые, содержательно насыщенные выступления. Не менее интересными оказались реплики, вопросы и микродискуссии, сопровождавшие все выступления круглого стола. Единодушным было мнение участников о необходимости продолжить эту дискуссию. Состоявшийся обмен мнениями показал важность затронутых тем.

В целом прошедший круглый стол стал важным и далеко не последним шагом в развитии технологий НК изделий аддитивного производства и из композиционных материалов, а необходимость продолжать эту дискуссию, расширять круг ее участников и переводить разговор в практическую плоскость, пожалуй, является его главным выводом.

Антенные решетки в ультразвуковом контроле. Современный уровень, проблемы и перспективы

Модераторы:

ВОПИЛКИН Алексей Харитонович, д-р техн. наук, профессор, вице-президент РОНКТД, генеральный директор ООО «НПЦ «ЭХО+», Москва
САМОКРУТОВ Андрей Анатольевич, д-р техн. наук, профессор, генеральный директор ООО «АКС», Москва



Тематика круглого стола «Антенные решетки в ультразвуковом контроле. Современный уровень, проблемы и перспективы» посвящена новым возмож-

ностям и технологиям ультразвукового (УЗ) контроля, которые появились в последние годы благодаря применению УЗ-антенных решеток (АР).

Развитие приборов и систем, применяющих АР, осуществляется в основном в двух направлениях:

- технологии электронного сканирования объекта контроля

(ОК) слаборасходящимся или сфокусированным УЗ-пучком;

- технологии зондирования ОК рассеянным излучением с последующей вычислительной реконструкцией изображения внутренней структуры ОК.

Первая из них используется в приборах с фазированными АР. В них изображение формируется путем запоминания на экране множества последовательно полученных А-сканов в яркостном представлении амплитуды сигналов.

Вторая технология реализуется в приборах с АР, работающих методом комбинационно-синтезированной апертуры. В этих приборах изображение вычисляется поточечно путем суммирования эхосигналов, принятых элементами АР из разных точек поверхности ОК. Технология в нашей стране получила название «Цифровая Фокусировка Апертуры» (ЦФА). За рубежом ее именуют FMC+TFM.

Обе технологии широко используются как для ручного, так и для автоматизированного контроля. В России 4–5 компаний ведут разработки в этом направлении.

В круглом столе приняло участие около 50 специалистов. Было сделано пять сообщений, по результатам которых завязалась активная дискуссия.

А.А. Самокрутов рассказал об истории создания приборов с качающимся УЗ-пучком. Еще в 70-х гг. прошлого века существовали преобразователи с механическим качанием пучка, которые на электронно-лучевых трубках с запоминанием позволяли получать изображение контролируемой зоны ОК с образами дефектов. Первый УЗ-томограф А1230 с матричной АР появился в 1995 г. Он был основан на технологии ЦФА и использовался для контроля железобетонных конструкций. Разработанный позже на основе ЦФА томограф А1550 Intro-Visor уже в течение многих лет успешно конкурирует с прибора-



В.А. Суворов

ми известных марок, такими как «Олимпус», «Харфанг» и др.

В.А. Суворов («АКС-Сервис») в своем сообщении затронул вопрос замены радиографического контроля (РГ) на автоматизированный и механизированный контроль с использованием технологии ЦФА. Такая возможность появилась благодаря высокому разрешению и чувствительности контроля, приближающейся к нормам РГ. Для этой цели разработана и утверждена инструкция по проведению механизированного УЗ-контроля с использованием томографа А1550 для трубопроводов с толщинами стенки 5–70 мм. Испытания комплекса показали высокую заинтересованность заказчиков в такой замене. Широкое применение подобной аппаратуры сдерживает пока отсутствие общей нормативной базы, гармонизирующей РГ и автоматизированный УЗ-контроль.

В сообщении И.М. Ефимова (ООО «Кропус») представлены несколько модификаций механизированного дефектоскопа УСД-60-ФР, предназначенных для контроля сварных швов трубопроводов. В них также используется технология ЦФА, совмещенная с технологией дифракционно-временного метода (ДВМ) (за рубежом TOFD). Кроме того, в них применена зональная фокусировка по глубине, которая долго настраивается, но очень информа-



И.М. Ефимов

тивна: сразу видно, где находится дефект и каких он размеров.

А.Е. Базулин (ООО НПЦ «ЭХО+») сообщил о новых разработках компании, связанных с созданием автоматизированных комплексов для контроля сварных соединений трубопроводов. Последней разработкой явилась система «АВГУР-ТФ», сочетающая в себе несколько технологий: классическую технологию фазированных решеток, включающую в себя зональную фокусировку, и технологию ЦФА, главным образом предназначенную для контроля сварных соединений большой толщины, а также для аустенитных сварных соединений, и наконец, технологию ДВМ, которая в сочетании с перечисленными технологиями дает наилучшие результаты. Еще одна технология – это автоматизированный визуальный контроль, отображающий полную картину внешней поверхности сварного соединения.

Представитель НИИХИМ-МАШа рассказал о работе по созданию нормативной документации для технологий НК с использованием дефектоскопов А1550 с ЦФА.

По результатам сообщений состоялась дискуссия, были заданы уточняющие вопросы. Участники круглого стола выразили общее мнение, что разработки, ведущиеся в России, не уступают лучшим зарубежным аналогам.



Метрология, стандартизация, цифровизация. Вызовы четвертой промышленной революции



Модератор:
СЯСЬКО Владимир Александрович, д-р техн. наук, профессор Санкт-Петербургского горного университета, заместитель председателя ТК 371, Санкт-Петербург

На заседании круглого стола «Метрология, стандартизация, цифровизация. Вызовы четвертой промышленной революции» была сделана попытка максимально широко взглянуть на современное состояние и тенденции развития приборостроения, метрологии и стандартизации с точки зрения специфики сферы неразрушающего контроля (НК) и мониторинга состояния (МС) в контексте 4-й промышленной революции — глобальной перестройки социально-экономического и производственного уклада мировой экономики.

Во вступительном докладе модератор круглого стола остановился на основных направлениях 4-й промышленной революции, известной также, как Industrie 4.0, получившей свое название от инициативы 2011 г. германских ученых и промышленников о необходимости более широкого применения информационных технологий в производстве путем превращения предприятий в «умные». При этом одним из ключевых положений является то, что сфера измерительной техники и метрологии как одна из структурных составляющих всей современной экономики неизбежно вовлечена в происходящие изменения. С одной стороны, достижения в области технологий генерирования, передачи, обработки и хранения цифровой информации (процесс, который принято называть «цифровизацией») открывают новые возможности для разработчиков измерительной техники и метрологов, а внедрение и развитие «умных (smart) систем» и цифровых моделей требует непосредственного участия приборостроителей и метрологов в создании «интеллектуальных» распределенных датчиков и разработки принципиально новых подходов к обеспечению метрологической надежности приборов и стандартизации методик измерений, в том числе в области НК и МС.

При этом, по мнению участников круглого стола, представ-

ляющих приборостроительные предприятия, главной тенденцией развития методов и средств НК как измерительных технологий является активный переход от НК к МС на всех уровнях проектирования, производства и эксплуатации изделий, инженерных объектов, технологических процессов и экологических систем. В области метрологии основным направлением является развитие метрологического обеспечения измерительных преобразователей и приборов НК как распределенных средств измерения многопараметрических и многомерных величин.

По мнению экспертов институтов Росстандарта, ключевым будет переход от бумажного к электронному документообороту — фиксации результатов поверок и калибровок в государственных информационных системах (ГИС). Кроме того, метрологическая инфраструктура обеспечения единства измерений будет включать в себя несколько взаимопересекающихся уровней, порождающих большие информационные потоки, требующие систематизации в виде электронных информационных систем. В частности, уже в настоящее время в Российской Федерации в ГИС Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии входят в том числе следующие базы данных:

- государственные первичные эталоны РФ;

- эталоны единиц величин;
- утвержденные типы стандартных образцов;
- утвержденные типы средств измерений;
- аттестованные методики измерений;
- сведения о результатах поверки средств измерений.

Само наличие такой информации в электронном виде потенциально позволяет существенно автоматизировать многие процессы. Для решения этой задачи в рамках цифровизации экономики национальный метрологический институт Германии Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) выступил с инициативой разработки единой европейской цифровой инфраструктуры качества для инновационных продуктов и услуг под названием «Европейское метрологическое облако». Перед разработчиками стоят задачи разработки и создания следующих инфраструктурных элементов: метрологической цифровой платформы (The Trustworthy Metrological Core Platform), эталонной архитектуры (Reference Architectures), технологического сервисного обеспечения (Technology-Driven Metrological Support Services) и информационного сервисного обеспечения (Data-Driven Metrological Support Services). При этом в РФ не менее важной является информация об организациях, аккредитованных на право выполнения работ и оказания услуг в области обеспечения единства измерений, размещенная в ГИС Федеральной службы по аккредитации.

Обсуждение указанных вопросов показало, что главной тенденцией «цифровизации» эксплуатации и метрологической аттестации средств измерений (СИ) в сфере государственного регулирования (подлежащих утверждению типа и поверке) будет снабжение всех СИ уникальными метками, а в дальнейшем

оснащение СИ средствами подключения (в том числе беспроводными) к телекоммуникационным сетям для передачи информации в единую информационную базу. Было подтверждено, что все технические решения для этого существуют, однако необходимо создание соответствующей информационной системы, решение вопросов по стандартизации и внесение соответствующих изменений в законодательство. Рассмотрение проблемы иерархической структуры «интернета СИ» как основы цифровизации показало возможность выделения трех уровней:

- 1) аппаратный (физический) уровень подключения к Интернету, который может быть реализован на основе существующих сетей Ethernet, Wi-Fi, а также сетей мобильной связи nG;
- 2) сетевой протокол Интернета TCP/IP, полностью удовлетворяющий поставленным задачам, так как применяется повсеместно, обеспечивающий однозначную идентификацию устройства путем присвоения уникального IP-адреса и гарантирующий надежную передачу информации;
- 3) прикладной (пользовательский) уровень сети, требующий разработки.

При организации данной иерархической системы необходимо решить как минимум следующие задачи:

- разработка и утверждение единого универсального формата представления данных о СИ (тип, заводской номер, метрологические характеристики и т.д.);
- разработка и утверждение формата представления измерительной информации (это может быть, кроме самих измеренных данных, время, GPS-координаты, параметры окружающей среды и т.д.);
- создание программной платформы для обмена данными, а

также сбора и обработки информации от подключенных к Интернету СИ.

Частично эти задачи должны быть решены путем разработки и утверждения международных стандартов, определяющих общие характеристики измерительных преобразователей с интерфейсными модулями, функции интерфейсных модулей, формат данных преобразователя, набор команд для настройки и управления интерфейсных модулей, а также чтения и записи данных. Было подтверждено, что уже ведутся разработки стандартов для создания сетей измерительных преобразователей, в частности для «умных сетей». Специалисты ВНИИМ им. Д.И. Менделеева сделали краткое сообщение о том, что существующие наработки в области создания интеллектуальных датчиков позволили разработать и утвердить два стандарта РФ, в которых дано следующее основополагающее определение интеллектуального датчика: интеллектуальный датчик – это адаптивный датчик с функцией метрологического самоконтроля, имеющий цифровой выход и обеспечивающий передачу первичной измерительной информации и информации о метрологической исправности через интерфейс. При этом, обладая вычислительными возможностями, интеллектуальный датчик должен осуществлять:

- автоматическую коррекцию погрешности, появившейся в результате воздействия влияющих величин и/или старения компонентов;
- самовосстановление при возникновении единичного дефекта в датчике;
- самообучение.

При этом под самовосстановлением как ключевой функцией следует понимать автоматическую процедуру устранения метрологических последствий воз-

никновения отказа, т.е. процедуру обеспечения отказоустойчивости, при которой сохраняются метрологические характеристики в допускаемых пределах при возникновении единичного дефекта оборудования. Под самообучением понимается способность к автоматической оптимизации параметров и алгоритмов работы (измерения). Также считается, что наиболее перспективен метрологический диагностический самоконтроль (МДСК), который отслеживает отклонения диагностического параметра, характеризующего критическую (склонную к быстрому росту) составляющую погрешности, от опорного значения этого параметра, установленного при калибровке. МДСК должны строиться на основе результатов специального метрологического анализа источников погрешности, характерных для процесса эксплуатации. К ним относятся, например, старение материалов, дефекты, вызванные нарушениями технологии изготовления СИ, которые проявляются лишь с течением времени, и т.д.

Не остались без внимания вопросы метрологического обеспечения цифровых моделей. Было подтверждено, что одним из главных положений, лежащих в основе разработки новых СИ (построение которых будет осуществляться на изложенных

принципах), является необходимость учета ограничений перспективных программ, которые позволят создавать цифровые модели распределенных СИ и объектов контроля и производить по ним расчет контролируемых параметров и параметров надежности объектов. Ограничения программ для создания цифровых моделей и самих моделей связаны в том числе со следующими факторами:

- адекватностью и полнотой используемых физических моделей;
- применимостью используемых математических методов;
- точностью задания параметров моделируемых объектов и граничных условий их применения.

Обсуждение показало, что для широкого внедрения цифровых моделей в областях, связанных с технической и энергетической безопасностью, и в других сферах государственного регулирования, возможно, потребуется создать государственную систему, обеспечивающую:

- испытание цифровых моделей;
- ведение реестра цифровых моделей;
- аттестацию персонала и аккредитацию организаций на право использования цифровых моделей для прогнозирования и управления реальными объектами и процессами.

В заключение участники достаточно кратко рассмотрели вопросы разработки, стандартизации и законодательного утверждения новых принципов метрологического обеспечения распределенных сетей интеллектуальных датчиков, предполагающих обеспечение прослеживаемой калибровки (поверки) для виртуальных измерений и расчет неопределенностей измерений при моделировании, обеспечиваемых в структуре схем прослеживаемости.

Круглый стол показал, что 4-я промышленная революция – не абстрактное будущее, а объективный процесс, происходящий непосредственно сейчас и затрагивающий все сферы жизни, в том числе метрологию и стандартизацию НК и МС. Мы можем пользоваться плодами и одновременно должны принимать в процессах преобразований самое действенное участие. Коммерческий успех приборостроительных компаний и востребованность услуг метрологических организаций напрямую зависят от того, насколько их работа будет соответствовать новым требованиям. Наиболее емко об этом сказал один из основоположников современной теории менеджмента Эдвардс Деминг (Edwards Deming): «Вы можете не изменяться. Выживание не является обязанностью».

Обучение, аттестация и сертификация в области НК

Модераторы:

КОНОВАЛОВ Николай Николаевич, д-р техн. наук, заместитель генерального директора АО «НТЦ «Промышленная безопасность», Москва

КОПЫТОВ Сергей Георгиевич, заместитель генерального директора ООО «НУЦ «Качество», Москва

БЫСТРОВА Наталья Альбертовна, д-р техн. наук, руководи-



Н.Н. Коновалов, А.А. Травкин



тель подразделения «СертиНК» ФГАУ «НУЦСК при МГТУ им. Н.Э. Баумана», Москва

Заседание круглого стола «Обучение, аттестация и сертификация в области НК» в рамках форума «Территория NDT-2019» прошло 6 марта 2019 г. Вел работу круглого стола заместитель генерального директора АО «НТЦ «Промышленная безопасность», д-р техн. наук Н.Н. Коновалов. В заседании приняли участие более 50 человек. Участниками были заслушаны три доклада, в которых рассматривались вопросы взаимосвязи обучения и сертификации персонала неразрушающего контроля, новые стандарты в области сертификации персонала неразрушающего контроля» и оценка квалификации персонала неразрушающего контроля со стороны работодателя.

Работа круглого стола началась с доклада «Обучение и подготовка в области неразрушающего контроля» (д-р техн. наук Н.А. Быстрова, канд. техн. наук А.А. Травкин, Подразделение «СертиНК» ФГАУ «НУЦСК при МГТУ им. Н.Э.Баумана»), с которым выступил А.А. Травкин. Он напомнил, что Распоряжением Правительства РФ от 3 марта 2015 г. № 349-р утвержден комплекс мер, направленных на совершенствование системы среднего профессионального образования, среди

которых были обозначены мероприятия по подготовке списка перспективных и востребованных на рынке труда профессий и специальностей, требующих среднего профессионального образования. В результате выполнения распоряжения Правительства Приказом Минтруда России № 831 от 2 ноября 2015 г. был утвержден список пятидесяти наиболее востребованных на рынке труда, новых и перспективных профессий, требующих среднего профессионального образования, среди которых присутствует профессия «Специалист по неразрушающему контролю (дефектоскопист)».

А.А. Травкин отметил, что в декабре 2016 г. приказом Минтруда России был утвержден федеральный государственный образовательный стандарт среднего профессионального образования (ФГОС СПО) по профессии 15.01.36 «Дефектоскопист». Срок получения образования в соответствии с ФГОС СПО «Дефектоскопист» в очной форме обучения вне зависимости от применяемых образовательных технологий составляет на базе основного общего образования – 2 года 10 месяцев; на базе среднего общего образования – 10 месяцев. В соответствии с ФГОС «Дефектоскопист» можно получить следующие квалификации: «дефектоскопист по визуальному и измерительному контролю – дефекто-

скопист по ультразвуковому контролю», «дефектоскопист по визуальному и измерительному контролю – дефектоскопист по радиационному контролю», «дефектоскопист по визуальному и измерительному контролю – дефектоскопист по капиллярному контролю – дефектоскопист по магнитному контролю». При этом минимальные требования к результатам освоения основных видов деятельности образовательной программы среднего профессионального образования по профессии «Дефектоскопист» не предполагают получения навыков оценки качества по результатам контроля. Для приобретения навыков оценки допустимости выявленных несплошностей необходимо повышение квалификации.

Выступающий подчеркнул, что Федеральным законом «Об образовании в Российской Федерации» от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ определяется термин «примерная основная образовательная программа», под которой понимается учебно-методическая документация (примерный учебный план, примерный календарный учебный график, примерные рабочие программы учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), иных компонентов), определяющая рекомендуемые объем и содержание образования определенного уровня и (или) определенной направленности, плани-

руемые результаты освоения образовательной программы, примерные условия образовательной деятельности, включая примерные расчеты нормативных затрат оказания государственных услуг по реализации образовательной программы. Примерные основные образовательные программы включаются по результатам экспертизы в реестр примерных основных образовательных программ, являющейся государственной информационной системой. Информация, содержащаяся в реестре примерных основных образовательных программ, является общедоступной. В реестре примерных основных образовательных программ присутствует примерная основная образовательная программа, разработанная в соответствии с ФГОС СПО по профессии «Дефектоскопист».

В докладе было отмечено, что требования к образованию специалистов неразрушающего контроля присутствуют в профессиональном стандарте «Специалист по неразрушающему контролю». Для соискателей, проходящих оценку квалификации по обобщенной трудовой функции «Выполнение работ по неразрушающему контролю без выдачи заключения о контроле», предъявляются следующие требования к образованию и обучению: наличие среднего общего образования, прохождение профессионального обучения. В соответствии с п. 1 ст. 73 Федерального закона «Об образовании в РФ» профессиональное обучение направлено на приобретение лицами различного возраста профессиональной компетенции, в том числе для работы с конкретным оборудованием, технологиями, аппаратно-программными и иными профессиональными средствами, получение указанными лицами квалификационных разрядов, классов, категорий по профессии рабочего или должности служащего без изменения уровня образования. Следует



отметить, что Приказом Минтруда России от 9 апреля 2018 г. № 215 из Единого тарифно-квалификационного справочника работ и профессий рабочих были исключены квалификационные характеристики профессий рабочих, связанных с проведением неразрушающего контроля.

Для соискателей, проходящих оценку квалификации по обобщенной трудовой функции «Выполнение работ по неразрушающему контролю с выдачей заключения о контроле», предъявляются следующие требования к образованию и обучению: наличие среднего профессионального образования, дополнительного профессионального образования (программы повышения квалификации, программы профессиональной переподготовки). Программа повышения квалификации направлена на совершенствование и (или) получение новой компетенции, необходимой для профессиональной деятельности, и (или) повышение профессионального уровня в рамках имеющейся квалификации. Программа профессиональной переподготовки направлена на получение компетенции, необходимой для выполнения нового вида профессиональной деятельности, приобретение новой квалификации. К освоению дополнительных профессиональных программ допускаются лица, имеющие среднее профессиональное и (или) высшее образование; лица, получающие среднее профессиональное и (или) высшее образование. Методическое обеспечение обучения и подготовки специалистов неразрушающего контроля

определяется образовательной программой, разрабатываемой образовательной организацией в соответствии с требованиями профессиональных стандартов.

А.А. Травкин выразил мнение, что требования к образованию и подготовке специалистов неразрушающего контроля, содержащиеся в ПБ 03-440-02 «Правила аттестации персонала в области неразрушающего контроля», сформулированы в терминах Федерального закона «Об образовании» от 10 июля 1992 г. № 3266-1, действовавшего до вступления в силу Федерального закона «Об образовании в Российской Федерации» актуальной редакции, и нуждаются в приведении в соответствие с терминами, регламентированными действующим законодательством в области образования.

С докладом «Новые стандарты в области сертификации персонала неразрушающего контроля» (А.В. Муллин, Н.С. Маковчук, канд. техн. наук, доцент В.М. Стрижаков, «НУЦ «Контроль и диагностика») выступил В.М. Стрижаков. Он сообщил, что с 2018 г. на базе «НУЦ «Контроль и диагностика» функционирует подкомитет ПК 7 «Квалификация персонала» ТК 371 «Неразрушающий контроль». Председателем ПК 7 является первый заместитель директора А.В. Муллин, секретарем – руководитель экзаменационного центра Н.С. Маковчук. Основная задача подкомитета ПК 7 состоит в разработке документов для применения их на территории Российской Федерации в качестве национальных стандартов в целях совершенствования процесса сертификации персонала.

В докладе рассмотрены пять стандартов, которые находятся в разработке подкомитета и выход которых планируется в этом году. Вначале докладчик остановился на стандартах, которые регламентируют порядок организации специальной подготовки (обучения)

кандидатов на сертификацию. Наличие специальной подготовки наряду с производственным стажем является обязательным условием для допуска кандидата к квалификационным экзаменам, оно содержится в документах абсолютно всех систем, устанавливающих процедуры аттестации/сертификации персонала.

В.М. Стрижаков отметил, что на сегодняшний день можно выделить два международных стандарта, применение которых позволяет систематизировать процесс специальной подготовки:

- ISO/TS 25108:2018. Контроль неразрушающий. Организации, проводящие подготовку персонала неразрушающего контроля;
- ISO/TR 25107:2006. Рекомендации по программам обучения методам неразрушающего контроля.

Подкомитет вел работу по предыдущей редакции стандарта ISO/TS 25108, но в 2018 г. вышла новая редакция, и в этом году планируется выпустить уже актуальную версию. В стандарте, как отметил В.М. Стрижаков, подробно изложены ответы на такие вопросы, как: какое руководство и какая система менеджмента качества должны быть в учебной организации; что должна обеспечивать система зачисления учащихся, какая система текущей оценки учащихся должна применяться и каким образом следует оформлять записи об учащихся, какие общие требования к учебным программам, какие учебные образцы и какое оборудование должны быть использованы на практических занятиях. Стандарт также содержит два приложения: приложение А «Руководящие принципы оснащения организаций, проводящих обучение по НК» и приложение В «Электронное обучение», содержащее основные требования к системе электронного обучения в области неразрушающего контроля».

Докладчик отметил, что ISO/TR 25107:2006 это более из-

вестный документ, который устанавливает требования к содержанию обучения по каждому методу неразрушающего контроля для каждого уровня квалификации. Ссылка на этот стандарт имеется в ISO 9712. В 2019 г. ожидается выход новой редакции ISO/TR 25107. Ориентирование обучающихся организаций в своей работе на общепринятые стандарты – это первый шаг к тому, что слушатели могут быть уверены, что объем знаний, который они получают в разных учебных организациях, будет достаточным для успешной сдачи экзаменов в любом органе по сертификации.

В дальнейшем В.М. Стрижаков остановился на рассмотрении трех международных стандартов, использование которых позволяет систематизировать процессы квалификации и сертификации персонала неразрушающего контроля и применение которых очень важно для органов по аттестации/сертификации и экзаменационных центров: ISO/TS 22809:2007. Несплошности в образцах, используемых в квалификационных экзаменах; ISO 18490:2015. Оценка остроты зрения персонала, проводящего неразрушающий контроль; ISO 9712:2012. Неразрушающий контроль. Квалификация и сертификация персонала.

В ISO/TS 22809:2007 четко описаны конфигурации образцов, типы, количество и размеры содержащихся в них несплошностей. Установлено необходимое минимальное количество экзаменационных образцов в экзаменационном центре. Еще в этом документе обращено внимание на такую важную и интересную характеристику, как минимальный размер несплошностей, подлежащих регистрации.

ISO 18490:2015 содержит требования, касающиеся предоставления кандидатом сведений о проверке зрения. Этот документ также является обязательным

для допуска к квалификационным экзаменам и расширяет возможности органов по сертификации персонала в этой части.

Докладчик подчеркнул, что разрабатываемый в настоящее время национальный стандарт «Контроль неразрушающий. Квалификация и сертификация персонала» будет идентичен общеизвестному международному стандарту ISO 9712:2012. К сожалению, из всех стран Евразийского экономического союза (ЕАЭС) только в Российской Федерации сейчас нет национального стандарта, полностью идентичного международному ISO 9712:2012, и этот пробел нам необходимо устранить.

Задачей доклада «Оценка квалификации персонала неразрушающего контроля со стороны работодателя» (ООО «НУЦ «Качество», канд. техн. наук Г.П. Батов, канд. техн. наук И.Н. Пономарева), с которым выступила И.Н. Пономарева, стало не только ознакомление участников круглого стола с оценкой квалификации персонала неразрушающего контроля со стороны работодателя, но и освещение существующих подходов к оценке квалификации персонала в области неразрушающего контроля. Она отметила, что схемы сертификации персонала можно разделить два типа:

- сертификация в независимом органе по сертификации персонала – сертификация персонала третьей стороной (например, в соответствии с ISO 9712:2012. Неразрушающий контроль. Квалификация и сертификация персонала и ПБ 03-440-02. Правила аттестации персонала в области неразрушающего контроля);
- сертификация специалистов работодателем – сертификация персонала второй стороной (например, в соответствии с EN 4179:2017. Авиация и космонавтика. Квалификация и допуск персонала для неразрушающего контроля», ГОСТ Р

55252–2012. Воздушный транспорт. Контроль неразрушающей авиационной техники. Квалификация и сертификация персонала. Основные положения и SNT-TC-1A. Практические рекомендации. Аттестация и сертификация персонала для проведения неразрушающего контроля).

При сертификации третьей стороной подготовка и сертификация специалиста проводится в специализированных учебных центрах и органах по сертификации персонала. Специалист, сертифицированный третьей стороной, должен уметь применять все техники метода неразрушающего контроля, по которому он прошел сертификацию, и знать общепромышленные стандарты применения метода. К основным достоинствам сертификации третьей стороной можно отнести: обеспечение независимости и объективности оценки квалификации специалистов, широкий кругозор и набор навыков, получаемый специалистом. Среди недостатков сертификации третьей стороной необходимо отметить следующее: не обеспечивается уверенность в том, что специалист достаточно хорошо знает приборы и технологии, применяемые на предприятии работодателя; специалист может быть не полностью готов после сертификации к началу работы на своем рабочем месте; не в полной мере определена ответственность за сертификацию персонала.

При сертификации специалистов работодателем последний несет полную ответственность за процедуру сертификации (даже при привлечении сторонних организаций), кандидат проходит подготовку по программам, утвержденным работодателем, и сертификацию непосредственно на оборудовании и образцах, связанных с его производственной деятельностью. Это позволяет ликвидировать недостаток при серти-

фикации третьей стороной, но это дает работодателю слишком много свободы, что может привести к необъективной оценке компетентности. Сертификация второй стороной позволяет получить узкоспециализированных дефектоскопистов, умеющих выполнять только свои обязанности на своем рабочем месте. Данный подход позволяет снизить требования к образованию и начальной подготовке специалиста. Как ни странно, но именно сертификация работодателем применяется для особо ответственных и опасных объектов, где связь ответственности за пропущенный дефект наступит неотвратимо, и причем не через 25 лет, а через 1 месяц или день. К таким отраслям можно отнести авиацию и космонавтику, применение бурового оборудования, трубное производство и производство сосудов давления. В таких условиях работодатель не может себе позволить допустить к проведению контроля персонал, в квалификации которого он не уверен. А так как при сертификации третьей стороной ответственность за сертификацию персонала не определена, некоторое недоверие к удостоверениям, выданным независимыми органами по сертификации, сохраняется.

И.Н. Пономарева высказала мнение, что для производства во всем мире важной частью является себестоимость продукции, в частности, и стоимость контроля, и поэтому подготовка и сертификация в независимом органе по сертификации, например, оператора автоматической установки по контролю рассеянным магнитным потоком шва на трубе, встроенной в производственную линию, является просто тратой денег, так как очевидно, что никаких полезных навыков он не получит и не сможет приступить к работе после прохождения сертификации. Подготовка и сертификация персонала автоматизированных линий — это отдельная и

сложная задача, которая пока решается только работодателем самостоятельно, на основе систем сертификации персонала второй стороной. Специалисту — оператору автоматической системы необходимо знать: общую физику метода (сокращенный курс), стандарты организации, требования заказчика и иметь навыки работы с установкой. Очевидно, что такие навыки можно получить только на предприятии, где сотрудник работает (так как часто установки для проведения контроля уникальные и очень дорогостоящие изделия). Часто требование к наличию внутренней сертификации персонала является требованием иностранных заказчиков для допуска к проведению работ или для признания продукции соответствующей стандартам API, ASME, DS-1. Для создания внутренней системы сертификации работодателю необходимо разработать и внедрить на предприятии систему сертификации персонала, разработать всю документацию системы и создать внутренний орган по сертификации персонала. При этом созданная система и орган по сертификации и его документация должны соответствовать устоявшимся за 50 лет требованиям заказчиков. По правилам систем SNT-TC-1A или EN 4179, работодатель может обратиться за помощью к сторонней организации для разработки и внедрения такой системы, а также за помощью в подготовке специалистов и приеме экзаменов.

И.Н. Пономарева отметила, что ООО «НУЦ «Качество» более трех лет участвует в работах по созданию предприятиями собственных систем сертификации персонала в соответствии со всеми необходимыми требованиями. Все компании, которые обратились к ООО «НУЦ «Качество», смогли успешно решить поставленные задачи, такие как: организация работ по неразрушающему контролю в соответствии с

требованиями заказчика и соответствующих стандартов; оптимизация проведения неразрушающего контроля, повышение вероятности выявления дефектов, внедрение новых методов и техник контроля; прохождение аудитов со стороны заказчика или органов по сертификации продукции (ASME, API). Достижение таких результатов оказалось возможным, так как: в штате ООО «НУЦ «Качество» работают специалисты уровня III по всем используемым методам НК и во всех перечисленных направлениях. В штате НУЦ «Качество» есть сотрудники III уровня, сертифицированные Американским обществом НК на III квалификационный уровень, знакомые со всеми требованиями системы, и признаваемые любыми аудиторами как «экзаменатор с подтвержденной квалификацией». Для

всех типовых техник по перечисленным направлениям разработаны специализированные курсы лекции и программы подготовки, для новых направлений специалисты НУЦ «Качество» готовы разработать все материалы на основе документов организации-заказчика. ООО «НУЦ «Качество» приглашает все заинтересованные предприятия к сотрудничеству. Совершенно не обязательно приглашать иностранных консультантов для решения вопроса внедрения системы сертификации персонала в соответствии с SNT-TC-1A, когда можно это сделать в России на русском языке с существенно меньшими затратами (документация для заказчика будет разработана на английском языке).

Круглый стол проходил не в традиционном режиме выступления докладчика с последующими

вопросами к докладчику и выступлениями по прозвучавшему докладу участников круглого стола, а представлял собой живую дискуссию, в ходе которой можно было сразу получить ответы на вопросы к докладчикам и выступить участнику круглого стола. В итоге участники круглого стола могли сразу получить разъяснения по возникшим у них вопросам и высказать свои мнения. С самого начала дискуссий, продолжавших выступления докладчиков, активное участие в них принял президент РОНКТД В.Е. Прохорович.

Подводя итоги работы круглого стола, участники отметили необходимость совершенствования взаимосвязи обучения и сертификации персонала и внедрения новых стандартов и положительного международного опыта в области подтверждения компетентности специалистов.



Средства автоматизированного контроля при производстве и эксплуатации промышленного оборудования



Модератор:
АННЕНКОВ Андрей Станиславович, директор ООО «АЛТЕС», Москва

Большая часть специалистов круглого стола «Средства автоматизированного контроля при производстве и эксплуатации промышленного оборудования» представляли ультразвуковой контроль в разных отраслях производства: ПАО «Газпром», ПАО «Транснефть» и др., которым очень хорошо известны проблемы ультразвуковой дефектоскопии при контро-

ле сварных соединений трубопроводов, поэтому основное внимание на круглом столе было уделено именно этой теме.

В работе круглого стола приняли участие многие специалисты, занимающиеся вопросами эксплуатации оборудования ультразвукового контроля. Особенно активно работали: Т.Н. Белослудцев («Газпром трансгаз Чайковский»), О.В. Симанюк («Газпром трансгаз Ухта»), Р.Б. Акоев (АО «Транснефть-Диаскан»), Л.Ю. Могильнер (ООО «НИИ Транснефть») и др.

Свободное и горячее обсуждение вопросов, которые возникают в работе при подготовке, эксплуатации отечественного и иностранного оборудования автоматизированного и ручного контроля сварных соединений трубопроводов, выявило много общих проблем в работе специалистов-эксплуатационщиков разных отраслей.

Самая большая проблема, которую отмечали все специалисты, – это кадры. Профессия дефектоскописта УЗК не самая престижная, малооплачиваемая, работы на трассе проходят в тяжелых условиях, и все это сказывается на уровне квалификации и времени пребывания сотрудника в конкретной организации, к тому же современные установки и приборы имеют большие возможности, но и более сложный

интерфейс, что сказывается на достоверности расшифровки результатов контроля и оценке результатов.

Вторая большая проблема – это сравнение результатов контроля с нормативными требованиями при контроле конкретного объекта. Необходимо не только обнаружить и описать параметры дефектов, но и соотнести их с нормами в автоматическом режиме, с тем чтобы снизить влияние человеческого фактора при расшифровке результатов контроля. Такие программы есть, и они применяются в работе, но их пока мало, и не все компании – производители оборудования занимаются этой тематикой.

И третье – пожелание всех специалистов эксплуатации компаниям-производителям – умень-

шить массо-габаритные характеристики разрабатываемого оборудования, в условиях трассы предпочтение отдается установкам с меньшей массой, даже если эти установки имеют меньшие возможности, но при этом разрешены к применению в отрасли.

Участники круглого стола пришли к единодушному мнению, что подобные встречи необходимо продолжить, с тем чтобы о своих проблемах говорили больше именно специалисты эксплуатации, которые непосредственно работают с различным оборудованием, а специалисты-разработчики и компании-производители получают обратную связь, что позволит учитывать замечания практиков и вносить коррективы при дальнейших разработках технологий и оборудования.

НК в системе дистанционного контроля и мониторинга технического состояния опасных производственных объектов

Модераторы:

МУРАВЬЕВ Виталий Васильевич, д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой ИжГТУ им. М.Т. Калашникова, Ижевск
РАЗУВАЕВ Игорь Владимирович, генеральный директор ЗАО «НПО «Алькор», Дзержинск

Круглый стол «НК в системе дистанционного контроля и мониторинга технического состояния опасных производственных объектов» был организован в рамках деловой программы форума «Территория NDT-2019» и состоялся 5 марта 2019 г.

Ведущей обсуждаемой темой заседания была «Системная методология применения различных методов НК для периодического контроля и для мониторинга технического состояния опасных промышленных объектов в процессе эксплуатации».

Основными целями круглого стола были следующие.

1. Определить первоочередные задачи, поставленные промышленностью и государственными органами по системному применению современных методов НК для мониторинга и диагностики состояния ОПО в процессе эксплуатации.
2. Дать возможность ведущим научным, приборостроительным и экспертным организациям представить свои достижения и рекомендации по развитию данного направления для решения поставленных промышленностью и государственными органами задач.
3. В ходе дискуссии уточнить направления развития методов и средств по теме КС.

Программа круглого стола была очень насыщенной и включала следующие доклады.

1. О современной стратегии Ростехнадзора по внедрению риск-ориентированного подхода к обеспечению промышленной безопасности (С.А. Жулина, начальник Управления по надзору за объектами нефтегазового комплекса Ростехнадзора, Москва).
2. Система дистанционного контроля промышленной безопасности (О.В. Курпатов, ЗАО «РКСС», Москва).
3. О создании системной методологии НК и мониторинга технического состояния ОПО на основе технологий Industry 4.0 (И.В. Разуваев, ЗАО «НПО «Алькор», г. Дзержинск).
4. Инфракрасная термография опасных производственных объектов (В.П. Вавилов, профессор, д-р техн. наук, Томский политехнический университет).
5. Контроль герметичности ответственных объектов методом

гелиевого шупа, акустическим и пирозлектрическим методом портативным теческательным комплексом «ТИ1-ЗОНД+» (П.С. Сумкин, канд. техн. наук, ООО «РЕСУРС И СЕРВИС», г. Химки; П. М. Гребеньков, ООО «АКА-СКАН», Москва).

6. Применение новых технологий АЭ-мониторинга для оценки и прогнозирования работоспособности ОПО (Т.Б. Петерсен, В.В. Шемякин, А.Б. Самохвалов, Д.А. Курносов, ООО «ДИАПАК», Москва).
7. Опыт внедрения системы мониторинга стальных канатов на опасных объектах (Д.А. Слесарев, ООО «ИНТРОН ПЛЮС», Москва).
8. Опыт эксплуатации систем мониторинга на Киришском НПЗ. Первые результаты. (В.П. Гомера, ООО «КИНЕФ», г. Кириши).
9. Опыт применения методов неразрушающего контроля и технической диагностики на опасных производственных объектах Кемеровского АО «Азот» (А.Г. Медведев, Д.Б. Малайков,

С.Г. Герасимов, Кемеровское АО «Азот», г. Кемерово).

В докладах были рассмотрены задачи и первые результаты применения Системы дистанционного контроля и мониторинга промышленной безопасности ОПО (СДК ПБ), дан анализ российских и мировых тенденций по применению различных методов НК для периодического контроля и для мониторинга технического состояния опасных промышленных объектов в процессе эксплуатации, описаны возможности и приведены практические результаты использования различных методов НК для обеспечения промышленной безопасности ОПО в процессе эксплуатации, сформулированы основные направления развития НК в системах мониторинга с применением технологий 4-й промышленной революции. Следует отметить высказанное представителем Ростехнадзора мнение о недостаточной оснащенности Российских нефтегазовых и нефтехимических предприятий современными отечественными средствами НК.

В работе КС приняло участие более 50 представителей промышленных предприятий, научно-исследовательских и экспертных организаций, государственных органов и общественных объединений.

В основном цели круглого стола были достигнуты. Однако программа заседания не была выполнена полностью, главным образом из-за значительного превышения продолжительности заседания предыдущего круглого стола.

Участники круглого стола, отмечая необходимость продолжения таких встреч, предлагают организаторам при подготовке следующего форума:

- предусмотреть перерывы между круглыми столами длительностью не менее 15–20 мин;
- предупредить модераторов круглых столов (кроме последних в данный день) о недопустимости задержки окончания заседаний;
- увеличить продолжительность круглых столов как минимум до трех часов.

Независимая оценка квалификаций в неразрушающем контроле

Модераторы:

ГАЛКИН Денис Игоревич, канд. техн. наук, директор ЗАО «НИИИИ МНПО «Спектр», Москва

СМОРОДИНСКИЙ Яков Гаврилович, д-р техн. наук, профессор, вице-президент РОНКТД, заведующий отделом НК ИФМ УрО РАН, Екатеринбург

В рамках деловой программы VI Международного промышленного форума «Территория NDT» 5 марта 2019 г. был проведен круглый стол «Независимая оценка квалификаций в неразрушающем контроле».

Актуальность данной тематики вызвана тем, что 9 апреля



Я.Г. Смородинский, А.И. Чупрак

2018 г. Приказом Минтруда № 215 из ЕТКС исключены квалификационные характеристики профессий рабочих, осу-

ществляющих деятельность в области сварки и неразрушающего контроля. Таким образом, единственной формой подтвер-



Выступает Д.И. Галкин

ждения квалификации, необходимой работнику для выполнения трудовых функций в качестве специалиста по НК, в настоящее время является независимая оценка квалификации, проводимая в соответствии с ФЗ № 238 от 3 июля 2016 г., по соответствующему профессиональному стандарту («Специалист по НК», утвержденного Прика-

зом Минтруда № 976н от 3 декабря 2015 г.). Особую значимость вопросы оценки квалификации имеют для государственных корпораций и государственных компаний, которым необходимо не позднее 1 января 2020 г. завершить реализацию мероприятий планов по организации применения профессиональных стандартов

(Постановление Правительства № 584 от 27 июня 2016 г.).

Функция организации независимой оценки квалификаций в области неразрушающего контроля закреплена за Советом по профессиональным квалификациям в области сварки. Представители Совета (А.И. Чупрак, Я.Г. Смородинский, А.В. Малолетков, Д.М. Шахматов, Д.И. Галкин), выступившие экспертами на данном мероприятии, рассказали собравшимся специалистам об истории и причинах возникновения системы независимой оценки квалификации, об основных требованиях законодательства в этой сфере и порядке организации деятельности проведения профессионального экзамена.

В ходе дискуссии состоялось обсуждение вопросов выстраивания трудовых отношений между работодателем и специалистом НК, предоставления в соответствии с Трудовым кодексом РФ компенсаций и льгот, подготовки кадров в области НК.

Актуальные проблемы НК железнодорожного транспорта. Технические средства, технологии и методы НК узлов и деталей подвижного состава и инфраструктуры РЖД

Модераторы:

ПУТНИКОВ Юрий Геннадьевич, канд. техн. наук, директор ООО «Микроакустика М», Москва
СОЙФЕР Юрий Роальдович, начальник Центра НК и ТД АО «ВНИИЖТ», Москва

Круглый стол был проведен совместно ООО «Микроакустика-М» и Центром НК АО «ВНИИЖТ». В заседании круглого стола приняли участие представители вагоноремонтных компаний, ООО «ЛокоТех», НИИ мостов, Белорусского завода и др.

Круглый стол открылся при участии участников от ОАО

«РЖД». Затем последовал доклад руководителя отдела «Промышленные диагностические системы» компании Olympus Дмитрия Померанцева по системе НК при производстве рельсов на базе фазированных решеток и вихревых матриц. Дмитрий поделился опытом авторитетного бренда по применению сложного технологического оборудования НК на реальном производстве. В обсуждении доклада от НИИ мостов выступил Сергей Цомук.

Докладчик от АО «ВНИИЖТ» Алексей Борц представил презентацию «Причины возникновения изломов и остроре-

фектных рельсов. Рекомендации по неразрушающему контролю». Материал сопровождался большим количеством фактов и статистических данных по проблемам излома рельсов на инфраструктуре ОАО «РЖД». Свои дополнения к выводам докладчика изложил Илья Этинген (НИИ мостов).

Далее, в свободной форме обмена мнениями обсуждались детали большого проекта, развертываемого совместно компаниями ВРК-1, ВРК-2 и ВРК-3, по цифровизации и автоматизации процессов НК при ремонте колесной пары вагона в депо.

Презентация «Особенности технологии контроля качества сварки трением перемешиванием оболочек баков РН семейства «Ангара» и предложения о создании межотраслевого центра компетенций

Материал предоставил:

СОРОКОВОЙ Дмитрий Борисович, заместитель руководителя дирекции РОНКТД по работе с региональными отделениями, Москва

В начале марта 2019 г. в Москве, на площадке Центрального выставочного комплекса «Экспоцентр» состоялся VI Международный промышленный форум «Неразрушающий контроль, испытания, диагностика». Помимо традиционных разделов и мероприятий на форуме впервые в новой форме была представлена презентация современных промышленных технологий, разработанных в последние годы совместными усилиями авторов, представителей предприятий промышленности и специалистами в области НК и ТД: особенности технологии контроля качества сварки трением перемешиванием оболочек баков РН семейства «Ангара», авторы технологии: С.В. Кузнецов, В.А. Половцев, Ю.П. Травинкин, А.С. Оксенюк, Д.В. Губанов (АО «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева»); В.Е. Прохорович, В.А. Быченко, В.Г. Шипша, Д.С. Ашихин (ООО «НТЦ «Эталон»); Н.Г. Александров (АО «Композит»); А.Н. Куркин (ДОГОЗ МО РФ).

Презентация вызвала большой интерес специалистов. На ней присутствовали научный руководитель ГНЦ ФГУП «ЦАГИ им. проф. Н.Е. Жуковского» академик С.Л. Чернышов, главный научный сотрудник ИМАШ РАН, член-корреспондент РАН Н.А. Махутов, руководство РОНКТД, ведущие специалисты Университета ИТМО, ООО «НТЦ «Эталон», АО



«НПО «Энергомаш», ИКЦ СЭКТ, НИЦ «Курчатовский институт» ЦНИИ КМ «Прометей» и др.

В своем докладе директор НИЦ технологий контроля качества РКТ Университета ИТМО, профессор Владимир Евгеньевич Прохорович отметил, что сварка трением с перемешиванием (СТП) привлекает все большее внимание зарубежных аэрокосмических корпораций, таких как NASA и ECA, для изготовления разнообразных конструкций ракетной техники, прежде всего оболочечных, из легких сплавов. В коммерчески выгодных отраслях СТП нашла уже довольно широкое применение, при этом лидерами производства оборудования стали британская фирма TWI и шведская ESAB.

В России также формируются свои инженерно-технологические школы промышленного применения СТП:

- 1) в г. Чебоксары, основанная предприятием ЗАО ЧП «Сеспель»;
- 2) в АО РКК «Энергия» (г. Королев) в сотрудничестве с Томским политехническим университетом;
- 3) в г. Москве в АО «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева» (Москва) совместно с Университетом ИТМО и ООО «НТЦ Эталон» (Санкт-Петербург);
- 4) в Санкт-Петербурге НИЦ «Курчатовский институт» — ЦНИИ КМ «Прометей» совместно с Учреждением науки ИКЦ СЭКТ.

Подробнее в своей презентации докладчик коснулся опыта, достигнутого АО «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева» в кооперации с предприятиями-партнерами. Основой разработки технологии СТП для изготовления ракетных топливных баков послужил опыт по изготовлению оболочек лейнеров композитных баллонов высокого давления для РБ

«Бриз-М», а результатом стало внедрение оборудования для СТП в филиале АО «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева» в г. Омск – ПО «Полет».

Докладчик отметил, что в процессе выполнения этой многолетней работы достигнуты следующие впечатляющие результаты:

- разработаны технические требования к трем типам соединений, выполненным СТП;
- описаны способы обеспечения качества соединений оболочек баков РН «Ангара», сваренных методом СТП;
- разработан надежный сварочный инструмент, оснастки и установки для автоматизированной СТП;
- определены и отработаны оптимальные режимы сварки;
- разработаны технологии контроля толщины стенок свариваемых заготовок и контроля зазора между заготовками и подложкой перед СТП с односторонним доступом;
- разработана технология неразрушающего контроля качества сварных соединений, выполненных СТП.

Научный руководитель ГНЦ ФГУП «ЦАГИ им. профессора Н.Е. Жуковского» академик Сергей Леонидович Чернышов отметил актуальность внедрения технологии СТП для авиационной промышленности в целях снижения массы изделий и обеспечения конкурентоспособности ее изделий. СТП является востребованной для металлоконструкций летательных аппаратов даже в условиях широкого внедрения композитных материалов.

Заместитель директора по НИИ ОКР НТЦ «Эталон» канд. техн. наук Владимир Анатольевич Быченко подробно описал разработанную комплексную технологию обеспечения качества сварных соединений, состоящую из четырех взаимосвязанных частей:

- технологическое и сварочное оборудование, соответствующее требованиям обеспечения качества;
- контроль и управление параметрами режима сварки;
- контроль ДСЕ (детали и сварочные единицы) перед сваркой, включающий в себя контроль толщины стенок свариваемых заготовок и зазора между заготовками и подложкой;
- неразрушающий контроль сплошности сварных швов, выполненных СТП.

Главный научный сотрудник ИМАШ РАН, член-корреспондент РАН Николай Андреевич Махутов рассказал о вопросах, связанных с выбором материалов для изготовления инструмента для СТП, и предложил в дальнейших работах уделить больше внимания вопросам влияния вибрации оснастки и сварочного инструмента на качество сварных соединений.

Заместитель начальника отдела КБ «Салют» АО «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева» Юрий Петрович Травинкин в своем докладе отразил концептуальные особенности проведенной на предприятии работы: представил разработанный сварочный инструмент, сборочное и сварочное оборудование, обеспечивающее требуемое качество изготовления сварных соединений. Докладчик особо отметил нехватку нормативной базы как по вопросам организации самой сварки, так и по вопросам контроля сварных швов.

Профессор факультета СУиР Университета ИТМО, д-р техн. наук Алексей Владимирович Федоров отметил, что внедрение новых технологий может привести к сокращению рабочих мест на производстве в ПО «Полет» и просил прокомментировать эту проблему заместителя главного сварщика ПО

«Полет» филиала АО «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева».

Заместитель главного сварщика ПО «Полет» – филиала АО «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева» Алексей Сергеевич Оксенюк ответил, что данная проблема решается за счет увеличения числа и номенклатуры выпускаемой продукции.

По результатам презентации и обсуждения особенностей промышленной технологии СТП участники дискуссии констатировали следующее.

1. Выполненная работа отличается системным подходом и глубиной проработки принципиальных научно-технических вопросов, решение которых обеспечило достижение главной цели – создание и внедрение технологии СТП для выполнения сварных швов замкнутых оболочек топливных баков РН семейства «Ангара», являющихся равнопрочными с основным металлом.
2. Автоматизированное оборудование и технологию изготовления замкнутых оболочек топливных баков методом СТП можно признать уникальными ввиду реализации следующих групп требований:
 - все сварные швы (продольные, круговые и кольцевые) выполняются методом СТП;
 - все сварные швы выполняются за одну установку заготовок.
3. Приведенные две группы требований являются ключевыми при разработке оборудования СТП высокоответственных узлов РКТ, и особенно замкнутых оболочек для авиационной и ракетной техники. Только при соблюдении этих требований может быть реализовано основное достоинство применения метода СТП для изготовления баков – равнопрочность сварного шва и основного металла оболочки, что в настоящее время не-

достижимо при использовании традиционных методов сварки.

По результатам обсуждения материалов презентации приняты и оформлены протоколом форума следующие решения.

1. Для удовлетворения потребности ракетно-космической и авиационной промышленности в современных технологиях СТП целесообразно создать в России межотраслевой центр компетенций СТП, в котором должны комплексно решаться задачи разработки и отработки технологии СТП.
2. Цель создания и работы межотраслевого центра компетенции должна состоять в обобщении и распространении опыта внедрения в производство комплексных технологий изготовления пространствен-

ных, крупногабаритных и геометрически сложных изделий с обеспечением высокой точности изготовления.

3. Работу такого центра целесообразно построить на базе задела, имеющегося у АО «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева», с привлечением станкостроительных предприятий, обладающих опытом обеспечения требуемой точности механической обработки крупногабаритных заготовок.
4. К работе межотраслевого центра целесообразно привлечь научно-инженерную школу технологий СТП, представленную НИЦ технологий контроля качества РКТ Университета ИТМО, ФГУП ЦНИИ КМ «Прометей», а также Учреждения науки ИКЦ СЭКТ и НТЦ «Эталон».

5. Предложить использовать для тиражирования имеющийся практический опыт ФГУП ЦНИИ КМ «Прометей» в части разработки, изготовления (с привлечением ЗАО ЧП «Сеспель») и отработки оборудования для СТП длинномерных листовых конструкций (длиной до 12 м и толщиной 2–3 мм).

Наиболее важной и весомой оценкой результатов презентации технологии СТП явилось экспертное заключение специалистов ФГУП «ЦАГИ» им. Н.Е. Жуковского, утвержденное научным руководителем академиком РАН С.Л. Чернышевым. В заключении полностью поддержана идея создания межотраслевого центра компетенции по разработке и внедрению технологий СТП, отмечена его актуальность и конкурентоспособность.

Отчет по заседанию технического комитета по стандартизации ТК 371 «Неразрушающий контроль»

Материал предоставила:
СМИРНОВА Надежда Игоревна,
ответственный секретарь
ТК 371, ООО «Константа»,
Санкт-Петербург

Можно сказать, традиционно в рамках форума «Территория NDT», Москва, организатором которого является РОНКТД, 4 марта 2019 г. состоялось заседание технического комитета по стандартизации ТК 371 «Неразрушающий контроль», целями которого было подведение итогов работы за прошлый год и постановка задач на 2019 год. Заседание проходило под руководством заместителя председателя ТК 371 Владимира Александровича Сясько, присутствовали представители всех 12 подкомитетов.

Что касается общих сведений о ТК 371, можно отметить, что



Н.И. Смирнова, В.А. Сясько, В.Е. Прохорович

секретарит, руководство и структура комитета за 2018 г. не упоминались, секретариат ТК 371 по-прежнему базируется во ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева», в своей структуре имеет 12

подкомитетов, а вот его состав пополнился, и на сегодняшний день в ТК 371 работают 95 организаций, которые являются полноправными членами технического комитета с правом голоса.

В связи с тем что технические комитеты по стандартизации в соответствии с законодательством РФ представляют собой объединения заинтересованных лиц, организаций и органов власти, которые создаются для проведения работ в области национальной, региональной и международной стандартизации в закрепленной области деятельности, то, соответственно, одной из главных задач технического комитета является разработка стандартов и выполнение программы национальной стандартизации (ПНС). В 2018 г. за ТК 371 в ПНС закреплен 21 стандарт, из них 8 стандартов находятся в обсуждении, а остальные в разработке. В 2019 г. ПНС была дополнена ТК 371 еще 19 стандартами, из них по результатам совещания по вопросу дальнейших направлений развития и внедрения национальных стандартов в области радиографического неразрушающего контроля под председательством заместителя руководителя Росстандарта Антона Павловича Шалаева (Протокол № 115-пр от 8 октября 2018 г.) 15 стандартов по радиографическому контролю будут разработаны и внедрены подкомитетом ТК 371/ПК5 «Радиационные методы» в 2019 – 2020 гг. Для подготовки данных стандартов подкомитетом ТК 371/ПК 5 ведется разработка мобильной платформы для автоматизации и ускорения процесса работы. Ознакомиться с ней можно по ссылке: <http://pk.necom.ru/>.

Еще одно рабочее совещание с заместителем руководителя Росстандарта и руководством ТК 371 состоялось в феврале 2019 г. в Санкт-Петербурге, на котором обсуждались важные вопросы стандартизации РФ, работы технических комитетов в межгосударственной и международной стандартизации и взаимодействия технических комитетов в РФ.



ТК 371 ведет работы по международной стандартизации в комитете ISO TC 135 «Non-destructive testing», в настоящий момент назначено семь экспертов для работы в различных подкомитетах ISO TC 135. По итогам заседаний ТК 371 в 2018 г. принято решение о внесении предложений в ISO TC 135 по разработке международных стандартов на основе национальных или принятия национальных стандартов в качестве международных в 2019 г.

ТК 371 продолжает сотрудничество со многими смежными непрофильными техническими комитетами, и в 2018 г. была проведена экспертиза 13 документов по стандартизации, которые были разработаны следующими комитетами:

- ТК 357 «Стальные и чугунные трубы и баллоны»;
- ТК 364 «Сварка и родственные процессы»;
- ТК 206 «Эталоны и поверочные схемы»;
- ТК 23 «Нефтяная и газовая промышленность»;
- ТК 45 «Железнодорожный транспорт».

На заседании также обсуждался вопрос региональной стандартизации, а именно работа межгосударственного технического комитета по стандартизации МТК 515 «Неразрушающий контроль», ведение секре-

тариата которого на заседании МГС в ноябре 2018 г. было возложено на наших коллег в Казахстане. Россия является полноправным членом данного комитета и по поручению Росстандарта ТК 371 в дальнейшем планирует принимать активное участие в разработке и рассмотрении межгосударственных стандартов в области неразрушающего контроля.

В планах на 2019 г. ТК 371 стоят задачи: выполнения программы стандартизации в области неразрушающего контроля качественно и в запланированный срок; оптимизации внутренней работы ТК 371 и подкомитетов; совершенствования процедуры взаимодействия членов ТК 371; внедрения мобильной платформы по разработке стандартов по всем подкомитетах ТК 371, а также продолжения и развития взаимодействия со смежными техническими комитетами и работы в международном комитете ISO 135 и межгосударственном МТК 515.

Фотографии по деловой программе форума предоставлены дирекцией РОНКТД, редакцией журнала и участниками деловой программы

БЕСЕДЫ НА VI МЕЖДУНАРОДНОМ ПРОМЫШЛЕННОМ ФОРУМЕ «ТЕРРИТОРИЯ NDT. НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ. ИСПЫТАНИЯ. ДИАГНОСТИКА»



КОЖАРИНОВ Валерий Владимирович
Д-р техн. наук,
президент Латвийского общества
по неразрушающему контролю (LNTB),
г. Рига

С начала существования форума «Территория NDT» Вы ежегодно участвуете в нем. Что можете сказать о форуме 2019 г.? Каковы Ваши впечатления от форума? Что изменилось? Какие тенденции прослеживаются?

Да, действительно, я принимаю участие в каждом форуме «Территория NDT», но в этом году я впервые за последние 30 лет отметил хорошие перспективы развития ФИЗИКИ неразрушающего контроля и диагностики в России. Такой подход, несомненно, дает импульс к разработке новых технологических процессов в машиностроении. До этого я ви-

дел развитие только вширь – все более разнообразное использование постоянно растущего потенциала цифровой обработки сигналов (что, конечно, тоже не плохо).

Знакомясь с экспозицией форума, общаясь с участниками выставки и посетителями, мне очень понравилось, что в нашей отрасли появились молодые люди, которые занимаются наукой в области ФНК (физика неразрушающего контроля). И прежде всего они мне понравились своим профессионализмом, прекрасным пониманием физики процессов.

Хочу отметить, что наметившееся перспективное развитие ФНК во многом определяется поддержкой и огромным вниманием к развитию неразрушающего контроля и воспитанию кадров академиком Владимира Владимировича Ключева, которое он оказывал в тяжелые 1990-е и начале 2000-х годов. Во многом благодаря этому человеку, по моему мнению, и стал возможен такой научно-технологический прорыв.

Пожелания организаторам и участникам.

С удовлетворением констатирую, что успехи уже есть и, без сомнения, обязательно будут. Ну а организаторам форума и всем участникам желаю здоровья.



ЗАИТОВА Светлана Александровна,
ОЮЛ «Казахстанский регистр»,
председатель ТК 76 «Неразрушающий контроль и техническая диагностика»,
Республика Казахстан, Астана

Вы ежегодный участник форума «Территория NDT». Что можете сказать о форуме 2019 года? Поделитесь Вашими впечатлениями.

Форум «Территория NDT» радует своим постоянством и является лучшей профессиональной площадкой на постсоветском пространстве. В этом году хотелось отметить формат и содержание пленарных мероприятий. Особенно интересно проходили выступления практиков применения методов и технологий в процессе производства, а

также анализ состояния научной мысли в области НК и этапов ее развития.

Как обычно форум представляет собой прекрасную возможность для встречи с производителями российского оборудования, а также с ведущими учебными и сертификационными центрами в области неразрушающего контроля. Очень актуальны и полезны состоявшиеся дискуссии о квалификациях в рамках дальнейшей интеграции Евразийского Союза и его направленности на свободу перемещения трудового капитала.

С какими задачами Вы приехали на форум?

Одной из задач моей миссии на форуме была встреча с российскими разработчиками стандартов в целях подготовки Проекта Положения МТК 515 «Неразрушающий контроль» (с ноября 2018 г. руководство МТК 515 было передано Казахстану). К сожалению, на заседание ТК 371, где в том числе обсуждались вопросы сотрудничества с МТК 515, меня не пригласили. Не могу не отметить неразберихи в системе отраслевой стандартизации в рамках МТК 515 «Неразрушающий контроль» и отсутствие на текущий момент нормального взаимодействия с ТК 371.

Какие действия, на Ваш взгляд, могут привлечь к подобным мероприятиям большее внимание фирм и организаций как профильных, так и смежных областей.

Хочу отметить, что падение интереса общества к таким мероприятиям обусловлено не только общим падением интереса масс к выставкам, но и отсутствием у организаторов четко прослеживаемой связи, как достижения в области неразрушающего контроля и технической диагностики влияют на качество и безопасность жизни рядовых граждан,

не связанных с космосом и военными технологиями.

И именно стандартизация новых технологий и дальнейшее их закрепление в качестве доказательной базы в технических регламентах позволит сделать качественный скачок и привлечь общество к проблемам обеспечения безопасности на ежедневном, бытовом уровне, а также придаст новый стимул развитию самих методов и подходов в области неразрушающего контроля. Важнейшим элементом на этом этапе должна стать свободная конкуренция разработчиков и производителей на основе установленных стандартизованных научных данных. Техническим комитетам как институтам развития необходимо цивилизованным путем обеспечить существование конкуренции, в противном случае стандартизация будет обслуживать интересы избранных.



СОТНИКОВ Алексей Леонидович

Д-р техн. наук, профессор кафедры «Механическое оборудование заводов черной металлургии», начальник научно-исследовательской части ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»

Вы впервые на форуме «Территория NDT»? Откуда Вы узнали о форуме?

На форуме «Территория NDT» я впервые. Сегодня основным источником информации о

мероприятиях такого уровня, а также о новинках приборостроения в области неразрушающего контроля и технической диагностики, конечно же, является Интернет. За развитием форума мы следим с первого года его проведения, а вот приехать удалось только в этом году.

Почему решили приехать?

Промышленность Донецкого региона после известных событий 2014 – 2015 гг. медленно, но уверенно восстанавливается. Критическая изношенность технологического оборудования требует повышенного внимания к обеспечению промышленной безопасности на предприятиях региона. Поэтому решение приехать на форум вызвано назревшей необходимостью восстановления старых и налаживания новых более тесных контактов с российскими коллегами, а также желанием воочию увидеть современные отечественные приборы для неразрушающего контроля и технической диагностики. В настоящее время для нашего региона актуальными являются вопросы подготовки специалистов по неразрушающему контролю, внедрения на предприятиях современных методов и инструментов контроля качества и технического состояния, технической диагностики, технического обслуживания и ремонта оборудования.

Расскажите о вашей работе.

Донецкий национальный технический университет является старейшей и ведущей инженерной школой Донбасса. Начиная с 80-х гг. прошлого века в стенах университета развиваются научные школы в области надежности, технической диагностики, сварочного производства, обслуживания и ремонта промышленного оборудования. Это позволило университету подготовить большое количество спе-

специалистов (инженеров, диагностов, дефектоскопистов и просто механиков), которые работают сегодня на всех без исключения предприятиях нашего региона и пополнили ряды специалистов на многих предприятиях Украины и России.

До рокового 2014 г. в Донецке регулярно также проводились различные мероприятия (семинары, круглые столы, выставки, курсы обучения), издавалась научная и учебная литература по вопросам технической диагностики, организации и управлению техническим обслуживанием и ремонтами оборудования и т.п., издавались известные также и в России международные научно-технические и производственные журналы «Вибрация машин: измерение, снижение, защита» и «Металлургические процессы и оборудование». Была создана Ассоциация механиков «АссоМ». Было налажено сотрудничество с известными российскими производителями приборов и материалов для технического диагностирования, обслуживания и ремонта промышленных машин. Университет являлся коллективным членом Украинского общества неразрушающего контроля и технической диагностики.

В настоящее время мы пытаемся возобновить некоторые из направлений работы в области НК и вывести их на новый уровень. Например, наряду с обучением решаем вопросы, связанные с аттестацией специалистов неразрушающего контроля и испытательных лабораторий.

Оказалось ли полезным посещение форума для Вас? Ваши впечатления от форума? Ваше мнение о деловой программе?

Да, безусловно, посещение форума «Территория NDT» оказалось очень полезным для нас. Радует, что на выставке большую часть экспозиции составляют

отечественные разработчики и производители приборов, инструментов и материалов для неразрушающего контроля. Наибольший интерес вызвало обсуждение на круглых столах таких актуальных и животрепещущих вопросов, как: профессиональная квалификация, обучение, аттестация и сертификация в области неразрушающего контроля; метрология, стандартизация, цифровизация – вызовы четвертой промышленной революции, а также совещание президента и членов правления Российского общества по неразрушающему контролю и технической диагностике с председателями правлений региональных отделений общества. Интересен также был опыт проведения Всероссийского конкурса специалистов неразрушающего контроля.

Насколько важны такие мероприятия, как форумы, выставки, конференции, для специалистов НК? Какова атмосфера на форуме?

Как уже говорил ранее, сегодня основным источником информации является Интернет. Мероприятия такого формата и уровня, как форум «Территория NDT», становятся важным дополнением к этому. Именно на таких мероприятиях можно не только увидеть большое количество различных приборов в одном месте, но и лично познакомиться с ними в работе, пообщаться и поdiskутить непосредственно со специалистами, полистать книжные новинки и т.д. Дружелюбное отношение организаторов и участников форума располагает к плодотворной работе. Участие в форуме позволило определиться с дальнейшими направлениями нашей работы, чтобы оставаться в кильватере современных трендов развития неразрушающего контроля. В частности, мы рассмотрим возможность организации и проведения

на базе Донецкого национального технического университета конкурса среди специалистов неразрушающего контроля Донецкого региона.

Какие темы особенно важны и актуальны сейчас? Каковы, по Вашему мнению, перспективы развития неразрушающего контроля?

Сегодня все говорят и много пишут о четвертой промышленной революции, в том числе в области неразрушающего контроля и технической диагностики. Все находится в предвкушении наступления эры «интернета вещей». Но до тех пор пока современные функционально развитые приборы будут по стоимости эквиваленты стоимости автомобиля или квартиры, они будут оставаться доступными только для крупных финансово-промышленных групп, которые могут позволить себе их приобретение. Для нас, нашего региона, более интересным и перспективным является развитие массового сегмента приборов для неразрушающего контроля и технической диагностики. Современные приборы должны быть доступными для приобретения не только промышленным предприятиям, но и образовательным учреждениям, где готовят будущих пользователей этих приборов. А пока нам остается только наблюдать за развитием современных технологий, методов и средств неразрушающего контроля благодаря доступным возможностям Интернета и таких мероприятий, как форум «Территория NDT».

Пожелания коллегам и организаторам.

Российским коллегам, участникам и организаторам форума хотелось бы пожелать не останавливаться на достигнутом. Ставить новые цели и уверенно двигаться к их достижению! Ну и, конечно же, желаем всем мирного неба над головой.



КОЧНЕВ Алексей Сергеевич
Генеральный директор ООО АСТ
СВАРПРОМ, г. Саратов

Откуда Вы узнали о форуме «Территория NDT»? Почему решили приехать? Какое значение имеет это мероприятие для специалистов НК?

Такие съезды не остаются незамеченными в профессиональных кругах. Впервые я услышал о форуме от своих коллег в 2017 г. И теперь посещаю его ежегодно. Вообще я всегда стараюсь посещать подобного рода мероприятия. Они помогают расширить свой кругозор и личный опыт. За 1-2 дня можно почерпнуть массу информации (и услышать ее, и увидеть), на изучение которой, сидя в офисе, понадобится полгода активной работы. Много практической информации, теоретической, литературы. Здесь можно познакомиться с новым оборудованием, новыми технологиями, завести знакомства, пообщаться с коллегами, поделиться своим опытом, а также познакомиться с опытом работы товарищей. Так что очень полезно посещать данный форум.

Расскажите о Вашей лаборатории и направлении ее деятельности.

Лаборатория «АСТ «Сварпром» занимается контролем сварных соединений. Работаем по всей России. Имеем значи-

тельный опыт в контроле магистральных трубопроводов, газопроводов, резервуаров и сосудов высокого давления, тепловых сетей, бурильных труб, металлоконструкций, деталей и узлов, строительных конструкций.

С особым вниманием я отношусь к подбору персонала. Коллектив организации состоит из экспертов в области неразрушающего контроля, имеющих многолетний опыт работы. Все наши специалисты квалифицированные и вовремя проходят переподготовку. Это ответственные и надежные люди. Мы не стоим на месте, а постоянно совершенствуемся, и то, что я сейчас здесь, прямое тому подтверждение.

Каковы особенности Вашей работы? Ваши результаты?

Мы уважаем своих заказчиков и всегда прислушиваемся к их мнению и требованиям. Подходим к работе ответственно. Приоритет компании «АСТ «Сварпром» – в соблюдении сроков выполнения работ. За 3 года мы объездили пол-России. Работали на больших объектах в Калининградской области, Бованенковском месторождении (это на Ямале), даже на острове Итуруп, а уж центральная Россия... Московская область, Ленинградская, конечно же, Саратовская и др. Так что диапазон наших работ довольно-таки широкий. Все это было сделано большими усилиями небольшой команды. На данный момент фирма активно развивается. Также хочу отметить, что практически все клиенты «АСТ «Сварпром» обращаются к нам повторно.

Каким Вы видите свое дальнейшее развитие?

В ближайших планах - достижение соответствия требованиям европейских норм качества, выход на глобальное строительство международного уровня, аккредитация и оформление лицензий

ведущих организаций РФ, таких как «Транснефть», «Газпром», «Роснефть» и «ЛУКОЙЛ».

Ваше впечатление о форуме?

У меня сложилось хорошее впечатление о форуме. Здесь представлен большой выбор оборудования европейского и российского, рассчитанного на разного потребителя. Представлены различного рода технологии контроля (современные и уже рекомендовавшие себя). И что особенно понравилось – это общение и круглые столы, так называемый networking в кругу «своих» – специалистов со всей России, которые делятся ценнейшим опытом работы во всевозможных условиях.

Какая атмосфера была на форуме?

Приятно отметить, что на форуме царит атмосфера диалога, активное открытое общение, возможность получить обратную связь как от конкретных людей, так и от компаний.

Какие темы особенно важны и актуальны для Вас сейчас?

Для нас сейчас большой интерес представляют современные технологии и КИД собственно приборов. Хотелось бы максимально исключить в процессах работы человеческий фактор, а также чтобы было больше конкретики и подтверждения фактов при выявлении дефекта. Хотелось бы получать не размытое изображение, как это бывает на старых ультразвуковых аппаратах, а чтобы каждый выявленный дефект был сохранен и доступен в виде файла, возможно даже в 3D-формате. Чтобы можно было увидеть дефект с разных сторон.

Вы для себя нашли что-то полезное?

Конечно! Массу всего. Например, новые рентгеновские аппараты постоянного действия.

Они небольшие по объему и массе и имеют возможность контроля деталей толщиной до 50–60 мм. И качество пленки при этом отличное. Также очень понравилась дискуссия на тему ультразвуковых фазированных решеток, которые позволяют выявлять и показывать дефекты в формате 3D. Эта тема не теряет актуальности, а наоборот, даже набирает обороты. Интересно послушать специалистов и их мнение, как это все работает, как настраивается, как выявляются дефекты, какие УЗ-аппараты на сегодня наиболее хорошо себя показали и зарекомендовали.

Каковы, по Вашему мнению, перспективы развития НК в России и в мире?

Перспективы НК огромные. Современный мир невозможно представить без строительства. С каждым годом увеличивается количество трубопроводов, металлоконструкций, мостов, промышленных зданий. Везде, где применяется металл и сварка, нужен контроль. И, соответственно, с развитием таких работ растет потребность в наших услугах.

В мире прослеживаются аналогичные тенденции. Рынок развивается, появляются новые технологии, новое оборудование. Это способствует повышению устойчивого спроса на услуги лаборатории неразрушающего контроля.

Ваши пожелания коллегам.

Попадая на мероприятия такого рода, всегда хочется продолжения. Хочется пожелать всем нам чаще встречаться, чаще общаться и творческих успехов.

Пожелания организаторам.

Благодарю организаторов конференции за хорошую работу, высокий уровень подготовки и проведения.

В качестве пожелания на будущее — хотелось бы на форуме

видеть больше специалистов из-за рубежа. Нам очень интересен их опыт, как они справляются с теми или иными проблемами, ознакомиться с их нормативной и технической документацией. Потому что мы мыслим и видим только свою НД, а она большей частью родом из СССР и обновляется не так быстро, как того требуют современные технологии.

Хорошо бы чаще проводить подобные мероприятия. Спасибо и успехов Вам!

Спасибо.

ежегодно с целью поиска новых технических и технологических решений. В силу специфики производственных интересов ММК «Мосинтраст» мы стараемся быть в курсе последних достижений науки и техники в мире неразрушающего контроля и технической диагностики, а программа форума «Территория NDT» предоставляет эту возможность. Как постоянные посетители форума и выставки мы получаем приглашения от организаторов по электронной почте.



ТУЛИНОВ Андрей Борисович
(справа)

Д-р техн. наук, профессор, руководитель научно-технического отдела АО «ММК «Мосинтраст», г. Красногорск

ТЮМЕНЕВ Юрий Якубович
(слева)

канд. техн. наук, профессор, академик РАЕН, заместитель главного редактора научно-технического журнала «Промышленный сервис», заместитель руководителя научно-технического отдела АО «ММК «Мосинтраст», г. Красногорск

Откуда Вы узнали о форуме «Территория NDT»?

Представители нашей компании посещают данный форум

Ваши впечатления от форума?

Впечатления от форума всегда положительные. Мы не первый раз присутствуем на форуме «Территория NDT» и хотим отметить, что он с каждым годом становится интереснее. Данное мероприятие объединило вместе разработчиков оборудования и технологий НК, представителей отечественных и зарубежных производителей, специалистов НК, а также ведущие организации, использующие представленные достижения отечественной и зарубежной науки. В работе выставки принимают участие интересные компании, которые в большинстве своем представлены не только качественным обо-

рудованием, но и грамотными техническими специалистами.

Вы участвовали в деловой программе форума? Ваше мнение о ней.

Представители нашей компании не участвовали в деловой программе форума с докладами, но мы с удовольствием и большой пользой прослушали выступления всех докладчиков, которые нас интересовали. Деловая программа форума очень насыщенная и разнообразная. Желательно публиковать доклады и решения круглых столов. Иначе эффект от их проведения значительно снижается.

Да, Вы правы, так и происходит. В журнале «Территория NDT» ежегодно публикуются отчеты по круглым столам деловой программы форума.

Насколько важны такие мероприятия, как форумы, выставки, конференции, для специалистов НК?

Мы считаем, что такие мероприятия, как форумы, выставки, конференции, имеют огромное значение для специалистов, в сферу профессиональных интересов которых входят вопросы неразрушающего контроля. Специалистам подобные мероприятия позволяют быть в курсе современных достижений отечественных и зарубежных производителей оборудования по неразрушающему контролю. Такие мероприятия позволяют коллегам делиться опытом и узнавать что-то новое для себя.

Какова атмосфера на форуме? Какие темы особенно важны и актуальны сейчас? Что важно для Вас?

Атмосфера на форуме деловая. Мы рады, что стали участниками такого интересного мероприятия, как VI Международный промышленный форум «Территория NDT». Нам понравился высокий уровень организации

мероприятия, деловая программа, высокий профессиональный уровень посетителей и участников выставки. Вопросы неразрушающего контроля изделий и диагностики работы оборудования для нас очень важны, так как позволяют выбрать соответствующие контрольные приборы для применения их в конкретных производственных ситуациях, возникающих в нашей работе. Мы согласны с коллегами, считающими, что дальнейшее развитие оборудования НК будет идти в направлении визуализации дефектов, опережающей диагностики, т.е. в направлении предупреждения образования и развития дефектов, а также перехода от дефектоскопии к дефектометрии во всем многообразии методов НК.

Для себя Вы нашли что-то полезное? Полезно ли общение на форуме?

Общение с коллегами на форуме очень полезно, так как возможность познакомиться с новейшими достижениями в области диагностики и неразрушающего контроля позволяет не только расширить личный научный кругозор, но и совершенствовать работу нашей компании.

Расскажите о вашей компании и направлении ее деятельности. Расскажите о своей работе.

А.Б. Тулинов: АО ММК «Мосинтраст» — сервисная организация, работающая около 30 лет в сфере восстановления крупногабаритного оборудования в различных направлениях минерально-сырьевого комплекса — горной, металлургической, цементной, целлюлозно-бумажной и других отраслях. Наша компания специализируется на ремонте такого оборудования, как конусные дробилки, шаровые мельницы, конвейерные системы, сушильные барабаны и др.

Сотрудничество с нашей сервисной компанией позволяет предприятиям сосредоточиться на выпуске собственной продукции и не вкладывать средства в создание и содержание собственных ремонтных служб с дорогостоящей оснасткой и квалифицированными кадрами. Появляется возможность исключить время вынужденного простоя оборудования при ремонте или сократить время простоя за счет использования прогрессивных технологических методов восстановления.

АО «ММК «Мосинтраст» зарекомендовала себя в промышленности как многопрофильная, высокоэффективная сервисная организация, специализирующаяся на техническом обслуживании, диагностике, восстановлении и модернизации производственного, вспомогательного и крупногабаритного оборудования.

В основе деятельности компании лежит концепция создания независимого сервисного центра, целью которого является соблюдение требований надежности и безопасности оборудования при обеспечении максимально возможного уровня эффективности за счет формирования оптимальной программы технического обслуживания и ремонта оборудования.

В своих работах ММК «Мосинтраст» реализует комплексный подход и успешно использует систему RCM, представляющую собой стратегию технологического обслуживания, направленную на обеспечение надежности работы оборудования.

На ряде предприятий проводятся работы по комплексному обеспечению надежности работы оборудования. При этом специалистами осуществляются постоянный мониторинг, диагностика и восстановительные работы, обеспечивающие бесперебойную работу оборудования и прогно-

зирующие возможное появление дефектов. Выполняемые фирмой работы высокоэффективны, проводятся в предельно короткие сроки и позволяют сохранить работоспособность оборудования в течение длительного времени. В этой связи объясним наш профессиональный интерес к вопросам диагностики и неразрушающего контроля.

Ю.Я. Тюменев: Я представляю на форуме редакционный совет научно-технического журнала «Промышленный сервис», который является правопреемником журнала «Теоретические и прикладные проблемы сервиса» (издается с 2001 г.). Наш журнал входит в перечень ВАК рецензируемых научных изданий по целому ряду научных специальностей. Журнал публикует материалы, посвященные перспективным разработкам в области технологий в различных отраслях народного хозяйства, ремонта, технического обслуживания, безопасной эксплуатации промышленных объектов, а также проблемам качества работ и услуг. В журнале «Промышленный сервис» отражаются и анализируются исследования, достижения и перспективы развития в сфере промышленного сервиса. Рассматриваются сервисные технологические, технические и другие научные и прикладные разработки. В журнале публикуется информация о научно-практических конференциях и выставках, проведение которых запланировано в ближайшие годы, а также обзоры прошедших мероприятий.

Пожелания коллегам и организаторам.

Всем коллегам от души желаем творческих успехов, новых мыслей, широких перспектив, интересных мероприятий, расширения контактов, новых встреч и друзей, а также доведения новых разработок до практи-

ческого внедрения. Желаем организаторам дальнейших успехов, привлечения новых участников и посетителей. Пользуясь случаем, приглашаем специалистов по диагностике и НК к сотрудничеству с нашей компанией — ММК «Мосинтраст»!



НИКИТИН Николай Борисович

Зам. технического директора,
АО «ИНДУСТРИЯ-СЕРВИС»,
г. Москва

Что представляет на выставке АО «ИНДУСТРИЯ СЕРВИС»? Какое оборудование привезли? Есть ли новинки?

Уже более 25 лет АО «ИНДУСТРИЯ-СЕРВИС» является официальным представителем в России фирмы YXLON International. Как всегда наш немецкий партнер представляет высокотехнологичное оборудование для рентгеновского контроля. Мы предлагаем весь спектр решений — от портативных аппаратов для работы в «поле» до промышленных томографов с разрешением до 0,5 мкм. Таким образом, мы способны предоставить решение для широкого круга задач рентгеновского контроля. Последнее время мы сотрудничаем с X-Ray Work GmbH, что позволило нам дополнить программу поставок

микрофокусными рентгеновскими аппаратами промышленного применения. В частности, аппараты с выносным анодом нашли применение в аэрокосмической и атомной промышленности.



Расскажите о своей работе.

Я уже более 6 лет являюсь сотрудником АО «ИНДУСТРИЯ-СЕРВИС». За это время я прошел путь от менеджера отдела рентгеновского оборудования до заместителя технического директора. Работа была разной, но всегда интересной. Работа в «ИНДУСТРИЯ-СЕРВИС» предоставляет большое пространство для самореализации — постоянно ставить новые задачи, учиться, развиваться. Общение с заказчиками дает возможность держать руку на пульсе тенденций развития промышленности, быть в курсе новых технологий. Часто приходится решать нестандартные задачи. Это было бы невозможно без слаженной работы в коллективе и квалифицированных кадров.

Много ли посетителей было на стенде? Что можете сказать об уровне посетителей?

Я в целом доволен количеством посетителей. Конечно, хотелось бы больше, но главное, что к нам приходят именно наши потенциальные заказчики. Это специалисты, которые точно понимают свои задачи и знают, какой результат хотят получить. Мы в свою очередь всегда готовы оказать необходимую техническую поддержку. Всегда приятно работать с профессионалом в своей области.

Ваши впечатления от форума? Оказалось ли полезным участие в форуме?

В последнее время люди все больше обращаются за информацией к Интернету. Действительно, практически всю информацию об оборудовании можно найти на страницах производи-

телей оборудования. Много можно обсудить по телефону или электронной почте. Но я уверен, что невозможно заменить живое общение при решении сложной задачи контроля. Поэтому я очень рад, что в этом году наш стенд посетили заказчики из разных отраслей промышленности. Нам предложили много сложных интересных задач, и мы готовы к продуктивной работе. Мы являемся постоянными участниками форума, и это одно из мероприятий, где специалисты могут получить квалифицированную консультацию от специалиста в области контроля и решить задачу высокой сложности.

Пожелания коллегам, пожелания организаторам.

Коллегам и организаторам я бы хотел пожелать в первую оче-

редь много интересной работы. Мы живем в сложное время, но чем больше вызовов мы принимаем, тем больше мы развиваемся, тем больше сил и энергии двигаться вперед.



*Беседы провела ведущий редактор журнала «Территория NDT» КЛЕЙЗЕР
Наталья Владимировна*

**БУЛАТ 1М ЦВЕТНОЙ
УЖЕ В ПРОДАЖЕ!**



КОНСТАНТА®
приборы неразрушающего контроля

ОЧЕРЕДНЫЕ ЗАСЕДАНИЯ ПЕТЕРБУРГСКОГО НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОГО СЕМИНАРА ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ – «ГУРВИЧ-КЛУБА»



ЦОМУК Сергей Роальдович
Председатель совета «Гурвич-клуба»,
Санкт-Петербург

В Санкт-Петербурге на базе Международного делового центра «Нептун» проведены очередные два заседания «Гурвич-клуба».

Следуя стратегии клуба по рассмотрению разных видов неразрушающего контроля (НК) и диагностики, заседание 12 декабря 2018 г. было практически целиком посвящено интересному методу, нашедшему достаточно широкое применение в практике, — методу свободных колебаний.

Основной доклад «Использование метода собственных колебаний для решения задач НК физико-механических свойств и качества материалов и изделий», подготовленный специалистами ООО «Звук», сделала Е.З. Коварская.

В докладе были представлены и теоретические основы метода, и оборудование для измерения собственных частот, и особенности контроля различных изделий



(шлифовальные круги, тигли, отливки, лопатки и пр.).

После доклада специалистами ООО «Звук» на реальных изделиях разного вида была проведена демонстрация оборудования для реализации метода свободных колебаний, которое разработано и на протяжении многих лет серийно выпускается этой фирмой.



Вторая часть заседания была посвящена особенностям применения профстандарта «Специа-

лист по неразрушающему контролю». С сообщениями на эту тему выступили А.А. Гордон (АО «Армалит») и Г.Я. Дымкин (АО «НИИ мостов»).



Заседание 4 апреля 2019 г. было посвящено теме «НК в энергомашиностроении и энергетике».

С первым, фундаментальным докладом «История ультразвукового контроля сварных соединений в энергомашиностроении и энергетике. Методы и средства, научное и технологическое развитие, практика применения» выступил глав-



ЦНИИТМАШ ДЛЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ И ЭНЕРГОМАШИНОСТРОЕНИЯ

Этап 1	До 1972 г. Отдельные работы
Этап 2	1972 – 1982 гг. Комплекс работ по технологиям производства сталей, изготовлению сосудов и труб сварных соединений, металлообработке и неразрушающему контролю
Этап 3	1982 – 1991 гг. Комплексное сопровождение производства для АЭС
Этап 4	1992 – 2019 гг. Помощь АЭС и заводам

ный научный сотрудник НПО ЦНИИТМАШ, канд. техн. наук Н.П. Разыграев.

Свой обширный доклад Николай Павлович начал с патента 1928 г. С.Я. Соколова, затем сделал серьезный исторический обзор развития УЗК сварных соединений, отметив вклад наиболее известных в этой области ученых и организаций СССР.

Вторая часть сообщения была посвящена подробному анализу работ ЦНИИТМАШ по НК в энергомашиностроении, которые были разделены по этапам и десятилетиям (см. таблицу).

Как всегда в выступлениях Н.П. Разыграева особое внимание было уделено открытию и применению головных волн.

Такой эпохальный доклад был выслушан собравшимися с большим интересом и с благодарностью автору за проведенную огромную работу по его подготовке.

Второй доклад на тему «Требования и порядок подтверждения компетентности персонала по неразрушающему и/или разрушающему контролю в области использования атомной энергии» сделала Т.Ю. Шарапова (ЦНИИ КМ «Прометей»).

Эта тема в настоящее время весьма актуальна в связи с внедрением нового стандарта – ГОСТ Р 50.05.11–2018, в котором определены требования и порядок подтверждения компетентности специалистов по неразрушающему



му и разрушающему контролю. Т.Ю. Шарапова подробно рассмотрела систему аттестации персонала в ГК «Росатом», требования к подготовке специалистов, виды оценки компетентности, балльную систему оценки и ответила на многочисленные вопросы собравшихся.

Следующее заседание Гурвич-клуба решено совместить с традиционной XXIII Петербургской конференцией «Ультразвуковая дефектоскопия металлов и перспективных материалов» УЗДМ-2019, которая проводится в конце мая в пригороде Санкт-Петербурга. ■

An **ASNT** Topical Conference

15th International Symposium on Nondestructive Characterization of Materials

17 – 19 September, 2019 | Grand Hotel Bernardin | Portorož, Slovenia

[Http://www.asnt.org/MajorSiteSections/Events/Upcoming_Events/ISNCM_2019.aspx](http://www.asnt.org/MajorSiteSections/Events/Upcoming_Events/ISNCM_2019.aspx)

XVI ВСЕРОССИЙСКИЙ КОНКУРС СПЕЦИАЛИСТОВ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ



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 проведен ежегодный XVI Всероссийский конкурс специалистов неразрушающего контроля. Организация конкурса была поручена АО «НТЦ «Промышленная безопасность» и ООО «НУЦ «Качество» совместно с АО «НИКИМТ-Атомстрой». Конкурс проводился по девяти методам неразрушающего контроля: акустико-эмиссионному, вибродиагностическому, визуальному и измерительному, вихретоковому, магнитному, проникающими веществами (капиллярному), радиационному, тепловому и ультразвуковому.

Проведение конкурса 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 неразрушающего 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. Принимая участие в конкурсе, у специалистов есть уникальная возможность в честной конкурентной борьбе продемонстрировать 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 специалистов, мотивации их профессионального роста, улучшения имиджа организации и повышения качества ее услуг и продукции.

Конкурс традиционно проходит в два тура: первый (отборочный) и финальный. В этом году девять региональных центров, расположенных на территории нашей страны от Москвы до Хабаровска, приняли участие в проведении отборочного тура конкурса: ООО «НУЦ «Качество» совместно с АО «НИКИМТ-Атомстрой» (г. Москва), ООО «ИКЦ «Арина» (г. Пермь), ООО «АРЦ НК» (г. Томск), НО-АП «Академия-НК» (г. Самара), ЧОУ ДПО «УАЦТД» (г. Иркутск), РЦАКД ТПУ (г. Томск), ЭЦ «Башкортостан» ООО «АЦ СваркаТехСервис» (г. Уфа), НО-АП «Политех НК», структурное подразделение ФГБОУ ВО «СамГТУ» (г. Самара), ООО «Уральский центр аттестации» (г. Екатеринбург).

В финальном туре конкурса приняли участие победители внутренних конкурсов дочерних обществ ПАО «Газпром»: лучший специалист – 2019 по радиационному контролю ООО «Газпром трансгаз Махачкала» и лучший специалист неразрушающего контроля ООО «Газпром трансгаз Ухта» (ВИК, УК).

В первом туре конкурса, который прошел в регионах России с 28 января по 8 февраля

Отборочный тур:



Москва



Иркутск



Пермь

Отборочный тур:



Томск



Томск

2019 г., приняли участие около 280 специалистов более чем из 90 организаций, работающих в области неразрушающего контроля.

Финальный тур конкурса состоялся в Москве, в ООО «НУЦ

«Качество» с 4 по 6 марта 2019 г., в нем приняли участие 57 специалистов, представляющие 39 организаций со всей России. Награждение победителей состоялось в рамках VI Международного промышленного форума

«Территория NDT. Неразрушающий контроль. Испытания. Диагностика», Москва, ВКЦ «Экспоцентр» на Красной Пресне 6 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 XVI Школе-семинаре «Сертификация персонала в области неразрушающего контроля – 2019», г. Сочи, Лазаревское.

Победителями и призерами XVI Всероссийского конкурса специалистов неразрушающего контроля стали:

- по акустико-эмиссионному методу – В.Е. Дмитриенко (АО «Транснефть-Диаскан», г. Луховицы, МО), А.Г. Медведев (КАО «Азот», г. Кемерово);
- по вибродиагностическому методу – Т.Ф. Шайхутдинов (СУПЛАВ АО «Транснефть-Урал», г. Уфа), Р.Ф. Ризванов (АО «Транснефть-Прикамье», ф-л Казанское РНУ, г. Казань),



Финал

Е.И. Мещеряков (ООО «Газпром трансгаз Ставрополь» ИТЦ, г. Ставрополь);

- по визуальному и измерительному методу – Н.Б. Кириллов (АО «Транснефть – Верхняя Волга», г. Нижний Новгород), А.А. Сергиенко (СУПЛАВ АО «Транснефть-Урал», г. Уфа);
- по вихретоковому методу – С.В. Шелков (ООО «Газпром нефтехим Салават», г. Салават), А.В. Сержантов (ООО «Газпром трансгаз Самара» ИТЦ, г. Самара), Р.Р. Низамутдинов (СУПЛАВ АО «Транснефть-Урал», г. Уфа);
- по магнитному методу – А.Б. Ситников (ООО «Газпром трансгаз Ставрополь» ИТЦ, г. Ставрополь), Е.А. Пухальский (ООО «Транснефть Надзор», г. Новороссийск), А.А.Ушаков (ООО «Газпром трансгаз Чайковский» ИТЦ, г. Чайковский);
- по методу с использованием проникающих веществ (капиллярному) – М.А. Мартынов (ПАО «Уралхиммаш», г. Екатеринбург), М.В. Мумриков (ИТЦ ООО «НИИ Транснефть», г. Уфа), С.А. Карпов (ООО Фирма «Самараконтрольсервис», г. Самара);
- по радиационному методу – А.С. Савелков (ПАО «Уралхиммаш», г. Екатеринбург), О.Г. Михайлов (СУПЛАВ АО «Транснефть-Урал», г. Уфа), И.И. Лютов (АО «Транснефть-Север», г. Ухта);
- по тепловому методу – А.Д. Хайруллин (СУПЛАВ АО «Транснефть-Урал», г. Уфа), Д.Б. Малайков (КАО «Азот», г. Кемерово);
- по ультразвуковому методу – С.В. Шкиров (СУПЛАВ АО «Транснефть-Урал», г. Уфа), А.Н. Соснин (ООО «Биттехника», г. Пермь), А.А. Турбин (ЧПОУ «ТНПК», г. Тюмень).

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



Участники финала



Победители



Призеры

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

Спонсорская поддержка XVI Всероссийскому конкурсу специалистов неразрушающего контроля была оказана организациями ООО «ДжиИ Рус Инфра», ООО «АСК-РЕНТГЕН».

В феврале-марте 2020 г. состоится XVII Всероссийский конкурс специалистов неразрушающего контроля. Первый тур (отборочный) прошел в независимых органах по аттестации персонала и их экзаменацион-

ных центрах в регионах России с конца января по первую половину февраля 2019 г. Финальный тур состоится в начале марта 2020 г., в период проведения форума «Территория NDT–2020», г. Москва.

Информационная поддержка XVII Всероссийского конкурса специалистов неразрушающего контроля осуществляется журналами «В мире НК», «Контроль. Диагностика», «Территория NDT».

Материал предоставлен ООО «НУЦ «Качество»

УЛЬТРАЗВУКОВОЙ КОНТРОЛЬ ФАЗИРОВАННЫМИ РЕШЕТКАМИ КОРРОЗИОННО-СТОЙКИХ СПЛАВОВ И СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ РАЗНОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ

На правах рекламы



ПАНКОВ Владимир Вячеславович
ООО «Олимпас Москва», Москва

В нефтегазовой и энергетической отраслях промышленности трубопровод часто выполняется из углеродистой стали и покрывается коррозионно-стойкими сплавами (КСС); подобные сплавы могут также использоваться в качестве присадочного материала в кольцевых сварных соединениях (рис. 1). Наличие границ раздела этих сред, а также различных типов сварных швов разнородных материалов затрудняет проведение неразрушающего контроля (НК), поэтому традиционно для проверки трубопроводов используется радиографический метод контроля. Однако применение радиографии связано с длительным временем воздействия и опасным для дефектоскописта излучением. Эти трудности, а также развитие технологии фазированных решеток делают ультразвуко-

вой контроль отличной альтернативой радиографии.

Трудности, возникающие при проведении УЗК

Традиционный ультразвуковой контроль — эффективный и надежный метод проверки сварных соединений из углеродистой стали. Однако при проверке соединений разнородных металлов есть ряд аспектов, усложняющих УЗК.

Граница раздела металл-металл и размер зерна

При прохождении УЗ-пучка через деталь со сварным соединением разнородных металлов УЗ-волна преломляется и отражается (обратное рассеяние) как от границы раздела металл-металл, так и от крупнозернистой структуры. Вследствие этого луч отклоняется и затухает (рис. 2).

Во многих отраслях промышленности все чаще используются сварные соединения из аустенитных сплавов и разнородных металлов. За счет подобных сварных соединений можно улучшить свойства компонентов и добиваться соответствия их характеристик определенным требованиям. Например, на одном участке детали требуется высокая термостойкость, на другом — хорошая коррозионная стойкость. Для каких-то элементов требуется сочетание высокой ударной вязкости или износостойкости в одном положении и высокая прочность в другом.

При контроле этих типов сварных соединений с помощью преобразователей с фазированными решетками возникают сложности, связанные с различной плотностью и неоднородностью акустических свойств материалов (анизотропия). В данной статье рассмотрены важные аспекты проведения ультразвукового контроля (УЗК) сварных соединений аустенитных сплавов из разнородных материалов. Описаны технологические приемы и инструменты, которые позволяют существенно упростить процедуру контроля.



Рис. 1. Плакированная труба со сварным соединением из коррозионно-стойкой стали (сверху) и сварной шов, соединяющий два различных материала — легированную и углеродистую сталь (снизу)

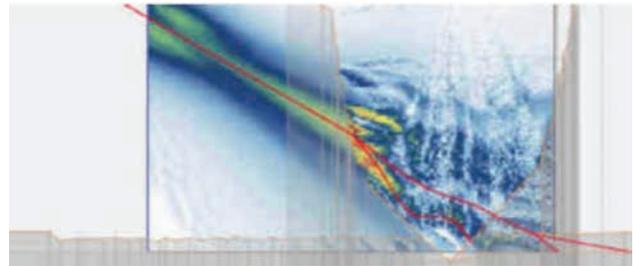
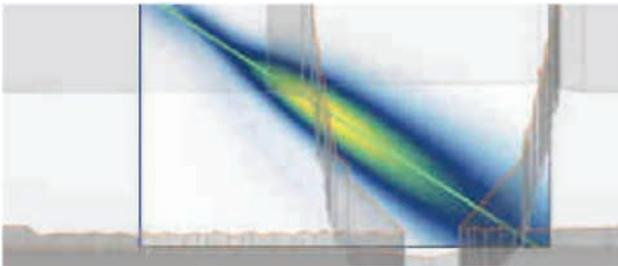


Рис. 2. Сравнение распределения энергии в сварном соединении аналогичных (слева) и разнородных материалов (справа). При использовании поперечных волн на границе раздела наблюдается отклонение и затухание УЗ-пучка

В качестве примера на рис. 3 показано, как граница раздела с высоким уровнем отражения между углеродистой сталью основного материала и коррозионно-стойкой сталью сварного шва влияет на прохождение УЗ-пучка. В результате используемые для проверки чувствительности боковые цилиндрические отверстия не были выявлены поперечной волной, что указывает на необходимость применения других типов волн.

Затухание

Соединяемые сварными швами разнородные материалы имеют различное акустическое сопротивление, также они могут быть неоднородными по структуре, что приводит к значительному затуханию волны. Следовательно, при распространении УЗ-волны затухание будет варьироваться при различных углах и на различной глубине. Как известно, временная регулировка чувствительности позволяет получить одинаковый отклик для отражателей одного размера на разных глубинах залегания и при различном расположении в объеме сварного шва. В случае разнородных сварных материалов сложно точно компенсировать различное затухание, невозможно получить одинаковую чувствительность по всему сечению сварного шва и в зоне термического влияния. Следовательно, необходимо оценить размеры дефекта с учетом уровня чувствительности.

Оптимизация контроля указанного типа сварных соединений подразумевает рассмотрение тех же параметров, которые используются для обычных сварных соединений углеродистой стали. Однако для надлежащего выявления отражателей необходимо обратить внимание на определенные аспекты. Ниже перечислены самые важные параметры, которые нужно учесть.

- Планирование сканирования:
 - выбор типа волн: продольные или поперечные;
 - схема генерации и приема сигнала: эхоимпульсная или раздельно-совмещенная;
 - обеспечение покрытия всего объема сварного шва;
 - тип фокусировки и выбор подходящего преобразователя;
 - возможности оборудования.

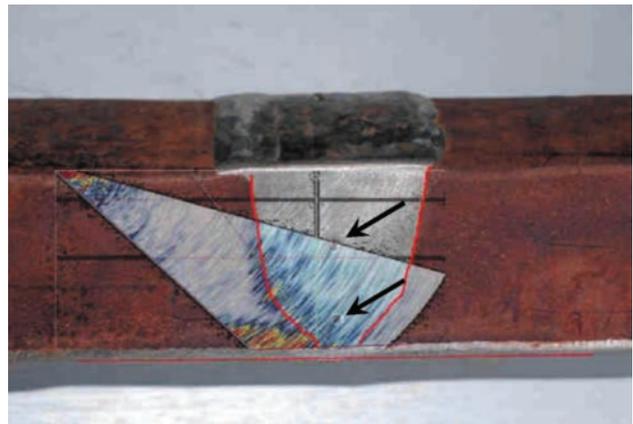


Рис. 3. S-скан поперечной волны, полученный фазированным преобразователем с частотой 5 МГц, наложен на изображение компонента. Боковые цилиндрические отверстия (черные стрелки) не выявлены

- Калибровка:
 - выбор калибровочного блока или стандартного настроечного образца;
 - калибровка задержки призмы;
 - калибровка чувствительности;
 - настройка поискового уровня.
- Допуски на оценку размера и определение глубины отражателя.
- Обеспечение контакта с поверхностью.

Обсудим каждый из этих параметров, рассмотрим возникающие общие проблемы и рекомендуемые пути их решения, для того чтобы быстро получить нужные результаты при контроле сложных разнородных сварных соединений.

Планирование сканирования

Выбор типа волн: продольные или поперечные

Одним из основных аспектов контроля сварных соединений является выбор типа волн. При сканировании сварного соединения продольные волны обеспечивают лучшую передачу энергии УЗ-пучка, чем поперечные. Моделирование в программном комплексе CIVA (EXTENDE, Франция) влияния режима распространения на УЗ-пучка (рис. 4) показывает, что при использовании поперечных волн

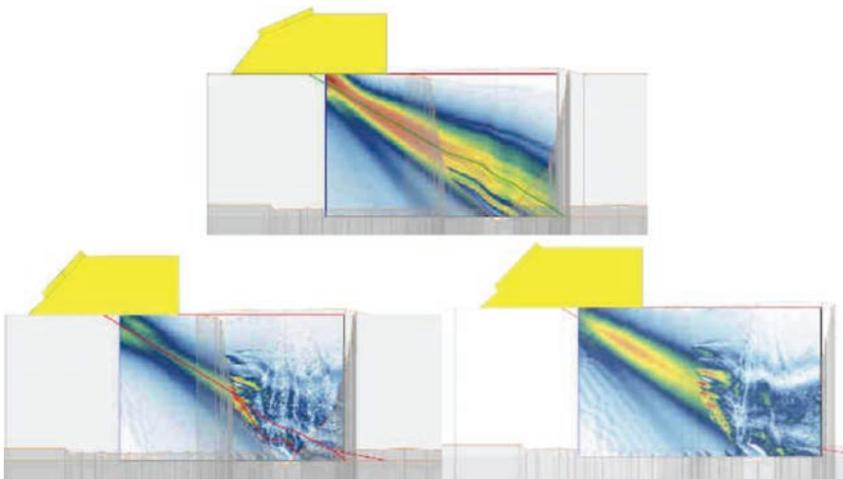


Рис. 4. Компьютерная модель продольной волны 2,25 МГц (вверху), поперечной волны 1 МГц (внизу слева) и поперечной волны 2,25 МГц (внизу справа) в конфигурации импульс-эхо, показывающая, что материал негативно влияет на качество УЗ-пучка при использовании поперечных волн (красная линия неправильной формы)

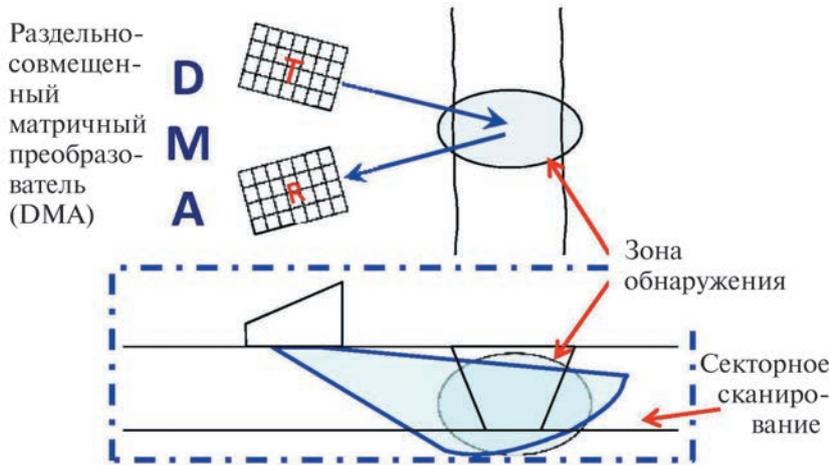


Рис. 5. При использовании РСС для снижения помех используются отдельные генерирующие и принимающие преобразователи

луч больше искажается. Поэтому, несмотря на потенциальные помехи от отраженной поперечной волны, для контроля сварных соединений разнородных материалов рекомендуется использовать продольные волны.

Уменьшение помех с помощью раздельно-совмещенной схемы прозвучивания

Следующим решением для оптимальной настройки контроля является выбор одного или двух преобразователей. Как известно, при контроле сварных соединений можно использовать

два отдельных (передача и прием) или один и тот же преобразователь. Из-за высокого уровня помех, генерируемых в разнородных сварных швах, контроль одним преобразователем (технология импульс-эхо) не оптимален, рекомендуется использовать раздельно-совмещенную схему (РСС) прозвучивания (с двумя преобразователями).

При использовании РСС, также называемой раздельно-совмещенным методом, передающий и принимающий преобразователи различны, поэтому получаемые сигналы возникают только на

участке пересечения двух пучков. Более того, разделение генератора и приемника позволяет уменьшить размер призмы, так как демпфер не требуется. Таким образом, преобразователь можно максимально приблизить к сварному шву, что обеспечивает большую чувствительность контроля.

При использовании раздельно-совмещенного преобразователя продольной волны наблюдается снижение помех и большая глубина проникновения луча, чем в случае поперечной волны. Такая комбинация обеспечивает получение сигнала с меньшим уровнем помех (рис. 5).

При раздельно-совмещенной схеме возможно применение как традиционных УЗ-преобразователей, так и фазированных решеток. Преимуществом фазированных решеток является возможность проведения секторного сканирования, выстраивающего наглядное изображение и обеспечивающего простоту покрытия всего объема без перемещения преобразователя назад и вперед от сварного шва. Эти возможности в сочетании со способностью управлять УЗ-пучком упрощают контроль и повышают выявляемость дефектов, несмотря на то что в некоторых случаях для обеспечения нужной ориентации луча относительно отражателя может потребоваться контроль с разных расстояний между преобразователем и центром сварного шва.

Обеспечивая большую гибкость процесса сканирования, дефектоскопы компании OLYMPUS, такие как Focus PX и OmniScan MX2, позволяют сочетать РСС с технологией фазированных решеток. Контроль при этом рекомендуется выполнять раздельно-совмещенным матричным преобразователем (DMA), состоящим из двух преобразователей, каждый из которых представлен несколькими рядами и столбцами активных элементов (рис. 6).



Рис. 6. На призму установлен DMA ПЭП, состоящий из двух преобразователей по 28 элементов каждый в виде фазированной решетки

Доступны преобразователи DMA с разной частотой, размером, количеством элементов, подходящие для широкого диапазона задач контроля. Благодаря размещению элементов в ряды и столбцы технология фазированных решеток с DMA ПЭП делает доступным ряд функций:

- секторное сканирование (см. рис. 5);
- управление углом ввода УЗ-луча (рис. 7);
- коррекция кривизны при контроле криволинейных поверхностей (рис. 8).

Для РСС характерна локализация объема, в котором может быть получен сигнал с достаточной энергией. На рис. 9 для РСС очерчена область результирующей энергии в точке пересечения. По сравнению с методом импульс-эхо, уровень энергии существенно ниже на участке до пересечения лучей, а также за пределами зоны пересечения.

На рис. 9 также показана уменьшенная глубина ультразвукового поля при РСС. В области чуть ниже и между двумя преобразователями – до точки пересечения лучей – уровень энергии низкий или энергия полностью отсутствует, что говорит о плохой чувствительности. За пределами зоны пересечения плотность потока энергии также снижается. Из-за рас-

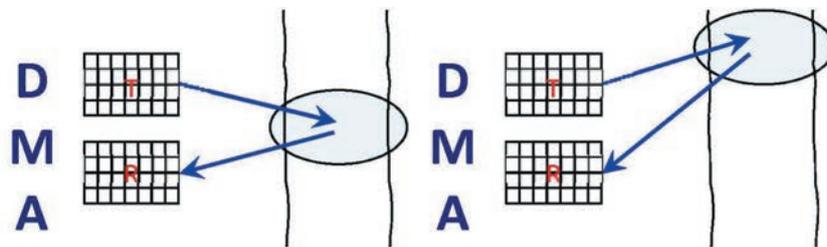


Рис. 7. Использование DMA-преобразователей в рамках РСС позволяет изменять угол ввода УЗ-луча

Преобразователь DMA (справа) лучше компенсирует кривизну поверхности компонента – меньшая фокусная точка дает более высокую чувствительность

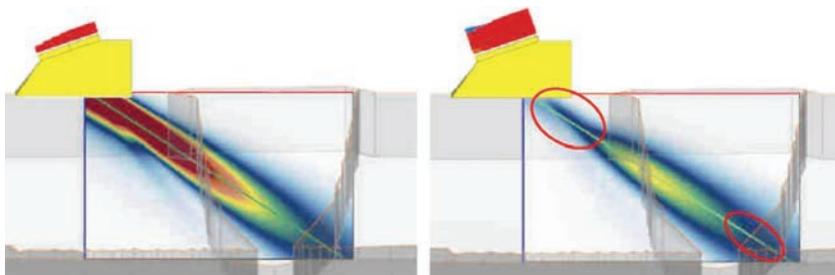
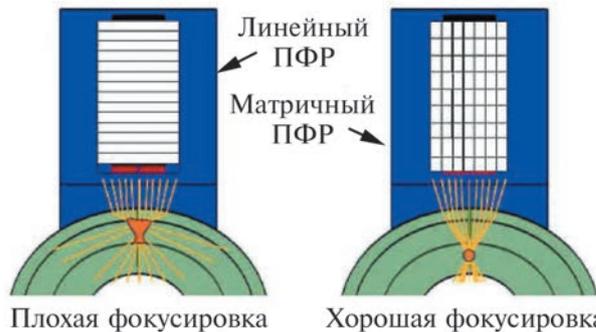


Рис. 9. Сопоставление моделей распределения плотности потока энергии импульс-эхо (слева) и раздельно-совмещенного (справа) преобразователей, а также результирующей энергии переданного и полученного лучей

ширения пучка каждого преобразователя чувствительность на этих глубинах быстро падает. Однако охватываемый сканированием объем по-прежнему достаточно велик.

Таким образом, раздельно-совмещенная схема обеспечивает снижение уровня помех по сравнению с методом импульс-эхо. Благодаря псевдофокусировке луча энергия поступает только из интересующей области – места пересечения двух лучей. Более того, низкопрофильная призма также позволяет как можно ближе подобраться к сварному шву, что благоприятно сказывается на чувствительности.

Контроль поверхности и обеспечение полного покрытия объема сварного шва

При использовании РСС очень важно обеспечить полное покрытие сварного шва. Как показано на рис. 9, возможности РСС обеспечить всесторонний контроль сварного шва продольной волной ограничены. Тем не менее, как правило, требуется проверка всего объема сварного соединения.

К недостаткам использования продольных волн можно отнести одновременное возникновение поперечных волн (рис. 10). Когда продольные волны отражаются от донной поверхности объекта контроля из-за разницы в скоро-

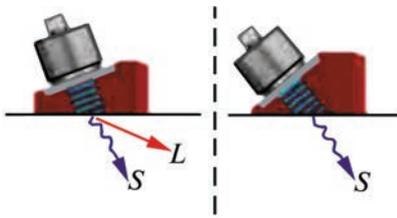


Рис. 10. При генерации продольной волны L также возникает поперечная волна S

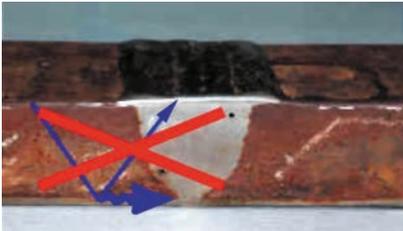


Рис. 11. Для отражения продольных волн не получится использовать обратную стенку компонента, если она покрыта коррозионно-стойким сплавом

сти распространения, поперечные волны будут интерферировать с продольными волнами, достигшими сварного шва и особенно его верхней части.

Внутреннее покрытие из материала (например, плакировка), отличного от основного компонента, ограничивает возможность продольной волны отражаться от обратной стенки (рис. 11).

Так как контроль верхней части сварного соединения секторным сканированием продольной волной затруднен, объем сварного соединения у поверхности можно инспектировать с помощью головной (поверхностной) волны (рис. 12).

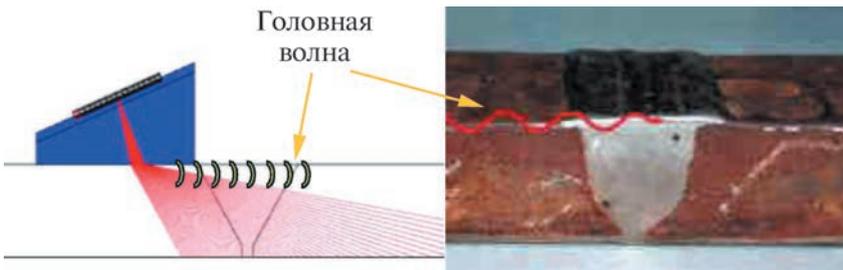


Рис. 12. Слева показана траектория распространения продольных (красный) и головных волн (зеленый). Справа демонстрируется распространение головной (поверхностной) волны по поверхности сварного шва (красный)

В зависимости от материала, структуры шва и характеристик преобразователей головные волны позволяют исследовать первые несколько миллиметров перед преобразователем. Если это расстояние считается достаточным, то контроль можно проводить без снятия верхнего валика сварного шва. Но при необходимости валик сварного шва нужно удалять. Второе сканирование проводится по следующему слою шва для обеспечения полного покрытия всего объема сварного соединения.

Электронная фокусировка и выбор преобразователя

Последним моментом при выборе подходящего фазированного преобразователя является его апертура, а также потребность (или ее отсутствие) в изменении размера фокусного пятна за счет электронной фокусировки.

Когда требуется высокая чувствительность и точное определение размера дефекта, технология ультразвуковых фазированных решеток предоставляет такое важное преимущество, как управление размером фокусного пятна УЗ-пучка. В зависимости от толщины материала, уменьшение или увеличение размера пятна помогает достичь максимальной чувствительности на интересующей глубине.

Каждый фазированный преобразователь имеет естественную

фокусную глубину (также известную как расстояние ближнего поля N_0). Электронная фокусировка (как показано на рис. 13, слева) и/или механическая фокусировка (рис. 13, справа) позволяют уменьшить размер фокусного пятна и сконцентрировать энергию на интересующей глубине, приближая фокальную точку к поверхности ближе, чем величина N_0 .

Однако, когда требуется провести контроль изделий с большой толщиной, электронная фокусировка ограничена величиной ближнего поля N_0 , размер которой может быть меньше толщины изделия. В этом случае необходимо использовать фазированный преобразователь с большим размером активной апертуры. Существует два способа увеличения размера активной апертуры преобразователя, которые можно использовать как по отдельности, так и в комбинации:

- увеличение размеров отдельных элементов. В этом случае для управления элементами не требуется более мощное оборудование (дефектоскоп), но при работе с преобразователями с крупными единичными элементами ограничена возможность управления лучом. Возможность хорошего управления лучом требуется для подготовки эффективного секторного сканирования и оптимального покрытия объема сварного шва;
- увеличение количества элементов, задействованных при контроле. Этот способ обеспечивает контроль на большую глубину без ущерба для управляемости луча и точности. Однако электронное оборудование, используемое для генерации импульса элементами (дефектоскоп), должно обладать достаточной мощностью, чтобы управлять большим количеством элементов активной апертуры. В этом случае, как

правило, активной апертуры в 16 элементов может быть недостаточно.

Возможности оборудования

При контроле сварного соединения с обеих сторон прибор с фазированной решеткой должен иметь возможность управлять несколькими преобразователями одновременно, чтобы по возможности провести сканирование за один проход. В этом случае необходим прибор с 128 каналами (или более) для фазированной решетки.

Чтобы обеспечить это требование, компания Olympus разработала серию приборов и преобразователей, которые облегчают контроль сложных сварных соединений и обеспечивают необходимую достоверность. Для контроля компонентов толщиной до 25 мм рекомендуется использовать DMA-преобразователь с рабочей частотой 4 МГц. При контроле больших толщин или в случае сварных швов с крупным размером зерна адекватное распространение ультразвуковых волн может быть затруднено. В этом случае может потребоваться преобразователь с меньшей частотой (1,5 или 2,25 МГц) и большей активной апертурой. Все указанные преобразователи можно использовать с дефектоскопами Focus PX и OmniScan 32:128PR (рис. 14).

Калибровка

Выбор калибровочного блока

После выбора правильного сочетания оборудования с фазированными решетками (дефектоскопа и преобразователя) также необходимо правильно выбрать процесс калибровки. Калибровка — важный элемент в ультразвуковом контроле, в котором первостепенное значение имеет выбор подходящего калибровочного блока (рис. 15).

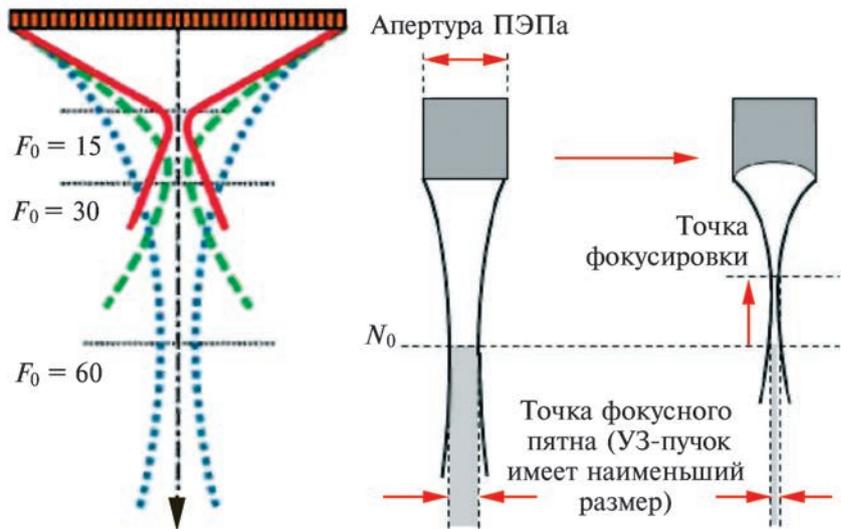


Рис. 13. Электронная (слева) и механическая (справа) фокусировка преобразователя с фазированной решеткой уменьшает размер фокусного пятна и перемещает фокальную плоскость ближе к преобразователю. F_0 — глубина фокуса, N_0 — размер ближней зоны



Рис. 14. FocusPX и OmniScan MX2 компании Olympus (Япония) — два прибора поддерживают работу с DMA-преобразователями

Рис. 15. Калибровочный блок для УЗК



При выборе калибровочного блока требуется учесть два основных параметра: чувствительность калибровки и воспроизводимость результатов контроля:

- чувствительность — настройка опорного уровня по известному отражателю (обычно используют боковое цилиндрическое отверстие) в калибровочном блоке, который можно сопоставить с реальным отражателем;

- воспроизводимость подразумевает, что два разных инспектора, в ходе контроля использующие одинаковую процедуру, должны получить одинаковый результат. Это также означает, что выбранный калибровочный блок может быть продублирован и использоваться разными дефектоскопистами.

Два основных варианта калибровочных блоков:

- блок, изготовленный только из основного металла, без сварного соединения;
- блок с производственным сварным соединением, аналогичным проверяемому.

Хотя блок, содержащий реальный сварной шов, более репрезентативен, он имеет несколько важных недостатков, главным образом он сложноповторяем:

- неоднородность материала шва может привести к затуханию энергии УЗ-луча и различным уровням рассеивания в разных точках сварного шва;
- пучки, генерируемые под разными углами, могут пройти различный объем сварного материала;
- при выявлении отражателей на незначительно отличающихся глубинах чувствительность обнаружения может существенно варьироваться;
- пучки, генерируемые под разными углами, могут иметь разную скорость;
- если требуется два одинаковых калибровочных блока, затухание в них может различаться из-за различных условий при изготовлении блока.

Подобные сложности могут сделать невозможным достижение нужного уровня воспроизводимости, а значит, нельзя гарантировать требуемый уровень чувствительности. При изготовлении калибровочных блоков только из основного материала легче обеспечить идентичность таких свойств, как коэффициент затухания и скорость распространения волны. При этом УЗ-пути также будут аналогичны, а значит, будет аналогично затухание.

Калибровка задержки призмы

При использовании призмы для генерации наклонного луча необходимо провести калибровку всей системы. Калибровка задержки призмы проводится так же, как в стандартном эхоим-

пульсном методе; можно использовать блок с хорошо определяемыми отражателями.

Калибровка чувствительности

В большинстве случаев выполняются две калибровки чувствительности: для продольных волн, покрывающих основной объем, и для поверхностных волн, используемых для исследования верхней (приповерхностной) части сварного шва. Как только воспроизводимость обеспечена за счет выбора подходящего контрольного образца, можно провести калибровку чувствительности. При этом в зависимости от задачи может использоваться фиксированный коэффициент усиления или функция временной регулировки усиления (TCG), построенная по сигналам от боковых цилиндрических отверстий, выполненных на разной глубине.

Для сварных соединений из углеродистой стали построение кривой временной регулировки чувствительности (ВРЧ) является достаточно простой процедурой. Калибровка чувствительности может проводиться, например, при сканировании боковых цилиндрических отверстий (рис. 16).

Если используется не эхоимпульсный метод, то при контроле неоднородных материалов и материалов с высоким затуханием построение кривой ВРЧ может быть затруднено. Волна до различных боковых цилиндрических отверстий может доходить по различным УЗ-путям, с различными коэффициентами затухания, при этом разница необходимого для каждого отражателя усиления слишком велика.

Если ВРЧ не используется, в качестве опорного можно применять один отражатель, расположенный, например, на кромке сварного шва. Однако если требуется ВРЧ, но размер акустического поля (участка с необходимой плотностью потока энергии — рис. 17) уменьшен в результате ис-

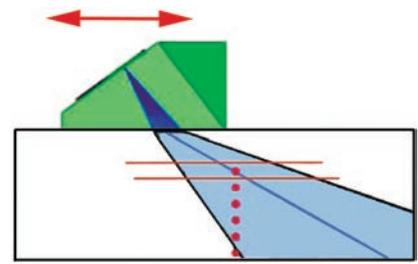


Рис. 16. Фазированный преобразователь перемещается по калибровочному блоку с боковыми цилиндрическими отверстиями для выравнивания амплитуды всех УЗ-лучей (А-сканы) секторного скана

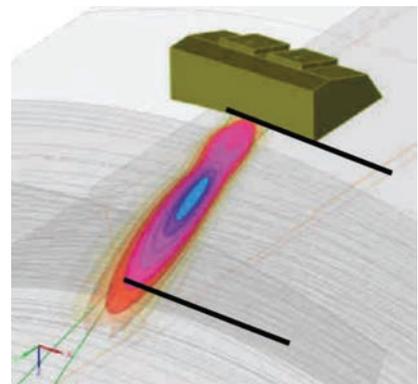


Рис. 17. Ограничение области применения TCG

пользования раздельно-совмещенного метода, то построение кривой ВРЧ может быть очень затруднено. Это связано с тем, что усиление, необходимое для полной компенсации всего УЗ-пучка, может быть слишком высоким. Количество точек кривой ВРЧ определяется размером интересующей области контроля сварного соединения. При построении кривой ВРЧ надо рассматривать точки на тех глубинах и углах, куда луч сможет попасть при проведении контроля сварного шва. Построение более длинной кривой ВРЧ будет затруднительно и часто нецелесообразно.

При калибровке поверхностной волны настройка проще; используется пропилен на наружном диаметре, амплитуда за счет добавления усиления выводится на 80 % высоты дисплея для различных величин расстояния между пропилом и преобразователем.

Уровень выявления

После калибровки чувствительности (с построением ВРЧ или без него) для получения опорного значения еще требуется отрегулировать усиление продольной и поверхностной волн. Для этого обычно проводится исследование известных отражателей, таких как реальный отражатель или плоскодонное отверстие в настоящем сварном шве (рис. 18).

Коэффициент усиления должен быть выбран таким образом, чтобы уровень помех был сведен к минимуму и различные режимы отображения (S-скан, В-скан и С-скан) обеспечивали максимально простое выявление дефекта (рис. 19). При сканировании важно достичь оптимального соотношения сигнал/шум, это обеспечит получение более четких изображений и облегчит процесс анализа.

Дополнительные аспекты

Допуски определения размера и глубины отражателя

После выявления отражателя важно оценить его размер. Поскольку размер отражателя часто является основным параметром, определяющим приемку или отбраковку изделия, то очень важно выбрать адекватный метод его оценки.

Например, при большой расходимости пучка преобразователя метод оценки размера с помощью падения на -6 дБ может не обеспечивать необходимую точность, вариантом может служить метод -3 дБ.

Также важно определить допустимое отклонение по глубине (разницу между максимальной измеренной глубиной и фактической), особенно при наличии на пути УЗ-луча двух материалов с различными свойствами. В этом случае энергия рассеивается, луч может отклоняться, таким образом, диапазон углов ввода лучей не гарантируется (рис. 20). Это может повлиять на измерения глубины, в этом случае требуется настройка допуска по глубине.

Безопаснее, если оператор переоценивает размеры отражателя, чем недооценивает. Однако подобное отношение может привести к неоправданно высокому коэффициенту отбраковки, таким образом, инвестиции в оборудование, обеспечивающее более точное определение размера, приводят к снижению количества отбракованных изделий. Хорошим способом проверки размеров является сканирование нескольких образцов с искусственными отражателями, аналогичными реально выявляемым, с последующим разбиением на секции для подтверждения размеров.

Обеспечение контакта с поверхностью

Последним аспектом при проведении исследования является контакт преобразователя с поверхностью. В рамках раздельно-совмещенной схемы на призму крепятся два преобразователя, генери-

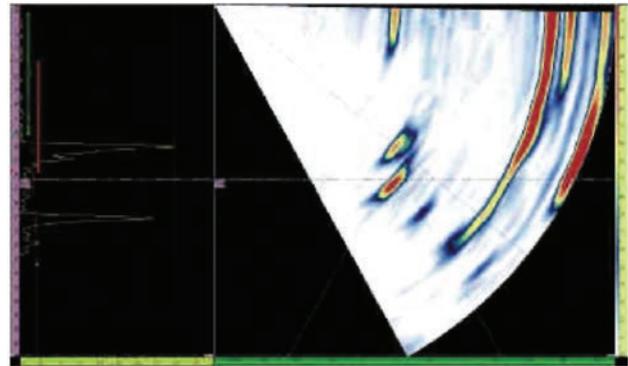


Рис. 18. Регулировка уровня выявления известного отражателя

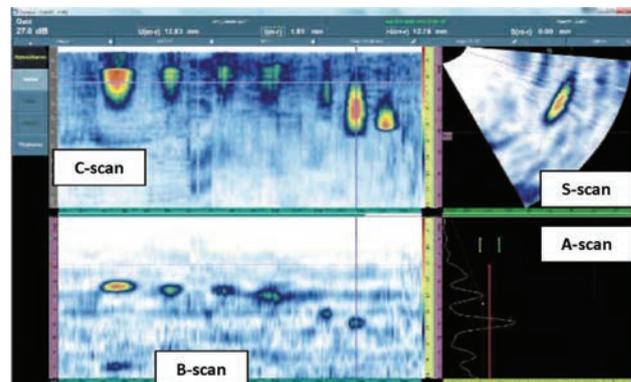


Рис. 19. Уровень усиления необходимо настроить для получения четкого изображения

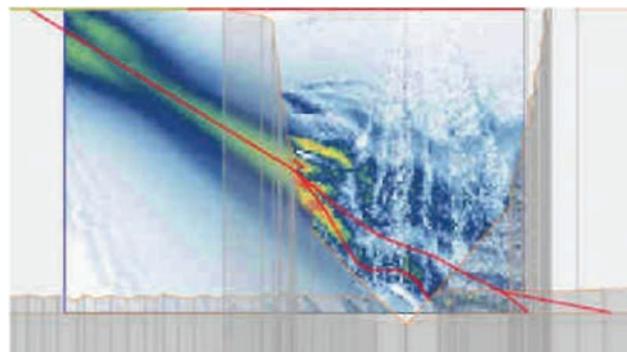


Рис. 20. Компьютерная модель, демонстрирующая влияние материала на отклонение УЗ-луча

рующих УЗ-пучки. Это означает, что две разные точки выхода расположены в разных местах призмы (рис. 21). Следовательно, на корректность результатов контроля может влиять качество контакта преобразователя с поверхностью. Необходимо внимательно следить за тем, чтобы между обоими преобразователями и объектом контроля не образовывалась воздушная прослойка. Для этого можно воспользоваться ручным или электрическим водяным насосом.

Вывод

Ультразвуковой контроль можно использовать для быстрого и детального обследования даже самых сложных сварных соединений. Тем не менее для успешного проведения контроля необходимо учесть различные аспекты, касающиеся технологии, оборудования и калибровки. При выборе любого из методов важно понять его ограничения и, соответственно, правильно составить процедуру контроля. В данной статье коротко рассмотрены трудности и аспекты ультразвукового контроля сварных соединений разнородных материалов, проведение исследования которых чрезвычайно сложно.

В последние годы специалисты в области ультразвукового контроля, работающие во многих отраслях промышленности, оценили очевидные преимущества интегрированных серийных приборов с фазированными решет-

ками (FocusPX, OmniScan MX и MX2), преобразователей с фазированной решеткой и программного обеспечения компании Olympus. При должном внимании к сложностям, описанным здесь, использование раздельно-совмещенных матричных преобразователей позволит обеспечить необходимую точность и достоверность результатов контроля.

Во всех отраслях, где используются крупнозернистые материалы (например, баки сжиженного природного газа со сварными соединениями из стали с 9%ным содержанием никеля, такие плакированные компоненты, как трубы или сосуды для отрасли выработки электроэнергии), УЗК является прекрасной альтернативой рентгенографии, которая требует больших затрат по времени, требует излучения высокой мощности, а также представляет угрозу безопасности и здоровью персонала. Ультразву-

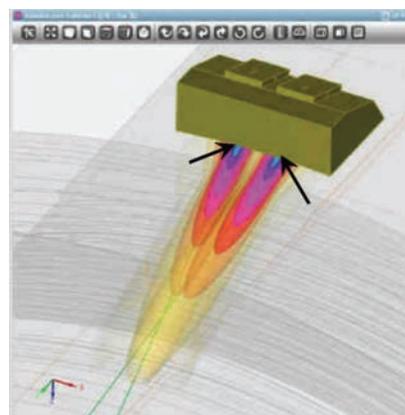


Рис. 21. При использовании раздельно-совмещенной схемы существуют две точки выхода (черные стрелки), для которых необходимо обеспечить хороший контакт, в отличие от одной точки в случае эхоимпульсного метода

ковой контроль повышает эффективность работы оператора и позволяет избежать воздействия вредного излучения, при этом обеспечивается высокий уровень обнаружения дефектов и точность оценки их размеров. ■



Спектр
Издательский дом

В. Н. Данилов, Л. В. Воронкова

ПРОСТО О ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯХ С ФАЗИРОВАННЫМИ РЕШЕТКАМИ В УЛЬТРАЗВУКОВОМ КОНТРОЛЕ

ISBN 978-5-4442-0144-2.

Формат - 60x90 1/16, 136 страниц. Год издания - 2019, издание 1-е.



390 руб.

Практически без формул дается простое описание физических основ работы преобразователей с фазированными решетками (ПФР), доступное дефектоскопистам любого уровня подготовки, отмечаются особенности, отличающие ПФР от преобразователей с обычными (цельными) пьезопластинами, обращается внимание на преимущества и ограничения их применения. Рассматриваются особенности формирования сигнала прямого линейного ПФР и влияния ряда факторов на его характеристики, особенности формирования сигналов прямого и наклонного ПФР с линейными решетками при наличии акустической задержки, влияющей на их характеристики.

Рассматриваются особенности излучаемых и регистрируемых сигналов прямых ПФР с прямоугольной (двухмерной) решеткой с различным отношением размеров сторон. Показано влияние формы решетки на изменение амплитуды излучаемого ПФР-сигнала вдоль акустической оси, диаграмму направленности, зависимость амплитуды донного сигнала и др.

Приводятся некоторые результаты сравнения теоретических и экспериментальных характеристик ПФР и описываются особенности и возможности их практического применения при ультразвуковом контроле. Показано, что теоретические модели прямых и наклонных преобразователей с линейной фазированной решеткой в целом адекватно описывают работу ПФР. Приведен ряд примеров использования ПФР в практическом контроле, показывающих их особенности и реальные возможности.

Монография полезна для повышения квалификации специалистов по ультразвуковому методу контроля и как учебное пособие для студентов и аспирантов при изучении соответствующего курса.

ЛЕТАЮЩИЙ КРОУЛЕР ПРОТИВОУДАРНЫЙ ДРОН-РОБОТ ДЛЯ ТЕПЛОВИЗИОННОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ ТРУДНОДОСТУПНЫХ И ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ



ЧИХУНОВ Дмитрий Александрович
Инженер АО «ПЕРГАМ-ИНЖИНИРИНГ», Москва

Еще недавно, несколько лет назад, использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), или дронов, в промышленности было достаточно новым явлением. Со временем удешевилась конструкция аппаратов, добавились новые возможности, упростился процесс управления полетом, усовершенствовалась технология сбора и обработки полученных данных. И сейчас использование БПЛА для промышленных нужд стало повсеместным.

Конструктивно дрон состоит из летательного аппарата, который может быть двух типов – как уменьшенная копия самолета или как так называемые коптеры, основанные на технологиях вертолетной тяги. Коптеры могут иметь в своем составе несколько винтов. Конструктивно их может быть от трех до восьми. Наиболее распространенные модели – с четырьмя винтами, их называют квадрокоптерами.

Главные отличия БПЛА самолетного типа – скорость и дальность перемещения, которые значительно выше, чем у коптеров вертолетного типа. А коптеры вертолетного типа могут зависать и вертикально снижаться и подниматься. Но скорость их перемещения ниже.

Вторая составляющая БПЛА – это полезная нагрузка, т.е. то оборудование, которое устанавливается на дрон для получения необходимых пользователю данных. Помимо традиционных фото- и видеокамер на БПЛА устанавливают: термографические камеры, газоанализаторы, лазерные сканеры, лидары, ультрафиолетовые камеры, GNSS-обо-

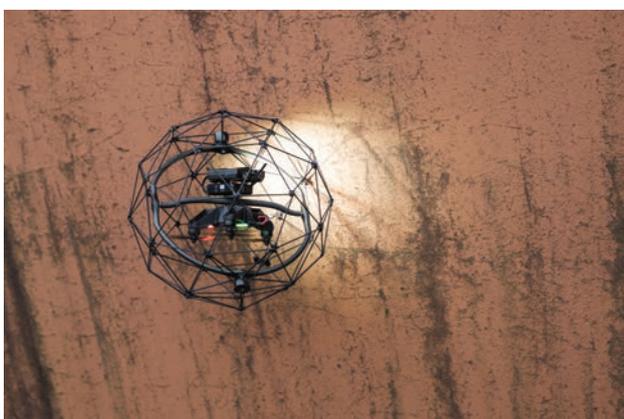
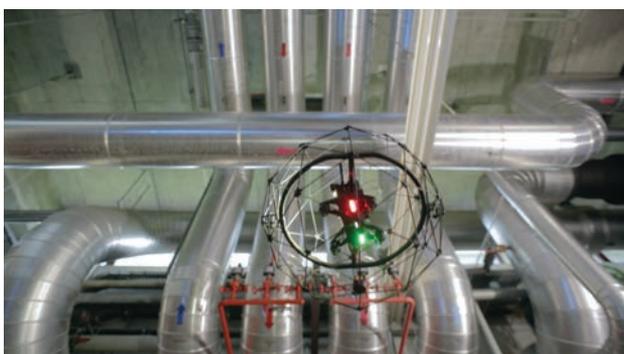
рудование для получения координат, а также любое другое оборудование, позволяющее пользователям решать их специфические задачи.

В данной статье мы в основном рассмотрим применение коптеров вертолетного типа для нефтегазовой отрасли:

- в добывающей промышленности – поиск, разведка и контроль добычи;
- в промышленности по переработке полезных ископаемых – контроль количества и качества запасов, мониторинг их состояния;
- в трубопроводной промышленности – оценка состояния инфраструктуры, охрана трубопроводов.

Отдельного упоминания заслуживает недавно появившаяся технология использования защищенных дронов, устойчивых к столкновениям с препятствиями и безопасных при контакте с людьми.





Идея защищенных БПЛА основана на способности насекомых сохранять устойчивость после столкновения в полете, что является результатом сотен миллионов лет естественной эволюции.

Используя эту идею, защищенный БПЛА позволяет решать критически важные проблемы, связанные с полетом БПЛА в сложных и ограниченных пространствах, в опасных объектах или в помещениях с людьми, исключая последствия столкновений и возможных травм. Реализация принципа устойчивости БПЛА и безопасности при столкновениях без применения систем распознавания препятствий и предотвращения столкновений с ними позволяет дронам, устойчивым к столкновениям, обеспечивать высокий уровень эксплуатационной надежности, требуемый в отраслях, где простой оборудования невозможен или ведет к большим затратам.

Такой БПЛА не требует согласования и получения полетных разрешений, так как полеты выполняются внутри производственных объектов. Он способен работать в полной темноте благодаря установленной на борту мощной светодиодной матрице с максимальной мощностью 28 Вт, что эквивалентно примерно 150 Вт обычных галогеновых ламп.

Такой дрон разработан швейцарской компанией Flyability, основанной в 2014 г. в Лозанне. На момент написания статьи выпускаются две модификации противоударных Elios.

Этот защищенный от столкновений с препятствиями дрон способен выдерживать столкновения на скоростях до 4 м/с с твердыми поверхностями благодаря внешнему защитному каркасу, изготовленному по принципу пчелиных сот. Каркас изготовлен из углеродного волокна с мягким внешним покрытием. Ячейки этого каркаса могут легко заменяться в случае повреждений. Он предохраняет и защищает установленный на борту подвес, состоящий из HD-видеокамеры, способной снимать видео 1920×1080 с частотой 30 Гц и разрешением 0,2 мм/пикс, а также термографической камеры разрешением 160×120 с частотой 9 Гц. Также этот каркас предохраняет людей от травм при соприкосновении с лопастями винтов. Этот защитный каркас позволяет дрону перемещаться, катаясь по поверхности объекта как колобок для контроля с близкого расстояния.

По сравнению с базовой версией дрона в Elios 2 внесены 10 существенных изменений, позволяющих проводить визуальный и термографический контроль промышленных объектов быстрее, эффективнее и проще. В их числе возможность 2D- и 3D-измерений и создания моделей, 4К-видеосъемка бортовой камеры с противопыльным исполнением, 10 000 Люмен освещения на борту, возможность лететь на заданной дистанции до объекта и др.

Защищенный дрон Elios пока еще высокотехнологичная новинка. Но он уже опробован и взят на вооружение крупнейшими технологическими и добывающими компаниями мира — Shell, Exxon Mobile, BP, Chevron и т.д.

Его используют в тех местах и объектах, где обследование традиционными способами с помощью инспекторов сложны, опасны или даже невозможны и ведут к большим затратам из-за простоя оборудования.

В качестве примера можно привести инспекцию надземных резервуаров для хранения углеводородов и химических веществ. Инспекцию проводило TAU AG, управляющий активами нефтебазы в Муттенце, Швейцария, для нефтяных компаний BP и Avia. Обследовались резервуары высотой 25 м, диаметром 18 м. Обычные методы, для которых требуется строить леса или привлекать промышленных альпинистов, дороги и требуют много времени. Работы происходят на высоте 25 м над землей, в условиях крошечной тьмы, в пространстве с опасной для жизни и здоровья атмосферой. А дрон Elios завершал осмотр одного танка за 5–10 рейсов, каждый из которых занимал около 10 мин. Всего было обследовано более 100 резервуаров, что позволило сэкономить значительные ресурсы и средства. При этом работники компании находятся вне зоны риска и значительно снижена стоимость проведения работ.

Еще один пример использования дрона: компанией Chevron с помощью дрона Flyability выполнены осмотры резервуаров под давлением. Один из пилотов контролировал сам беспилотник, другой — прямую видеопередачу, чтобы обеспечить лучшее качество изображения места контроля даже в сложных ситуациях недостаточности освещения.

Ранее для таких работ использовались робототехнические решения — роботизированная рука или роботы на магнитных колесах. Однако большинство из них имеют ограничения при работе в локальном пространстве и столкновении с препятствиями.

Обычно при подобных обследованиях в труднодоступных объектах, как заявляют компании, проводившие такие работы, 98 % расходов связаны с подготовкой и только 2 % с самой проверкой. Это подчеркивает необходимость решения, способного выполнить проверку и сократить расходы, связанные с подготовкой и риском для персонала. И такое решение было найдено — использование дрона, защищенного от повреждений при столкновении с препятствиями, Flyability Elios.

Голландская инспекционная компания Ronik Inspectioneering совместно с компанией Flyability провела общий визуальный осмотр котла угольной электростанции под Амстердамом.

Во время ежегодной остановки завода на днище котла были обнаружены металлические кольца и разъемы. Эти элементы используются для удержания горизонтального трубопровода, расположенного в нагревателях на верхней части бойлера. Цель обследования состояла в определении причины падения этих элементов на пол котла.

Для подобных осмотров обычно используются леса и страховочные тросы. В этом случае из-за очень узкого пространства (1,5–0,4 м) между плитами нагревателя не было возможности привлекать к работам промышленных альпинистов. Если бы использовались леса и страховочные тросы, то для их установки и проведения инспекции потребовалось бы несколько дней. А с применением дрона обследование было осуществлено в сжатые сроки в соответствии с жестким графиком остановки электростанции.

После краткой подготовки инспекции с технической группой завода дрон Flyability Elios начал полеты. Для повышения эффективности работы был выбран вариант с оператором камеры в дополнение к пилоту. В общей сложности дрон Elios выполнил 15 рейсов за 4 ч. Для каждого полета требовалось около 1 мин, чтобы добраться до нагревателя, остальная часть полета представляла собой осмотр секций. При необходимости дрон перемещался непосредственно в контакте с проверяемой структурой для фиксации наибольшего количества деталей. Таким образом, был выполнен осмотр упавших на дно бойлера элементов, проведен полный визуальный контроль нагревателя с близкого расстояния.

В результате инженерам были предоставлены достаточные визуальные материалы для обследования, и они пришли к выводу, что ремонтные работы в этой части конструкции не требуются. Установка была запущена на следующий день, сократив простой более чем на 12 ч по сравнению со стандартным плановым осмотром. Обследование с помощью дрона сэкономило компании около 24 ч в сравнении с обычным обследованием, затратив на осмотр котла только 4 ч с помощью двух инженеров. Способность Elios безопасно летать вблизи или в контакте с людьми позволила ремонтной бригаде продолжать работы внутри котла, в то время как инспекторы проводили осмотр с помощью дрона.

Как видно из приведенных примеров, использование дронов — это постоянно развивающееся перспективное направление, которое еще долго будет находиться в авангарде средств обследования и контроля в различных отраслях промышленности. Технология БПЛА помогает экономить не только время и средства, но и беречь здоровье и даже сохранять жизни персоналу. ■

УЧЕНЫЕ – ИЗОБРЕТАТЕЛИ

УЛЬТРАЗВУКОВЫХ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ

К 90-летию изобретения С.Я. Соколова. Обзор.*

Часть 2. Этап интеллектуальных технологий ультразвукового контроля (продолжение)

...в стороне от базара и славы жили издавна
изобретатели новых ценностей.

Фридрих Ницше



БОБРОВ Владимир Тимофеевич

Д-р техн. наук, проф., главный научный сотрудник
ЗАО «НИИИН МНПО «Спектр», Москва

...здоровая жизнедеятельность научного института сопровождается воспитанием молодежи, кадров, которые, отпочковываясь, создают самостоятельные институты и лаборатории, в которых развиваются новые направления.

Акад. П.Л. Капица

Диагностирование значительной части объектов контроля как в процессе производства и монтажа, так и в процессе эксплуатации осложняется их низкой контролепригодностью и контроледоступностью. Все это потребовало применения комплекса методов и систем неразрушающего контроля и технической диагностики (НК и ТД), привлечения высококвалифицированного персонала подразделений, обеспечивающих безопасность эксплуатации газопроводов, АЭС, ГЭС и других объектов, и интеллектуализации системы диагностирования в целом.

Научная школа ЮУрГУ

Основатель и руководитель научных школ ЮУрГУ и ИжГТУ по проблемам акустического контроля и технической диагностики, д-р техн. наук, проф. Гравий Алек-

сеевич Буденков начинал свою научную деятельность во ВНИИНК (г. Кишинев). После защиты кандидатской диссертации он в 1968 г. принял участие в конкурсе на замещение должности заведующего кафедрой физики Челябинского политехнического института (с 1997 г. ЮУрГУ) и возглавлял ее с 1968 по 1983 гг.

С участием своих учеников Г.А. Буденков выполнил цикл исследований в области создания новых технологий акустического контроля протяженных объектов и дистанционного зондирования, разработал теорию, методы и электромагнитно-акустические преобразователи, нашедшие широкое применение в дефектоскопии и толщинометрии.

В 1974 г. Г.А. Буденков защитил докторскую диссертацию по теме «Исследование различных способов излучения и приема ультразвуковых волн применительно к контролю горячих, быстро движущихся изделий без специальной обработки поверхности». С 1992 г. он профессор кафедры «Приборы и методы контроля качества» в Ижевском государственном техническом университете. Г.А. Буденков создал методы и средства измерения упругой анизотропии и упругих напряжений в твердых телах, разработал теорию излучения акустических волн в твердых оптически непрозрачных телах, распространения акустических импульсов в газовых волноводах и создал серию эхолотаторов различного назначения, приборы для обнаружения газовых течей и нарушения герметичности замкнутых объектов.

В 2004 г. Г.А. Буденков в соавторстве с д-ром техн. наук, проф. С.Ю. Гуревичем, канд. техн. наук Б.А. Буденковым, канд. техн. наук Н.А. Глуховым получил свидетельство Международной академии авторов научных открытий и изобретений на научное открытие «Явление гигант-



Г.А. Буденков

* Начало см. «Территория NDT». 2019. №1. С. 34.

ского взаимного преобразования электромагнитных и упругих волн в ферромагнетиках, находящихся при температуре Кюри» и свидетельство на научную гипотезу «О зонах повышенной электромагнитной сейсмоактивности».

Г.А. Буденков имеет звание «Почетный работник высшего профессионального образования РФ», является автором монографии, более 200 научных трудов, 40 авторских свидетельств и 4 патентов, подготовил 12 кандидатов и двух докторов наук.

С 1983 г. **научную школу в ЧПИ** (с 1997 г. – ЮУрГУ) возглавил Сергей Юрьевич Гуревич, работавший в ЧПИ с 1970 г. в должности старшего преподавателя на кафедре физики, доцента, заведующего кафедрой. В 1995 г. С.Ю. Гуревич успешно защитил диссертацию на соискание ученой степени доктора технических наук, в 1996 г. ему присвоено ученое звание профессора. В 1998 г. С.Ю. Гуревич назначен на должность проректора по учебной работе.

Областью научной деятельности С.Ю. Гуревича является разработка теории взаимодействия импульсных лазерных, электромагнитных и акустических полей в ферромагнитных металлах, находящихся при температуре магнитного фазового перехода (точка Кюри) и создание высокоскоростных методов и средств бесконтактного УЗ-контроля качества металлоизделий. Он также является одним из авторов открытия «Явление гигантского взаимного преобразования электромагнитных и упругих волн в ферромагнетиках, находящихся при температуре Кюри» и научной гипотезы «О зонах повышенной электромагнитной сейсмоактивности», зарегистрированных учеными ЮУрГУ и ИжГТУ.

В настоящее время С.Ю. Гуревич руководит научной работой кафедры по исследованию процесса лазерной генерации УЗ-поверхностных и нормальных импульсов в композитных материалах типа металл – теплозащитное покрытие в целях создания новых методов неразрушающего акустического контроля качества изделий для ракет- и авиастроения.

Сергей Юрьевич является автором 220 научных и учебных публикаций, 25 изобретений, участником ВДНХ, международных научно-технических выставок в Польше и Чехословакии. С.Ю. Гуревич подготовил одного доктора и двух кандидатов наук. В 1994 г. он избран действительным членом Нью-Йоркской академии наук, имеет европейский сертификат специалиста по акустическим методам контроля качества металлоизделий. Сергею Юрьевичу Гуревичу присвоено почетное звание «Заслуженный работник высшей школы», он награжден орденом Дружбы (2004 г.) и медалями.

Научная школа ИжГТУ

С 1983 по 2009 гг. Г.А. Буденков работает в Ижевском государственном техническом университете (ИжГТУ) профессором кафедры «Приборы и методы контроля качества». В 1985 г. ему присвоено ученое звание профессора по специальности «Методы контроля в

машиностроении». Г.А. Буденков – основатель и руководитель научной школы ИжГТУ по проблемам акустического контроля и технической диагностики, с 1997 г. – действительный член отраслевой академии проблем качества, с 2001 г. – эксперт научно-технической сферы Государственного учреждения Республиканского исследовательского научно-консультационного центра экспертизы Министерства промышленности, науки и технологий Российской Федерации.

В период работы Г.А. Буденкова в ИжГТУ под его руководством защищено пять кандидатских и две докторские диссертации. Он имеет звание «Почетный работник высшего профессионального образования РФ», лауреат Государственной премии Удмуртской Республики.

В настоящее время научную школу «Физические методы и средства измерений, контроля и диагностики технических и биомедицинских объектов» ФГБОУ ВО «ИжГТУ им. М.Т. Калашникова» возглавляет д-р техн. наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ Виталий Васильевич Муравьев, который внес важный вклад в ее развитие.

Под его руководством учеными и специалистами ИжГТУ (д-р техн. наук Ольга Владимировна Муравьева (Недзвецкая) и др.) проводятся исследования влияния структуры, дефектности и напряженно-деформированного состояния металлических объектов на параметры упругих волн с использованием пьезоэффекта, электромагнитно-акустического (ЭМА) преобразования, акустико-эмиссионного метода. Исследованы закономерности распространения стержневых, крутильных, поверхностных и объемных продольных и поперечных волн в протяженных объектах и массивных элементах конструкций после различных энергетических воздействий. Выполнено моделирование и исследование ЭМА-преобразования для создания высокоэффективных преобразователей излучения и приема стержневых, крутильных, объемных и поверхностных волн при разработке новых технологий обнаружения нарушений сплошности, диагностики структурного и напряженно-деформированного состояния материалов. Разрабатываются новые прогрессивные ЭМА-методики структуроскопии и дефектоскопии протяженных и массивных металлических объектов для оценки остаточного ресурса и предель-



С.Ю. Гуревич



В.В. Муравьев



О.В. Муравьева

ных состояний. Проводятся исследования статических, динамических магнитных и магнитоупругих характеристик в целях разработки методов магнитного сканирования материалов и создания перспективных датчиков и преобразователей измерения параметров электромагнитных и акустических полей. Разработаны математические модели динамических испытаний и вибродиагностики машин и оборудования.

В.В. Муравьев активно участвует в подготовке научных кадров. Им подготовлены три доктора и 14 кандидатов наук. В настоящее время он входит в состав двух докторских диссертационных советов:

В.В. Муравьев является членом редакционных коллегий журналов «Дефектоскопия» РАН, «Интеллектуальные системы в производстве», «Вестник ИжГТУ», электронного научного журнала «Diagnostics, Resource and Mechanics of materials and structures».

Общее количество публикаций В.В. Муравьева составило 480, в том числе 11 монографий, 24 патента и авторских свидетельств на изобретения. Монографии, статьи, доклады и патенты В.В. Муравьева высоко оценивают научные работники и специалисты, список цитирования 515 работ составил 2328 единиц, а индекс Хирша – 22. По данным РИНЦ, В.В. Муравьев входит в ТОП-100 самых цитируемых и ТОП-100 самых продуктивных российских ученых по направлению «Приборостроение и метрология».

Признанием научных заслуг В.В. Муравьева является присвоение ему почетного звания «Почетный работник науки и техники Российской Федерации».

Важные исследования и разработки выполнены д-ром техн. наук О.В. Муравьевой, список цитирования 199 работ которой составил 802 единицы, а индекс Хирша – 13. По данным РИНЦ, О.В. Муравьева также входит в ТОП-100 самых цитируемых и ТОП-100 самых продуктивных российских ученых по направлению «Приборостроение».

О.В. Муравьева является членом редколлегии журнала «Вестник ИжГТУ им. М.Т. Калашникова», входит в состав Объединенного совета Д 999.050.03 по специальности «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий» при Институте механики УрО РАН, ФТИ УрО РАН и ИжГТУ им. М.Т. Калашникова.

Ученые-изобретатели ЦЛАМ Укрглавтрубостали

В связи с повышением требований к качеству электросварных труб, производимых в поточных линиях трубосварочных станков, возникла необходимость в автоматизированных системах неразрушающего контроля. Поэтому в 1962 г. Специальному конструкторскому бюро ультразвуковой дефектоскопии – СКБ УЗД (г. Кишинев), созданному в 1961 г., была поручена разработка установки УЗ-контроля сварных швов труб в потоке стана 159-529 Новомосковского трубного завода.

Возглавить этот проект было поручено автору этих строк. Сотрудниками СКБ УЗД (В.Т. Бобров, В.И. Журавель, Ю.А. Дружаев, А.А. Чернобельский и др.) с участием специалистов Центральной лаборатории автоматизации и механизации Укрглавтрубостали (канд. техн. наук А.В. Малинка, Б.В. Костюков и др.) была разработана и внедрена первая отечественная установка ДУК-15 ЦЛАМ, которая более 15 лет использовалась для контроля сварных швов труб в поточной линии стана 159-529.

За разработку и внедрение машин, механизмов и приборов для автоматизации и интенсификации трубопроизводства, представленную на соискание Государственной премии СССР 1971 г., в которую вошла установка ДУК-15 ЦЛАМ, Анатолий Васильевич Малинка был удостоен звания лауреата.

Большой вклад внес А.В. Малинка в исследования и реализацию электромагнитно-акустического способа возбуждения-приема УЗ-волн, разработку оборудования для ЭМА-контроля сварных швов труб. Оригинальные технические решения А.В. Малинки и его соавторов были защищены девятью авторскими свидетельствами СССР.

Развитие идей научной школы ЦНИИТМАШ

Важным достижением научной школы ЦНИИТМАШ в области ультразвукового контроля является деятельность д-ра техн. наук, проф. И.Н. Ермолова в области развития теории методов УЗ-дефектоскопии и подготовки научных кадров. Среди учеников и соратников И.Н. Ермолова – ученые-изобретатели доктора технических наук, профессора В.Т. Бобров, А.Х. Вopilкин, В.Г. Щербинский и др.

Свой вклад в развитие идей научной школы ЦНИИТМАШ внесли и сотрудники ИНМИМ АО «НПО «ЦНИИТМАШ» доктора технических наук В.Н. Данилов и В.М. Ушаков.

Выпускник физического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова (диплом с отличием) Вадим Николаевич Данилов с 1974 по 1980 гг. работал в Центральном научно-исследовательском институте химии и механики, где в 1979 г. защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук. С 1980 по 1995 гг. он работал в Московском горном институте. В 1990 г. в диссертационном совете института им была защищена диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук на тему «Теоретические основы акустической интроскопии структурно-неоднородного массива горных пород при

производстве горных работ». С 1995 г. В.Н. Данилов работает в научно-методической группе ИНМИМ АО «НПО «ЦНИИТМАШ» в должности главного научного сотрудника. Используя аппарат математической физики и современные методы компьютерного программирования, он разрабатывает и развивает теоретические основы и прикладное применение ультразвуковой дефектоскопии.

В.Н. Даниловым получены формулы для расчета характеристик акустического поля прямого преобразователя с пьезопластинами различной формы с аналитическим заданием ее контура, изменения амплитуды сигнала на оси круглого преобразователя, формулы для расчета смещения поперечных волн через промежуточный слой, в том числе с учетом анизотропных свойств, выполнены оценки размера ближней зоны наклонного преобразователя и погрешности использования формулы дальней зоны.

В соавторстве с И.Н. Ермоловым разработана методика и получены формулы для расчета АРД-диаграмм для прямого преобразователя с круглой и прямоугольной пластинами и плоскодонного отверстия с аналитически задаваемым контуром, для сферического и цилиндрического отражателей.

Значительное число его научных работ посвящено исследованию акустического тракта прямых и наклонных преобразователей, особенностей формирования сигналов прямого линейного и наклонного преобразователей с фазированной решеткой.

Проведено моделирование донного сигнала и АРД-диаграмм прямого преобразователя с прямоугольной фазированной решеткой.

В.Н. Данилов разработал широко применяемые при моделировании работы электроакустических трактов дефектоскопов и построения АРД-диаграмм методические документы: «Программу компьютерного моделирования работы электроакустических трактов дефектоскопов «ИМПУЛЬС+», позволяющую просто и наглядно исследовать влияние различных параметров трактов на характеристики регистрируемых импульсов, и Программу компьютерного построения АРД-диаграмм и шкал «АРД-комплекс+», предназначенную для построения АРД-диаграмм и шкал прямых и наклонных призматических преобразователей.

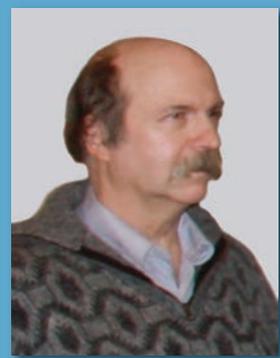
В 2009 г. под руководством В.Н. Данилова сотрудником АО «НПО «ЦНИИТМАШ» А.Н. Разыграевым была успешно защищена диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук.

В.Н. Даниловым опубликовано около 270 научных работ (в том числе три монографии и два учебных пособия в соавторстве), он является автором более 10 авторских свидетельств на изобретения. За добросовестный труд и личный вклад в развитие АО «НПО «ЦНИИТМАШ» В.Н. Данилов неоднократно был награжден грамотами, в 2018 г. ему вынесена благодарность от Госкорпорации «Росатом» за многолетний добросовестный труд и большой личный вклад в развитие атомной отрасли. С 2016 г. В.Н. Данилов является экспертом РАН.

Одним из представителей научной школы ЦНИИТМАШ является В.М. Ушаков. Валентин Михайлович трудится в АО НПО «ЦНИИТМАШ» с 1974 г. В.М. Ушаковым совместно с В.Г. Щербинским выполнен комплекс исследований акустического тракта дефектоскопа при контроле изделий с криволинейной поверхностью. На основе результатов и выводов исследований установлены закономерности формирования акустического поля наклонных преобразователей со сферической и цилиндрической контактной поверхностью. В работах В.М. Ушакова впервые показано влияние поляризации поперечных волн на выявляемость несплошностей в объектах контроля с криволинейной поверхностью. На основании полученных научных результатов В.М. Ушаковым разработаны для атомной и тепловой энергетики и внедрены нормативные документы, в частности «Методика ультразвукового контроля сварных соединений сферических корпусов арматуры для атомных и тепловых электростанций», «Методика ультразвукового контроля шпилек фланцевых разъемов оборудования АЭС» и др. В 2009 г. Валентин Михайлович совместно с сотрудниками ЦНИИТМАШ принял участие в составе комиссии РОСТЕХНАДЗОРА РФ в расследовании причин аварии на Саяно-Шушенской ГЭС. Возглавляемая им лаборатория средств неразрушающего контроля подготовила материалы по результатам исследования неразрушающими методами контроля элементов конструкции гидроагрегатов ГЭС.

В.М. Ушаков — специалист III уровня по акустическому, магнитному, капиллярному, радиационному контролю, является автором более 100 научных трудов, в том числе 14 авторских свидетельств СССР и патента РФ на изобретение, награжден серебряной и бронзовыми медалями ВДНХ, памятным знаком «75 лет ЦНИИТМАШ».

По итогам открытого конкурса 2013 г. среди молодых ученых и их руководителей за активную научно-исследовательскую деятельность и личный вклад в решение научно-технических задач, стоящих перед отраслевой наукой, стал лауреатом премии и удостоен диплома Госкорпорации «Росатом» старший научный сотрудник ИНМИМ «ЦНИИТМАШ» Денис Михайлович Давыдов, а его научный руководитель Валентин Михайлович Ушаков отмечен благодарственным письмом Росатома.



В.Н. Данилов



В.М. Ушаков



В.А. Чуприн

Изобретения ученых ООО «НПК «ЛУЧ»

ООО «Научно-промышленная компания «ЛУЧ» (ООО «НПК «ЛУЧ»), которое в Москве в 1997 г. организовал д-р техн. наук Владимир Александрович Чуприн, является одним из ведущих российских предприятий на рынке средств неразрушающего контроля.

В.А. Чуприн в 1983 г. с отличием окончил Кишиневский политехнический институт им. С. Лазо (КПИ им. С. Лазо) по специальности «Конструирование и производство радиоэлектронной аппаратуры». В 1986 г. он окончил аспирантуру и в 1987 г. успешно защитил в НПО «ЦНИИТМАШ» (г. Москва) подготовленную под научным руководством д-ра физ.-мат. наук, проф. Михаила Борисовича Гитиса диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.11 «Методы контроля в машиностроении».

Д-р физ.-мат. наук, проф. М.Б. Гитисом во ВНИИНКе и

КПИ им. С. Лазо была заложена научная школа проектирования ПЭП, применения методов контроля в различных отраслях науки и техники, таких как физика высокотемпературных сверхпроводников, ультразвуковая дефектоскопия, автомобильная, нефтеперерабатывающая, пищевая промышленность и др.

Во время работы в КПИ им. С. Лазо В.А. Чуприн участвовал в работах по разработке методик контроля пьезоэлектрических преобразователей, по УЗ-измерениям на высокотемпературных сверхпроводниках, а также в работах по разработке УЗ-уровнемеров нефтепродуктов.

С 2005 г. по инициативе В.А. Чуприна в ООО «НПК «ЛУЧ» начало развиваться связанное с УЗ-контролем жидких сред научно-техническое направление, актуальность которого обусловлена тем, что жидкие среды широко используются в процессе жизнедеятельности человеческого общества, и их качество во многом определяет как безопасность эксплуатации сложных технологических объектов, так и здоровье человека.

В процессе научной работы В.А. Чуприным разработана теория распространения нормальных волн в тонких пластинах, взаимодействующих с вязкой жидкостью, проведен комплекс исследований, в результате которых разработаны методология УЗ-контроля жидких сред с применением УЗ-нормальных волн, структура, алгоритм работы, аналоговый тракт и цифровая платформа, на ко-

торых производится представитель принципиально нового класса приборов ультразвуковой вископлотномер УВП-70.

В 2016 г. в диссертационном совете Д520.010.01 при ЗАО «Научно-исследовательский институт интроскопии МНПО «Спектр» состоялась защита диссертационной работы В.А. Чуприна «Исследование и разработка методов и средств контроля вязкости и плотности жидких сред с применением ультразвуковых нормальных волн», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.11.13. «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий».

На базе проведенных исследований под руководством д-ра техн. наук В.А. Чуприна в ООО «НПК «ЛУЧ» было разработано и запущено в серийное производство семейство новых ультразвуковых приборов для ультразвукового контроля: дефектоскоп УД2-70, многоканальный дефектоскоп «Пеленг-415», дефектоскоп «Пеленг-115», толщиномер УТ-111, толщиномер «ТУЗ-2», приборы для контроля физико-механических свойств материалов, структуроскоп УС-3ЦЛ. В число промышленных предприятий, пользующихся услугами НПК «ЛУЧ», входят такие известные компании, как ПАО «ГАЗПРОМ», ПАО «ТРАНСНЕФТЬ», ПАО «ТАТНЕФТЬ», ОАО «РЖД», ПАО «Лукойл», ГМК «Норильский никель», ЕВРАЗ «Нижнетагильский металлургический комбинат» и другие предприятия различных отраслей отечественной промышленности.

Научно-производственную деятельность В.А. Чуприн сочетает с активным участием в работе органов Росстандарта и общественных организаций. Он является членом подкомитета ПКЗ «Ультразвуковой контроль» ТК 371 «Неразрушающий контроль» Росстандарта.

В 2011 – 2013 гг. В.А. Чуприн возглавлял группу разработчиков ГОСТ Р 55614–2013 «Контроль неразрушающий. Толщиномеры ультразвуковые. Общие технические требования», а также «Руководства по неразрушающему контролю деталей подвижного состава метрополитена» ЛИВЕ.415119.905РНК. По результатам исследований В.А. Чуприн опубликовал около 70 научных трудов. Новизна технических решений подтверждена шестью авторскими свидетельствами СССР и 10 патентами РФ на изобретения и на полезную модель.

Научная школа лазерно-ультразвуковой диагностики

Новым перспективным направлением современного контроля состояния конструкционных материалов (металлов, углерода, композитов, пластиков, керамик, бетонов и т.д.) является лазерная ультразвуковая дефектоскопия. С 80-х гг. XX века разработкой теоретических основ, проведением экспериментальных исследований в области нелинейной акустики и разработкой основ лазерно-ультразвуковой дефектоскопии занимается Александр Алексеевич Карабутов, канд. физ.-мат. наук (1979 г.), д-р физ.-мат. наук (1998 г.).

Для этих целей им были разработаны лазерные источники мощных коротких импульсов упругих волн

(Премия Ленинского комсомола, 1984 г.). Их использование привело к возможности изучения самофокусировки и нелинейного взаимодействия акустических пучков (Ломоносовская премия, 1991 г.). Под руководством А.А. Карабутова были созданы лаборатория лазерно-ультразвуковых информационных технологий при Институте проблем лазерных и информационных технологий РАН, входящем в состав Отделения нанотехнологий и информационных технологий РАН и являющимся коллективным членом Международного общества по оптической технике (SPIE) и лаборатории лазерной оптоакустики Международного учебно-научного лазерного центра (МЛЦ) Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, в которой он в настоящее время является профессором и руководителем.

Лазерно-ультразвуковые структуроскопы «ГЕОСКАН-02МУ» и лазерно-ультразвуковые дефектоскопы серии УДЛ-2М, созданные в рамках ФЦП в Горном институте НИТУ «МИСиС» совместно с МЛЦ МГУ им. М.В. Ломоносова и позволяющие возбуждать мощные короткие акустические импульсы с широким спектральным диапазоном, нашли свое применение в гражданской и оборонной промышленности.

УЗ-контроль с лазерными источниками особенно полезен при контроле тонкостенных конструкций и мест их сочленения, конструкций сложной геометрии. Он успешно конкурирует с лучшими цифровыми УЗ-системами. Лазерно-ультразвуковая структуроскопия обеспечивает повышенную разрешающую способность, информативность и достоверность контроля при использовании в автоматизированных системах. С помощью лазерно-ультразвуковой структуроскопии можно проводить 2D- и 3D-визуализацию внутренней структуры, обнаруживая микротрещины и расслоения протяженностью менее 100 мкм, микропоры, микровключения и другие дефекты.

Методы лазерно-ультразвуковой структуроскопии находят применение в авиа- и ракетостроении, двигателестроении, судостроении, атомной и тепловой энергетике, геологии, строительстве и др.

В Горном институте НИТУ МИСиС ведутся работы по созданию прототипов лазерно-ультразвуковых структуроскопов для диагностики геоматериалов. Синтез новых гетерогенных материалов для авиационной и космической техники, создание ресурсосберегающих технологий при добыче полезных ископаемых требуют новых подходов для диагностики структуры и свойств данных материалов, дающих более точную информацию о наличии пор, трещин и других дефектов в них по сравнению с существующими методами.

Группа ученых НИТУ «МИСиС» под руководством проф. А.А. Карабутова разработала уникальный отечественный прибор лазерно-ультразвуковой диагностики материалов, способный обнаружить мельчайшие внутренние дефекты с точностью до сотых миллиметра. Применение разработки в производстве и эксплуатации авиатехники поднимет на новый уровень ее качественные характеристики и надежность.

Специалистами НПФ «АВЭК» разработан ультразвуковой лазерный многофункциональный дефектоскоп УДЛ-2М, предназначенный для ультразвукового исследования нарушений структуры таких материалов, как металлы, композиты, керамики, пластмассы.

Ученые АО «НИИ «Рубин» (Росэлектроника, Санкт-Петербург) рассмотрели возможности пооперационной диагностики лазерным ультразвуком при производстве микросхем – контроль качества присоединения кристаллов полупроводниковых приборов и интегральных микросхем к основанию, микросварных соединений золотой, алюминиевой, медной проволокой, сварных и паяных швов корпусов полупроводниковых приборов и интегральных микросхем, монтажа электронных компонентов на различные подложки, адгезии металлизированных покрытий к различным подложкам и др.

Учеными Санкт-Петербургского национального исследовательского университета информационных технологий, механики и оптики (ИТМО) выполнены исследования лазерно-ультразвукового контроля тонкостенных паяных соединений камер жидкостных ракетных двигателей, метода лазерно-ультразвуковой диагностики остаточных напряжений в специальных материалах изделий ракетно-космической техники, метода лазерно-ультразвуковой диагностики для определения напряженно-деформированного состояния изделия и дефектов в сварных швах и разработки соответствующего оборудования (д-р техн. наук, проф. В.Е. Прохорович, д-р техн. наук А.В. Федоров, канд. техн. наук В.А. Быченко, канд. техн. наук И.Ю. Кинжагулов и др.).

А.А. Карабутов – член Российского акустического общества, член редколлегии «Акустического журнала», член диссертационных советов МГУ.01.13 при МГУ им. М.В. Ломоносова (специальность 05.27.03 «Квантовая электроника») и Д002.126.01 при Институте проблем лазерных и информационных технологий РАН. А.А. Карабутов активно участвует в подготовке научных кадров, им было подготовлено восемь кандидатов физико-математических наук (А.Ю. Ивочкин, Т.Д. Хохлова, Н.Б. Подымова и др.). Монографии, статьи, доклады и патенты А.А. Карабутова широко известны научным работникам и специалистам, список цитирования 253 его работ составил 2898 единиц, а индекс Хирша – 20. По данным РИНЦ, он входит в ТОП-100 самых цитируемых и ТОП-100 самых продуктивных российских ученых по направлению «Приборостроение». Ему принадлежат 16 патентов на изобретения. Вместе с соавторами за изобретение «Способ определения макрорельефа поверхности и внутренних включений объекта и устройство для его реализации» он удостоен Серебряной медали на 13-й Международной выставке инноваций в Корее «SIIF 2017» (декабрь 2017 г.).



А.А. Карабутов



О.Н. Щербаков

Вклад ученых НТП ООО «Алтес»

Научно-техническое предприятие ООО «Алтес», основанное в 1991 г., возглавляет генеральный директор Олег Николаевич Щербаков. Предприятие ООО «Алтес» занимается разработкой и изготовлением оборудования автоматизированного, механизированного и ручного ультразвукового контроля, которое обеспечивает максимальную надежность, производительность и информативность процесса контроля качества при минимальном участии оператора-дефектоскописта.

Малогабаритная измерительная ультразвуковая установка серии «Сканер» — модель «СКАРУЧ» предназначена для оперативного обнаружения и определения характеристик дефектов в сварных соединениях и основном металле трубопроводов, сосудов и металлоконструкций с толщиной стенки 4–60 мм и проведения толщинометрии изделий толщиной до

100 мм. Установка используется для ручного и механизированного ультразвукового контроля качества сварных соединений и основного металла со скоростью продольного сканирования 0,5–1,0 м/мин вдоль сварного шва или участка основного металла.

Аппаратура прошла государственные испытания и имеет хорошие отзывы от предприятий различных отраслей. Модель «СКАРУЧ» сертифицирована Госстандартом РФ, зарегистрирована в государственном реестре средств измерений (№ 15723-02) и допущена к применению в Российской Федерации. Имеются сертификаты стран СНГ. Методика применения установки «СКАРУЧ» согласована с Ростехнадзором РФ и разрешена для применения на подконтрольных объектах.

Малогабаритный ультразвуковой дефектоскоп «СКАРУЧ-ПВ1» — ручной прибор для подводного контроля качества сварных соединений и основного металла с глубиной погружения до 60 м. Дефектоскоп «СКАРУЧ-ПВ1» выполнен в герметичном и ударопрочном корпусе, имеет выносной экран. На базе дефектоскопа «СКАРУЧ-ПВ1» выполнена восьмиканальная установка ультразвукового контроля УИУ «СКАРУЧ-ПВ1», позволяющая проводить сканирующий контроль сварных соединений и основного металла подводных участков магистральных трубопроводов.

Больше 20 установок автоматизированного контроля сварных соединений и тела трубы работают на разных

трубных заводах страны и обеспечивают высокоскоростной контроль для обнаружения продольно-поперечных дефектов, толщинометрию в процессе производства труб.

В настоящее время в составе предприятия работают специалисты высшей квалификации по акустическому методу контроля, высококвалифицированные электронщики, программисты, конструкторы. Аппаратура, выпускаемая предприятием, применяется в энергетике, химической, нефтегазодобывающей и перерабатывающей промышленности, на предприятиях ПАО «Газпром», АО «Транснефть», заводах металлоконструкций, на транспорте, в строительстве, авиации и пр. Основой надежности и высокого качества является использование самых современных технологий, передовой элементной базы и материалов, передовых разработок.

Одним из ведущих исследователей и разработчиков в области ультразвуковых методов и средств контроля, разработчиком хордовых фокусирующих преобразователей, автоматизированных средств УЗК, ультразвуковых измерительных установок оперативного контроля сварных соединений серии «Сканер» является Анненков Андрей Станиславович.

За годы практической работы ООО «АЛТЕС» накоплен большой опыт в создании методических материалов и нормативных документов по проведению ультразвукового контроля различных изделий. В сотрудничестве с проектными и научно-исследовательскими институтами специалисты предприятия участвуют в разработке отраслевой нормативной документации по проведению ручного и автоматизированного ультразвукового контроля. ООО «АЛТЕС» предлагает к использованию 60 НТД, в их числе: «Методика УЗК стыковых сварных соединений, технологических трубопроводов, змеевиков, печей нефтеперерабатывающей, нефтехимической и газовой промышленности с толщиной стенки от 3 до 16 мм» (МК-18026253.4276.021), предназначенная для предприятий химической индустрии, ее применение согласовано с АО «НИИхиммаш», «Методика по механизированному и ручному ультразвуковому контролю заводских и монтажных сварных соединений вертикальных резервуаров объемом до 50 000 м³ с учетом разнотолщинных элементов и определения дефектов поперечной ориентации» и др.

НТП ООО «Алтес» является постоянным участником отечественных выставок и конференций. Основные технические решения специалистов предприятия защищены патентами РФ на изобретения, авторами которых являются О.Н. Щербаков, А.С. Анненков, А.Е. Петров, А.Г. Полевой, Ю.Г. Васенев и др.

За достижения в области неразрушающего контроля ведущие специалисты предприятия награждены международной медалью «Рентген—Соколов».

Окончание статьи читайте в №3, 2019 «Территория NDT».

Ссылка на перечень изобретений, собранных автором статьи http://idspektr.ru/download/UT_patent.pdf