

Территория NDT

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ

4, 2020

Октябрь – декабрь (34)



Термограммы для оформления обложки предоставлены компанией ООО "ИРТИС/IRTIS" (www.irtis.ru)



СОВМЕСТНЫЙ ПРОЕКТ ОДИННАДЦАТИ НАЦИОНАЛЬНЫХ ОБЩЕСТВ ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ

АВГУР-АРТ 2020

Ручной ультразвуковой дефектоскоп на фазированных решетках

Применение фазированных решеток, TOFD и технологий цифровой фокусировки в режимах ручного, механизированного и автоматизированного контроля

1 Самый большой и яркий экран в своем классе

2 2 пары TOFD ПЭП
4 традиционных ПЭП

3 До 16 схем контроля (ФР, ЦФА, слежение за контактом)

4 Работа с любыми сканерами

5 Multi-touch-интерфейс

6 Управление по Wi-Fi

7 IPEX – надежный разъем для подключения ФР от 32 до 128 элементов

8 SSD для записи данных, от 128 Гб

9 Гибкое и мощное программное обеспечение

10 Горячая замена аккумуляторов

11 Интеграция с модулем автоматизированного визуально-измерительного контроля и видекамерами



ALTERNATING CURRENT FIELD MEASUREMENT (ACFM)

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ МЕТОД НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ
ДЛЯ ПОИСКА ТРЕЩИН В УГЛЕРОДИСТЫХ И НЕРЖАВЕЮЩИХ СТАЛЯХ



Изначально разработан для инспекции подводной инфраструктуры буровых платформ, но, благодаря своим уникальным характеристикам, быстро завоевал доверие среди дефектоскопистов «на суше».

ОСНОВНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА МЕТОДА АСФМ В СРАВНЕНИИ С МПД И ВК

- Определяет не только протяженность, но и глубину трещины (до 25 мм)
- Менее чувствителен к качеству подготовки поверхности объекта контроля
- Работает через защитные покрытия, напыление или краску
- Отсутствие расходных материалов
- Формирование документального отчета непосредственно возле объекта



ВЕРШИНА ЭВОЛЮЦИИ ТЕХНОЛОГИИ АСФМ

Дефектоскопы **PACE** и **AMIGO2** от EDDYFI гарантируют высокопроизводительный «сухой» контроль сварных стыков с наглядной визуализацией и записью результатов.

В труднодоступных местах, особенно где требуется использование верхолазной оснастки, ACFM зачастую становится самым эффективным решением, по удобству и скорости сбора данных превосходя даже ультразвуковой контроль.



АО «ПЕРГАМ-ИНЖИНИРИНГ» — генеральный дистрибьютор на территории РФ, РК и РБ.
+7 495 775-75-25 | PERGAM.RU/NDT | tndt@pergam.ru | Москва, ул. Электrozаводская, 27С8

Знание гармонии
называется постоянством.
Знание постоянства
называется мудростью.

Дао Де Цзин



«КОНСТАНТА» — постоянство в развитии

Дефектоскоп OmniScan® X3



Прибор, которому можно доверять

Превосходное качество изображения и тщательно продуманное ПО! Наш флагман, и уже ставший отраслевым стандартом OmniScan, – в компактном портативном исполнении – стал еще лучше! Надежный и простой в эксплуатации, как и все дефектоскопы серии OmniScan, модуль X3 был дополнен новыми мощными инструментами.

Метод полной фокусировки (**TFM**) и полноматричный захват (**FMC**), а также **поддержка 64-элементной апертуры**

Улучшенная визуализация дефектов элементами фазированной решетки, включая инновационную функцию **огibaющей TFM** и **моделирование акустического воздействия** в режиме TFM.

Возможность **создания полной схемы сканирования**, не упуская ни малейшей детали, с помощью средств визуализации ПО.



Территория NDT

СОДЕРЖАНИЕ

№4 (октябрь – декабрь), 2020

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
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
E-mail: info@idspektr.ru
Телефон +7 (495) 514-76-50

Корректор Смольянина Н.И.
Компьютерное макетирование
Смольянина Н.И.
Сдано в набор 5 октября 2020
Подписано в печать 10 ноября 2020
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

НОВОСТИ

- Компания «Июкогава Электрик СНГ» автоматизировала работу сервисного центра . . . 4
- Азизова Е.А., Ким Л.П. О дальнейшем развитии системы неразрушающего контроля республики Узбекистан 4
- Harfang Wave. Что нового? 5
- Галкин Д.И. Семинар «Цифровые технологии в радиографическом контроле» 6
- Батов Г.П., Пономарёва И.Н. XV школа-семинар «Сертификация персонала в области неразрушающего контроля-2020» 6
- Соглашение между АО «Экспоцентр» и РОНКТД 8
- РОНКТД представило форум «Территория NDT» и коллективный стенд производителей оборудования неразрушающего контроля в рамках Российской промышленной недели 9

ПОЗДРАВЛЯЕМ

- Ю.В. Гуляеву – 85 лет! 12
- Г.А. Бигусу – 70 лет! 15
- В.Т. Боброву – 85 лет! 16
- В.К. Качанову – 75 лет! 18
- ООО «Ньюком-НДТ» – 10 лет работы в области компьютерной и цифровой радиографии 20

ИНФОРМАЦИЯ ОТ НАЦИОНАЛЬНЫХ ОБЩЕСТВ ПО НК

- Архангельское областное отделение РОНКТД 22
- Томское областное отделение РОНКТД 23

ИНТЕРВЬЮ НОМЕРА

- Задачи ставит время. Рельсовая дефектоскопия – интересное и перспективное направление. Интервью с А.А. Марковым 28

МЕТОДЫ, ПРИБОРЫ, ТЕХНОЛОГИИ

- ЗАО «Научно-производственная фирма «УРАН». Новейшие измерительные технологии 36

НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ И СТАНДАРТЫ

- Зайтова С.А. Стандартизация: системы и результаты 38

ИСТОРИЯ НК

- Вопилкин А.Х. Ультразвуковая дефектометрия: от спектрального образа до когерентного изображения портрета дефектов. Части 2 и 3. (Продолжение) . . . 44

КОМПАНИЯ «ИОКОГАВА ЭЛЕКТРИК СНГ» АВТОМАТИЗИРОВАЛА РАБОТУ СЕРВИСНОГО ЦЕНТРА

НПП «СпецТек» объявляет о завершении проекта внедрения автоматизированной системы управления процессами диагностики оборудования АСУТП Yokogawa Electric. Система реализована на мобильной платформе TRIM-Mobile.

Наиболее трудоемкая часть работы сервисных инженеров, осуществляющих поддержку эксплуатации АСУТП Yokogawa, включает в себя выездную диагностику и подготовку отчета. Сбор данных о состоянии оборудования на месте (у заказчика) традиционно осуществлялся путем ручного заполнения чек-листов по результатам визуального осмотра и снятия показаний с диагностических утилит (проверка линий связи и станций управления, контроллеров, блоков питания и т.д.). Существенное время занимала обработка собранных данных о состоянии АСУТП. Группа аналитиков сравнивала их со значениями технических параметров, рекомендованными Yokogawa Electric, выявляла отклонения и формировала отчет с рекомендациями заказчику. Этот процесс не был автоматизирован и требовал значительных трудозатрат сотрудников сервисного центра.

В этой связи в сервисном центре «Иокогава Электрик СНГ» был инициирован проект внедрения автоматизированной системы управления процессами диагностики оборудования АСУТП Yokogawa. Ключевым требованием было создание мобильного АРМ сервис-инженера с возможностью сбора и передачи данных на сервер в офисе компании. Основой системы стало решение TRIM-Mobile разработки НПП «СпецТек» (<https://trim.ru>) –

программный продукт класса FSM (Field Service Management), являющийся частью ЕАМ/АРМ-системы TRIM.

Специалисты НПП «СпецТек» конвертировали на сервер системы накопленную базу знаний в виде каталога типов оборудования (порядка 1500 единиц) с данными по типовым несоответствиям, их причинам и влиянию и рекомендациям по их устранению. Сбор данных переведен на мобильное приложение TRIM-CSMT, где не только создан интерфейс, соответствующий чек-листам проверки оборудования, но и реализован автоматизированный импорт данных из диагностических утилит с автоматической их привязкой к объекту проверки в базе данных. Все это позволило автоматизировать процедуру диагностики и формирования отчета по ее итогам за счет автоматического сравнения оперативных данных с диагностической базой знаний.

В мобильном приложении реализована функция паспортизации оборудования заказчика, которая осуществляется с использованием единых классификаторов и справочников типовых работ и с автоматической проверкой создаваемого объекта на соответствие обязательным параметрам. В совокупности с фиксированным интерфейсом функций мобильного приложения это позволило унифицировать процесс сбора данных и обеспечить его соответствие регламентам.

В результате внедрения системы повысилась полнота и достоверность собираемых данных, снизилась вероятность ошибок и потеря данных, которые могли возникнуть при их сборе на промежуточный но-

ситель и ручном их переносе в базу знаний. Время формирования отчета по диагностике уменьшилось с одной недели до нескольких минут.

Появилась возможность анализировать повреждаемость элементов АСУТП за выбранный промежуток времени, по заданным типам оборудования, по выборке заказчиков или другим критериям, формировать иную аналитику на основе базы знаний.

Справка о компаниях

ООО «Иокогава Электрик СНГ»

(<http://www.yokogawa.ru>) – дочерняя компания Yokogawa Electric Corporation, представляющая продукты, решения и услуги компании на территории России и в странах СНГ. Компания является поставщиком промышленных предприятий, выступает в роли подрядчика по автоматизации крупнейших проектов нефтегазовой отрасли, ведет совместные проекты в науке и образовании с инновационными и учебными центрами. В составе компании созданы и успешно функционируют семь филиалов, три дочерних компании, 16 технических центров, центр решений, сервисный и учебный центры.



ООО «НПП «СпецТек»

(<http://trim.ru>) – профессиональный консультант и ведущий российский разработчик программных продуктов в области управления физическими активами, является базовой организацией Технического комитета по стандартизации № 086 «Управление активами», участвует в работе международного комитета ISO/TC 251 Asset management. Разработчик национальных стандартов серии ГОСТ Р 55.0.00 «Управление активами». Разработчик отечественной ЕАМ/АРМ-системы TRIM.

О ДАЛЬНЕЙШЕМ РАЗВИТИИ СИСТЕМЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

Развитие системы неразрушающего контроля (далее НК) Республики Узбекистан с учетом требований международных стандартов и международной практики осуществляется путем актуализации нормативной и информационной базы.

В Постановлении Президента Республики Узбекистан № ПП-2935 указано, что одним из важных факторов обеспечения качества отечественной продукции и ее конкурентоспособности на зарубежных рынках является уровень соответствия национальной

нормативно-правовой базы в области стандартизации, метрологии и сертификации международным требованиям.

Постановлениями Агентства «Узстандарт» № ХС-1 «О введении в Республике Узбекистан международных стандартов» и № 480 от 3 августа 2017 г. «О введении в действие межгосударственных стандартов» в Республике Узбекистан были введены в действие 41 стандарт системы ИСО и 13 государственных стандартов Российской Федерации по методам неразрушающего контроля.

Во исполнение этих постановлений в рамках научно-исследовательского проекта специалистами ГП «Узбекский национальный институт метрологии» и ведущих промышленных предприятий проведен анализ состояния НК в республике, позволивший выявить имеющиеся недостатки. На основании этого были разработаны пути совершенствования системы НК посредством внедрения прогрессивных методов и методик НК, приведенных в межгосударственных и международных стандартах.

Еще одной, не менее важной задачей проекта была разработка терминов в сфере НК на государственном языке.

Конкретными результатами данного научно-исследовательского проекта явилась разработка государственных стандартов Республики Узбекистан, адаптированных с международными стандартами:

- O'z DSt 20.206.1:20 «Система испытаний продукции. Контроль неразрушающий. Термины и определения»;
- O'z DSt 20.206.2:2019 «Система испытаний продукции. Контроль неразрушающий. Ультразвуковой контроль. Термины и определения»;
- O'z DSt 20.206.3:20 «Система испытаний продукции. Контроль неразрушающий. Капиллярный контроль. Термины и определения»;
- O'z DSt 20.206.4:20 «Система испытаний продукции. Контроль неразрушающий. Магнитопорошковый контроль. Термины и определения»;

- O'z DSt 20.202:2017 «Система испытаний продукции. Контроль неразрушающий. Требования к лабораториям неразрушающего контроля»;
- O'z DSt 20:2020 «Система испытаний продукции. Контроль неразрушающий. Ультразвуковой контроль сварных соединений. Технология, уровни контроля и оценка»;
- O'z DSt 20:2020 «Система испытаний продукции. Контроль неразрушающий. Визуальный контроль соединений, выполненных сваркой плавлением»;
- O'z DSt 20:20 «Система испытаний продукции. Контроль неразрушающий. Ультразвуковой контроль. Измерение толщины»;
- O'z DSt ISO 9712:2014 «Контроль неразрушающий. Квалификация и сертификация персонала неразрушающего контроля»;
- O'z DSt 20:20 «Система испытаний продукции. Контроль неразрушающий. Основные требования к учебным центрам по неразрушающему контролю»;
- O'z DSt 20:20 «Система испытаний продукции. Контроль неразрушающий. Типовые программы по методам неразрушающего контроля».

Часть перечисленных стандартов уже введены в действие в республике, остальные находятся в стадии утверждения.

Таким образом, процесс развития системы неразрушающего контроля в Узбекистане продолжается. Вновь разработанные стандарты позволят установить единый, соответствующий международным требованиям подход к организации и проведению НК лабораториями и персоналом в процессе осуществления ими профессиональной деятельности в области НК в Республике Узбекистан.

Е.А. АЗИЗОВА,

ГП «Навоийский горно-металлургический комбинат»,

Навои

Л.П. КИМ,

ГП «Узбекский национальный институт метрологии»,

Ташкент

HARFANG WAVE. ЧТО НОВОГО?

В новую версию дефектоскопа Harfang Wave (рис. 1) добавлена возможность вводить параметры кромок свариваемых элементов для тавровых сварных соединений различной конфигурации – Т, К, У.

Теперь стало возможным задавать как параметры кромок свариваемых элементов (без скоса и со скосом V), так и параметры сварного шва.

С новыми возможностями стало легче диагностировать непровар в корне шва. Эхосигнал от непровара будет легко распознан с помощью программы Интерскан и отображен на дисплее дефектоскопа (рис. 2).



Рис. 1. Ультразвуковой дефектоскоп Harfang Wave

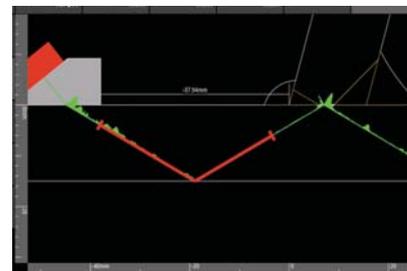


Рис. 2. Непровар в зоне притупления кромки

СЕМИНАР «ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАДИОГРАФИЧЕСКОМ КОНТРОЛЕ»



18 августа в г. Уфа на базе Башкортостанского регионального отделения РОНКТД ООО «АЦ СваркаТехСервис» состоялся семинар «Цифровые технологии в радиографическом контроле», целью которого стало информирование заинтересованных специалистов о возможностях, ограничениях и особенностях применения цифро-

вых детекторов при проведении радиографического контроля.

Мероприятие прошло при поддержке технического комитета по стандартизации «Неразрушающий контроль» 371 (подкомитет ПК 5 «Радиационные методы»).

На семинаре были освещены следующие темы:

- требования нормативной документации (ГОСТ Р ИСО 17636-2, РБ и др.), предъявляемые к технологии и результатам контроля;
- основные технические характеристики цифровых детекторов;
- информативность контроля с использованием пленочных и цифровых технологий.

В рамках практической части семинара участникам была представлена возможность получить

консультации разработчиков и протестировать оборудование цифровой радиографии:

- цифровой детектор «ПРОДИС Марк 1215СС» (сцинтиллятор CsI, размер пикселя 50 мкм);
- программное обеспечение "X-Vizor" 7.05.1900;
- аппаратно-программный комплекс «Хамелеон» для комплексной оценки качества контрольных сварных соединений.

Основными спикерами на семинаре выступили Д.И. Галкин (председатель ПК-5 ТК 371, директор ЗАО «НИИИИ МНПО «Спектр»), А.О. Устинов (директор ООО «ПРОДИС НДТ»).

*Д.И. ГАЛКИН,
канд. техн. наук, ЗАО «НИИИИ
МНПО «Спектр», Москва*

XV ШКОЛА-СЕМИНАР «СЕРТИФИКАЦИЯ ПЕРСОНАЛА В ОБЛАСТИ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ-2020»

В период с 20 по 26 сентября 2020 г. в г. Сочи (Лазаревское, отель «Прометей-клуб») прошла юбилейная XV школа-семинар «Сертификация персонала в области неразрушающего контроля-2020».

Хотя в настоящее время основным форматом всех семинаров и обсуждений являются онлайн-встречи в «Скайпе» и в «Зуме», мы счастливы, что нам удалось сохранить наш семинар в привычном формате, хотя и не без применения новых технологий участия.

В работе школы-семинара приняли участие более 90 специалистов, представляющих независимые органы по аттестации персонала в области неразрушающего контроля, экзаменационные центры, экзаменационные лаборатории, а также руководители и ведущие специалисты предприятий, проводящих неразрушающий контроль, техническую диагностику и экспертизу промышленной безопасности, организации – поставщики оборудования НК, инспекционные организации.

Надо отметить, что школа-семинар – значимое событие в мире неразрушающего контроля, и в этот тяжелый и неоднозначный

год количество участников школы-семинара было даже больше, чем в предыдущие годы, несмотря на то что многие постоянные участники школы-семинара не смогли приехать из-за введенных ограничений. Это еще раз подтвердило правильность решения провести семинар в офлайн-режиме. Люди соскучились по живому общению. Как показывает практика, большая часть вопросов всегда решается в кулуарах после официальной части.

Те, кто не смог приехать, имели возможность участвовать в работе семинара по организованным каналам связи. С онлайн-докладами выступили: академик РАН, д-р

физ.-мат. наук Роман Григорьевич Маев «Общие вопросы развития средств и методов НК в эпоху 4-й промышленной революции», президент РОНКТД, д-р техн. наук профессор Владимир Александрович Сясько «Актуальные цели и задачи метрологии и приборостроения в области неразрушающего контроля, технической диагностики и мониторинга состояния, связанные с тенденциями цифровизации промышленности и экономики», директор ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет» ООО «Университетские технологии», д-р техн. наук, профессор кафедры МОЗЧМ, начальник НИЧ Алексей Леонидович Сотников «Подготовка специалистов неразрушающего контроля и испытательных лабораторий в Донском регионе».

Традиционно школа-семинар проводилась при поддержке Российского общества по неразрушающему контролю и техниче-



ской диагностике и АО «НТЦ «Промышленная безопасность».

На XV школе-семинаре были рассмотрены следующие вопросы:

- Итоги выполнения решений 2005 – 2019 гг., задачи школы-семинара 2020;
- Сертификация (аттестация) персонала неразрушающего контроля, разрушающих и других видов испытаний;
- Динамика изменений требований к объектам и неразрушающему контролю на железной дороге;
- Требования к персоналу НК согласно ASME BPVC и PED;
- Особенности подготовки и аттестации специалистов в области промышленной безопасности с учетом положений постановления Правительства РФ № 1365 от 25.10.2019 г.;
- Вопросы, касающиеся работы испытательных лабораторий в соответствии с ГОСТ ISO/IEC 17025-2019;
- Организация дистанционного обучения. Тренажеры по неразрушающему контролю;
- Отчет по проведению ежегодного Всероссийского конкурса специалистов неразрушающего контроля;
- Проведение неразрушающего контроля. Особенности контроля различными методами неразрушающего контроля, в том числе особенности контроля углепластиковых композиционных многослойных объектов;
- Проведение вибродиагностических и виброналадочных работ на объектах транспортировки нефти и нефтепродуктов. Цифровые технологии в радиографии;
- Неразрушающий контроль в атомной промышленности.

Были организованы круглые столы:

- О перспективах развития систем аттестации/сертификации/оценки квалификации специалистов неразрушающего контроля;
- По сертификации специалистов неразрушающего контроля в области использования атомной энергии с онлайн-участием главного специалиста ЧУ «Атомстандарт» ГК «Росатом» Людмилы Петровны Грабельниковой;
- Требования к учебным центрам. Организация дистанционной подготовки. В рамках данного круглого стола были обсуждены новые стандарты:
 - ISO/TR 25108:2018 «Руководство для организаций, занимающихся подготовкой персонала в области неразрушающего контроля»;
 - ISO/TS 25107.2:2019 «Контроль неразрушающий. Учебные программы по неразрушающему контролю».

Канд. техн. наук Георгий Павлович Батов, секретарь совета НК в ГА РФ, генеральный директор ООО «НУЦ «Качество», провел заседание рабочей группы Совета по НК в ГА РФ, на котором был рассмотрен отчет о деятельности Совета по НК в ГА РФ 2008 – 2020 гг.

Кроме того, состоялось совещание экзаменационных центров и экзаменаторов.

В рамках совещания рассмотрено:

- Анализ работы экзаменационных центров и экзаменационных лабораторий ООО «НУЦ «Качество»;
- Новые версии программного обеспечения для организации приема кандидатов на сертификацию/аттестацию и оформление документов;
- Новые стандарты ГОСТ Р 58713–2019/ISO/TS 22809:2007 «Контроль неразрушающий. Несплошности в образцах, используемых в квалификационных экзаменах», ГОСТ Р ИСО 9712–2019 «Конт-

роль неразрушающий. Аттестация и сертификация персонала».

На семинаре был организован тест-драйв оборудования для проведения неразрушающего контроля с использованием современных технологий НК. В процессе тест-драйва участники семинара смогли попробовать в действии оборудование ООО «Кропус», ООО «НУЦ «Качество», ООО «АКА-Скан».

Также участникам был продемонстрирован инновационный портал по дистанционному обучению методам НК ООО «НУЦ «Качество» с использованием современных подходов к оформлению учебного материала и тренажеров (симуляторов средств НК для получения первичных навыков работы с аппаратурой).

Основные обсуждаемые вопросы школы-семинара были вынесены в решение.

С решением юбилейной школы-семинара «Сертификация в области неразрушающего контроля-2020» можно ознакомиться на сайте ООО «НУЦ «Качество»: www.centri-kachestvo.ru. Также было предложено включить техники неразрушающего контроля, требующие специальной подготовки (цифровая радиография, ультразвуковой контроль с применением фазированных решеток и дифракционно-временного метода) в перечень методов НК Единой системы оценки соответствия в области промышленной, экологической безопасности, безопасности в энергетике и строительстве и в СДСПНК РОНКТД.

Традиционно для ежегодных школ-семинаров, проходящих в Сочи, работа на заседаниях и круглых столах сочеталась со спортивными соревнованиями по настольному теннису, боулингу, бильярду и фигур-



ному катанию с водных гор, в этом году была очень хорошая погода.

Приглашаем Вас принять участие в XVI школе-семинаре «Сертификация персонала в области неразрушающего контроля-2021», которая состоится с 19 по 25 сентября 2021 в г. Сочи, Лазаревское, отель «Прометей-клуб».

Надеемся, что школа-семинар позволила всем участникам, окунувшись в атмосферу очных встреч, не только обсуждать и решать деловые вопросы, но и неформально отметить юбилей нашей компании. Да, нам так же, как и семинару, исполняется 15 лет.

*Г.П. Батов, И.Н. Пономарёва,
ООО «НУЦ «Качество», Москва*

СОГЛАШЕНИЕ МЕЖДУ АО «ЭКСПОЦЕНТР» И РОНКТД

Одним из основных мероприятий Российской промышленной недели (РПН) стало подписание договора между АО «Экспоцентр» и Российским обществом по неразрушающему контролю и технической диагностике, которым было определено, что начиная с 2021 г. форум «Территория NDT» также будет проходить в рамках РПН. Торжественное подписание состоялось 19 октября 2020 г. АО «Экспоцентр» было представлено руководителем дирекции Выставок тя-

желой промышленности Е.Г. Гусевой, со стороны РОНКТД подпись поставил член правления, директор НИИ интроскопии «Спектр» Д.И. Галкин.

Подписание этого соглашения означает, что форум «Территория NDT» с 2021 г. будет проводиться в октябре, в частности 18–21 октября 2021 г., а объединение усилий с АО «Экспоцентр» позволит увеличить число участников экспозиции, количество посетителей, отраслевых мероприятий, привлечь новых партнеров, расширить круг обсуждаемых тем, добиться дополнительной популяризации направления неразрушающего контроля и технической диагностики.

В Российской промышленной неделе приняли участие более 500 компаний, около 29 000 посетителей-специалистов, что при объединении с более чем 60 компаниями и 3 000 посетителей форума «Территория NDT» дает возможность показать замечательный результат, позволяющий каждому, кто посетит это мероприятие, достигнуть своих профессиональных целей, установить новые контакты, повысить уровень знаний в соответствующих областях.

Получить дополнительную информацию о форуме «Территория NDT» в 2021 г. можно в дирекции РОНКТД по телефону +7 (499) 245-56-56 и почте info@ronktd.ru.

Дирекция РОНКТД



РОНКТД ПРЕДСТАВИЛО ФОРУМ «ТЕРРИТОРИЯ NDT» И КОЛЛЕКТИВНЫЙ СТЕНД ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ОБОРУДОВАНИЯ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ В РАМКАХ РОССИЙСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ НЕДЕЛИ

С 19 по 22 октября в Экспоцентре прошла Российская промышленная неделя (РПН). Это новый масштабный многоотраслевой выставочно-конгрессный проект, который объединил на единой демонстрационной площадке сразу несколько ключевых отраслевых выставок: RUSWELD, «ТЕХНОФОРУМ», «ЛЕСДРЕВМАШ». С 2021 г. к РПН присоединится и форум «Территория NDT»: торжественное подписание соответствующего соглашения стало одним из ключевых событий этих дней.

Российское общество по неразрушающему контролю и технической диагностике (РОНКТД) разместило на выставке коллективный стенд производителей оборудования неразрушающего контроля, на котором были представлены следующие компании: ООО «Акустические контрольные системы», ООО «Константа» и ЗАО «НИИ интроскопии «СПЕКТР», а также отдельная экспозиция была посвящена форуму «Территория NDT», который с 2021 г. будет проходить в рамках Российской промышленной недели. Стенд производителей оборудования неразрушающего контроля вызвал неподдельный интерес посетителей выставки.

В рамках деловой программы выставки RUSWELD РОНКТД провело две конференции:

- Переход от неразрушающего контроля к мониторингу состояния в условиях умных производств. Анализ отечественного и иностранного опыта;
- Метрологическое обеспечение и стандартизация современных средств и технологий неразрушающего контроля и мониторинга состояния (NDE 4.0).

Выступления и дискуссии в рамках этих конференций были связаны с промышленной революцией 4.0, перспективами развития неразрушающего контроля и технической диагностики, прогрессом и но-





вейшими разработками и вызвали интерес у специалистов в сфере НК и ТД. Основным спикером в рамках этих обсуждений стал президент РОНКТД, профессор, д-р техн. наук В.А. Сясько.

Открытие Российской промышленной недели посетили президент Национального агентства контроля сварки академик РАН Н.П. Алёшин, депутат Государственной Думы Федерального Собрания Российской Федерации В.М. Кононов, президент Торгово-промышленной палаты России С.Н. Катyrин, заместитель министра промышленности и торговли Российской Федерации М.И. Иванов зачитал приветствие министра Д.В. Мантурова.

Российская промышленная неделя – это значимый форум, в рамках которого участники и посетители могли установить контакты со всеми заинтересовавшими их предприятиями и специалистами, обсу-

дить насущные проблемы и вопросы в рамках обширной деловой программы. За четыре дня работы выставок и конгрессных мероприятий представители профессионального сообщества, бизнеса, органов власти смогли оценить актуальные тенденции и потребности рынков в текущих условиях, найти возможности для дальнейшего развития отраслей. Проведение РПН оказало большое влияние на укрепление отраслевых и межотраслевых деловых связей, заключение выгодных контрактов, достижение максимально продуктивного взаимодействия со всеми участниками и посетителями.

В следующем году Российская промышленная неделя пройдет 18–21 октября в Экспоцентре, и одним из основных событий станет форум «Территория NDT 2021».

Дирекция РОНКТД

ЗНАТЬ ГДЕ ТОНКО!



TRIM® ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС

**Системы управления
надежностью, обслуживанием
и ремонтами оборудования**

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ:

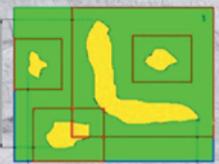
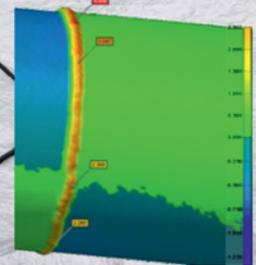
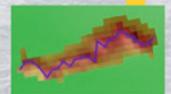
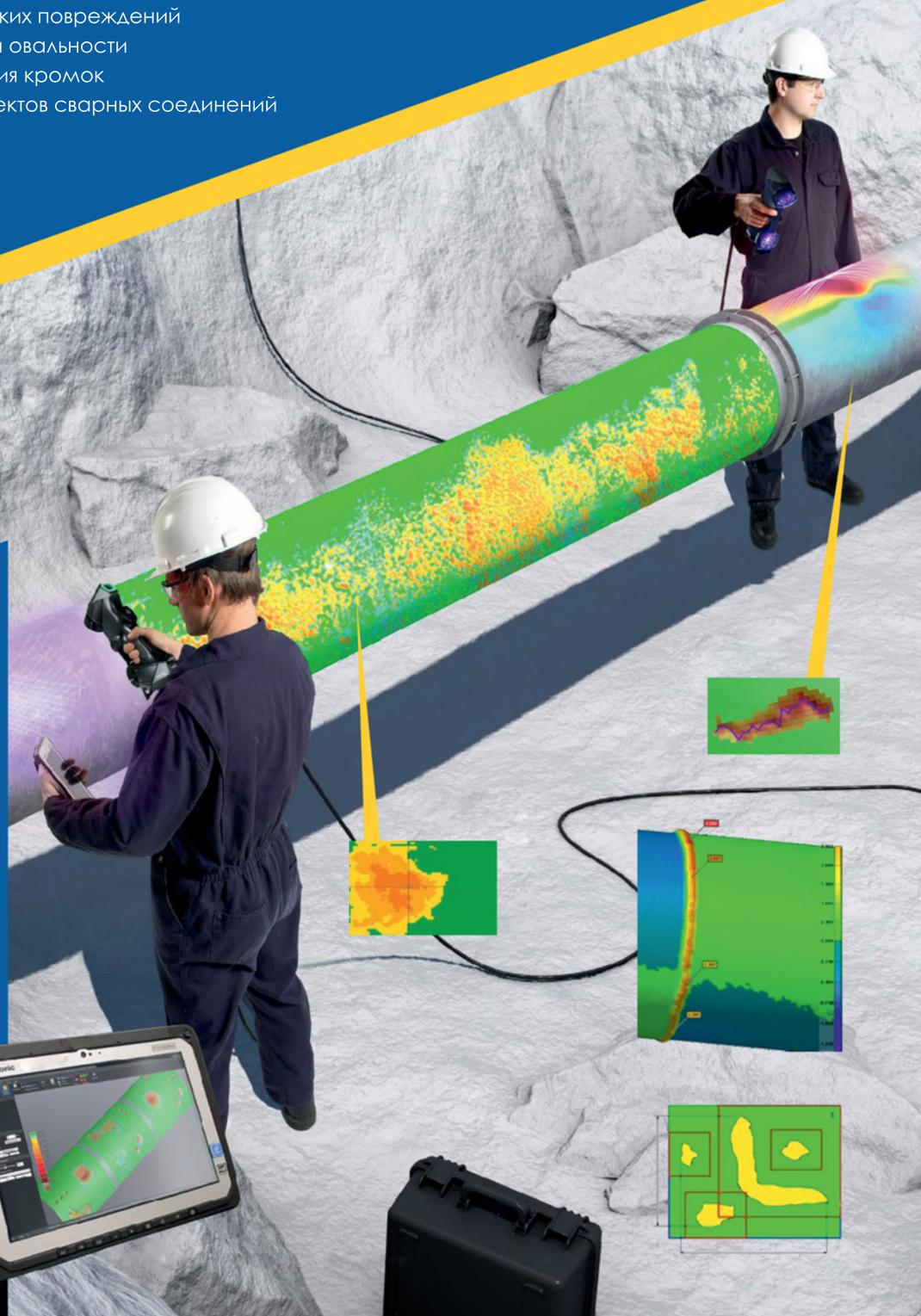
- ▶ Автоматическое измерение параметров внешней коррозии
- ▶ Измерение различных механических повреждений
- ▶ Определение прямолинейности и овальности
- ▶ Изменение параметров смещения кромок
- ▶ Измерение геометрических дефектов сварных соединений



- ▶ Высокая скорость сканирования
- ▶ 3D отображение в реальном времени
- ▶ 100% цифровая запись данных в файл
- ▶ Автоматический анализ данных коррозии
- ▶ Точность до 0,025мм
- ▶ Длина одного скана до 18 метров
- ▶ Отсутствие подвижных частей в конструкции сканера
- ▶ Не требует специальной подготовки оператора

Pipcheck

идеальное решение для эффективной оценки внешних повреждений трубопроводов и сварных соединений



ЮРИЮ ВАСИЛЬЕВИЧУ ГУЛЯЕВУ – 85 ЛЕТ



Российская Академия Наук

Юрий Васильевич Гуляев родился 18 сентября 1935 г. в поселке Томилино Люберецкого района Московской области, в 1958 г. окончил с отличием Московский физико-технический институт (МФТИ) по специальности «Радиофизика». После окончания МФТИ работал в Институте радиотехники и электроники Академии наук СССР (ныне Институт радиотехники и электроники (ИРЭ) им. В.А. Котельникова РАН) в должности младшего научного сотрудника, старшего научного сотрудника, заведующего лабораторией, заведующего отделом, заместителя директора (1972–1988 гг.), директора института (1988–2014 гг.). В настоящее время является научным руководителем ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН, возглавляет в этом институте Научно-исследовательский центр электронных диагностических систем «ЭЛДИС».

В 1962 г. Ю.В. Гуляев защитил кандидатскую диссертацию, в 1970 г. – докторскую, в 1979 г. был избран членом-корреспондентом, в 1984 г. – академиком АН СССР (ныне Российская академия наук). С 1992 г. по настоящее время – член Президиума Российской академии наук. Ю.В. Гуляев – зам. академика-секретаря Отделения нанотехнологий и информационных технологий (ОНИТ) РАН, председатель секции вычислительных, локационных, телекоммуникационных систем и элементной базы ОНИТ РАН. С 1972 г. – профессор, зав. кафедрой твердотельной электроники, радиофизики и прикладных информационных технологий МФТИ.

Еще будучи студентом 3-го курса МФТИ, Ю.В. Гуляев сдал пять первых экзаменов теоретического минимума Л.Д. Ландау, что определило его дальнейшую научную деятельность как физика-теоретика в области физики твердого тела. Первые научные работы Ю.В. Гуляева под руководством профессора В.Л. Бонч-Бруевича были посвящены изучению механизмов электропроводности примесных полупроводников и вопросов рекомбинации носителей заряда в полупроводниках, определяющих работу полупроводниковых приборов на высоких частотах, а также вопросов неустойчивости электрического тока в полупроводниках.

В 1962–1963 гг. Ю.В. Гуляев стажировался в Англии, в Манчестерском университете, у профессора Б. Флауэрса. Изучая электропроводность сильно легированных, фактически неупорядоченных полупроводников с использованием техники континуальных интегралов Фейнмана, Ю.В. Гуляев совместно с С.Ф. Эдвардсом разработал метод скорейшего спуска («перевала») для континуальных интегралов, который сегодня используется в теоретической физике и математике.

Дальнейшие исследования Ю.В. Гуляева связаны с вопросами акустоэлектроники и акустооптики. Им вместе с В.И. Пустовойтом была выдвинута идея использования поверхностных акустических волн (ПАВ) в электронике. В 1968 г. Ю.В. Гуляевым независимо и одновременно с американским физиком Дж. Блюстейном был предсказан и изучен новый фундаментальный тип ПАВ, известный в мировой литературе под названием волн Блюстейна–Гуляева. Ю.В. Гуляев совместно с А.М. Кмитой и А.С. Багдасаряном предложил новый тип преобразователя для возбуждения и приема ПАВ, основанный на «емкостном взвешивании электродов». Совместно с В.П. Плесским детально исследовал распространение ПАВ в периодических структурах на поверхности твердого тела и предложил новый тип ПАВ в этих структурах. Эти и другие работы Юрия Васильевича в области акустоэлектроники привели к возникновению нового на-

правления в технике обработки информации, связи, радиолокации. Сегодня в мире выпуск акустоэлектронных изделий, являющихся важными компонентами телевизоров и радиоприемников, систем радиолокации и связи, а в последние годы сотовых телефонов, составляет миллиарды штук в год. Пионерские работы Ю.В. Гуляева в области акустоэлектроники внесли существенный вклад в создание современных сотовых телефонов.

Ю.В. Гуляев оказал значительное влияние на развитие акустооптики и ее практических применений. Им совместно с его учениками Г.Н. Шкердиным и В.В. Прокловым предсказан и обнаружен ряд новых акустооптических эффектов: дифракция света на электронных волнах, сопровождающих звук в полупроводниках, дифракция света на звуке в активной среде, в частности эффект акустической распределенной обратной связи в лазерах; изучены резонансные и нелинейные акустооптические явления в твердых телах.

Ю.В. Гуляев вместе с академиками В.А. Котельниковым, А.М. Прохоровым, Ж.И. Алферовым, Г.Г. Девятым, профессором В.П. Гапонцевым и рядом других ученых и инженеров был одним из организаторов работ по исследованию и практическому применению волоконно-оптических систем в связи и в других областях науки и техники в нашей стране.

Ю.В. Гуляев совместно со своими учениками А.С. Бугаевым, И.И. Чусовым, А.Г. Козорезовым, Н.И. Ползиковой и В.П. Плесским выполнил цикл работ по теории полупроводников, в частности по теории сильнолегированных компенсированных полупроводников, полупроводников в сильных электрических и магнитных (квантующих) полях и акустоэлектронных явлений в них, по теории токовой неустойчивости и усиления акустических волн в полупроводниках. Лично Ю.В. Гуляевым была развита теория электронного поглощения и усиления акустических волн большой амплитуды в полупроводниках и возникающих при этом нелинейных явлений за счет «электронной» нелинейности.

В 1965 г. Ю.В. Гуляевым было предсказано существование так называемых «вторых спиновых волн» в ферромагнетиках (аналог 2-го звука в жидком гелии, предсказанного Л.Д. Ландау) и построена их гидродинамическая теория. Ю.В. Гуляевым совместно с П.Е. Зильберманом, Э.М. Эпштейном, В.Г. Шавровым и их сотрудниками разработана кинетическая теории взаимодействия спиновых волн с электронами в слоистых структурах феррит-полупроводник и феррит-сверхпроводник, изучены резонансные явления в тонких ферромагнитных пленках и в периодических структурах на поверхности ферромагнетика. Ими был выдвинут и детально развит ряд идей о возможности использования найденных физических эффектов для аналоговой обработки сигналов в диапазоне СВЧ, по существу создано новое направление в физике и технике твердого тела – спинволновая электроника. Ю.В. Гуляевым совместно с его учеником С.А. Никитовым были проведены фундаментальные исследования нелинейных явлений при взаимодействии спиновых волн с электронами в ферромагнетиках. Также Ю.В. Гуляевым был предложен новый класс магнитных материалов – «магنونные кристаллы» (по аналогии с фотонными кристаллами), и совместно с С.А. Никитовым были проведены исследования по применению магنونных кристаллов в задачах обработки СВЧ-сигналов.

Ю.В. Гуляевым и Н.И. Синициным с сотрудниками изучены функциональные возможности вакуумных интегральных схем, основанных на распределенном взаимодействии СВЧ-полей и электронных потоков, предложен ряд микроэлектронных вакуумных СВЧ-приборов с распределенным взаимодействием на основе матриц полевых эмиттеров. Ими была выдвинута и экспериментально реализована идея использования фуллеренных углеродных нанотрубок в качестве полевых эмиттеров для приборов вакуумной микроэлектроники. Сегодня исследования на основе этой идеи интенсивно ведутся во многих лабораториях мира.

Ю.В. Гуляевым предложен и совместно с Э.Э. Годиком, В.А. Черепениным, Ю.В. Масленниковым, В.В. Дементенко, М.И. Щербаковым, А.М. Сударевым, В.И. Пасечником и другими сотрудниками НЦ «ЭЛДИС» успешно развивается новый «радиофизический» подход к изучению функционирования организма человека, основанный на комплексном измерении физических полей и излучений человека в процессе его жизнедеятельности. На основе этих измерений вместе с коллективами ряда ведущих медицинских организаций разработаны и продолжают развиваться новые методы неинвазивной ранней медицинской диагностики. В частности, при его личном участии и под его руководством создан ряд уникальных приборов для целей медицинской диагностики: ИК-термограф, СВЧ-термограф, магнитокардиограф, устройство для определения момента засыпания оператора, деятельность которого связана с проведением работ повышенной опасности (широко применяется в РФ на железнодорожном транспорте), электроимпедансный компьютерный маммограф, который используется во многих клиниках России и за рубежом и др.

Академик Ю.В. Гуляев внес значительный вклад в организацию отечественной науки. По его инициативе созданы отделения ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН в городах Саратове (в 1979 г.) и Ульяновске (в 1990 г.). Он являлся одним из создателей и организаторов Саратовского научного центра РАН и в течение 35 лет (1981 – 2016 гг.) был его бессменным руководителем. Созданный в ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН по его инициативе отдел технологии микроэлектроники в 2002 г. выделился в отдельный Институт сверхвысокочастотной полупроводниковой электроники РАН.

Академик Ю.В. Гуляев совместно с академиком А.Н. Сауровым организовал новый институт Российской академии наук по одному из наиболее актуальных научных направлений – Институт нанотехнологий микроэлектроники РАН, в 2006 – 2009 гг. был его директором-организатором и сейчас активно работает в этом актуальном направлении науки и технологии.

В 1989 – 1991 гг. Ю.В. Гуляев был избран народным депутатом СССР и являлся председателем подкомитета по информатике и связи Комитета по транспорту, информатике и связи Верховного Совета СССР. Под его руководством была разработана Программа развития телекоммуникаций в Советском Союзе, которая в основных чертах сегодня воплощается в России. Четыре принципа этой программы: цифровизация, внедрение волоконной оптической связи, использование спутников для связи и широкое применение мобильных сотовых телефонов – актуальны и сегодня.

Академик Ю.В. Гуляев более 50 лет занимается активной педагогической деятельностью. Он возглавляет кафедру твердотельной электроники, радиофизики и прикладных информационных технологий МФТИ, является руководителем ведущей научной школы Российской Федерации. Им подготовлено более 80 кандидатов наук и более 20 докторов наук. Академиком Ю.В. Гуляевым опубликовано лично и в соавторстве более 700 научных работ, включая 11 монографий, и получено около 100 патентов и авторских свидетельств на изобретения.

Академик Ю.В. Гуляев является главным редактором журналов «Радиотехника и электроника», «Радиотехника», «Биомедицинская радиоэлектроника», «Журнал радиоэлектроники», «Известия вузов. Прикладная нелинейная динамика», членом редколлегий ряда журналов, включая «Успехи физических наук».

Академик Ю.В. Гуляев обладает большим научным авторитетом в России и в мире. В течение 28 лет он бессменно избирается членом Президиума РАН, является председателем Научного совета РАН «Научные основы построения вычислительных, телекоммуникационных и локационных систем», Научного совета РАН по физической электронике, Научного совета РАН по комплексной проблеме «Радиофизические методы исследования морей и океанов».

Академик Ю.В. Гуляев является президентом Международного (стран СНГ) и Российского союзов научных и инженерных общественных организаций, президентом Российского научно-технического общества радиотехники, электроники и связи им. А.С. Попова, президентом Академии инженерных наук им. А.М. Прохорова, президентом Российского национального комитета Международного научного радиосоюза (URSI), иностранным членом Польской академии наук и Молдавской академии наук, Китайской академии инженерных наук, членом Консультативного научного совета Фонда развития Центра разработки и коммерциализации новых технологий в Сколково.

Вклад академика Ю.В. Гуляева в развитие науки и техники отмечен присуждением ему многих премий и наград, в том числе пяти Государственных премий СССР и РФ, и международных премий: Европейского физического общества и Премии Рэлея, а также медали ЮНЕСКО за выдающийся вклад в развитие нанонаук и нанотехнологий.

Награжден орденами «Знак Почёта», Почёта, Трудового Красного Знамени, «За заслуги перед Отечеством» IV и III степеней.

Сегодня академик Юрий Васильевич Гуляев принимает активное участие в работе Президиума РАН, Отделения нанотехнологий и информационных технологий (ОНИТ) РАН, продолжает научные исследования в ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН и в Институте нанотехнологий микроэлектроники РАН.

Российская академия наук

От имени Российского общества по неразрушающему контролю и технической диагностике, коллектива ООО «ИРТИС» и редакции журнала «Территория NDT», а также коллег и друзей сердечно поздравляем Юрия Васильевича с юбилеем, желаем крепкого здоровья, благополучия и новых творческих достижений!

ГЕОРГИЮ АРКАДЬЕВИЧУ БИГУСУ – 70 ЛЕТ!



Известный специалист в области акустико-эмиссионного контроля, профессор кафедры «Технологии сварки и диагностики» МГТУ им. Н.Э. Баумана, д-р техн. наук Георгий Аркадьевич Бигус родился 23 сентября 1950 г. в г. Павлограде Днепропетровской обл., в семье участника Великой отечественной войны, долгие годы работавшего рабочим-сварщиком на рельсосварочном заводе Украины.

После окончания Днепропетровского государственного университета электрофизик Г.А. Бигус работал на инженерных и научных должностях в организациях Днепропетровска, занимался разработками систем неразрушающего контроля и технической диагностики ответственной ракетно-космической техники.

В 1988 г. Георгий Аркадьевич перешел на работу в МВТУ им. Н.Э. Баумана, в научный отдел при кафедре сварки, где его деятельность была связана с технической диагностикой и неразрушающим контролем сварных конструкций. По результатам исследований Г.А. Бигус в 1990 г. в диссертационном совете МГТУ им. Н. Э. Баумана защитил канди-

датскую диссертацию на тему «Исследование акустико-эмиссионных характеристик алюминиевых сплавов и их сварных соединений с целью разработки методических рекомендаций для контроля качества топливных емкостей» по специальности 05.02.11.

Наряду с преподавательской деятельностью Георгий Аркадьевич продолжает научные исследования в избранном направлении, в 2000 г. Г.А. Бигус стал лауреатом Государственной премии РФ в области науки и техники за разработку методологии и внедрение в практику экспертных систем оценки ресурса подведомственных Федеральному горному и промышленному надзору России объектов, входящих в состав ракетно-космических комплексов.

В 2005 г. Г.А. Бигус по результатам исследований также в диссертационном совете МГТУ им. Н.Э. Баумана успешно защитил докторскую диссертацию на тему «Разработка методологии оценки технического состояния заправочного оборудования стартовых комплексов ракет-носителей на основе применения акустических методов контроля», связанную с обеспечением эксплуатационной безопасности ракетно-космической техники.

Доктор технических наук Г.А. Бигус продолжает активную научную и педагогическую деятельность, он ведет курс «Техническая диагностика», подготовил шесть кандидатов технических наук, в течение многих лет был руководителем подразделения «СертиНК» НУЦ «Сварка и Контроль» при МГТУ им. Н.Э. Баумана, является членом трех диссертационных советов. Он соавтор и автор 14 изобретений и патентов, более 150 научных трудов, двух учебных пособий и трех монографий.

Об успехах на педагогическом поприще свидетельствует отзыв одного из его учеников: «Завершение моей работы стало возможным благодаря научному руководителю Георгию Аркадьевичу Бигусу, повлиявшему не только на развитие моих научных взглядов, но и на формирование моего мировоззрения».

От имени Российского общества по неразрушающему контролю и технической диагностике, ЗАО «НИИ интроскопии» МНПО «Спектр», коллективов редакции журнала «Территория NDT», а также коллег и друзей сердечно поздравляем Георгия Аркадьевича с юбилеем, желаем неразрушаемого здоровья, благополучия и новых научных достижений.

ВЛАДИМИРУ ТИМОФЕЕВИЧУ БОБРОВУ – 85 ЛЕТ!



Владимир Тимофеевич Бобров родился в с. Нижний Кучук Благовещенского района Алтайского края 15 декабря 1935 г. В 1953 г. он окончил Благовещенскую среднюю школу, а в 1959 г. – Новосибирский электротехнический институт связи. После службы в армии В.Т. Бобров работал на заводе «Электроточприбор» (Кишинев). С 1961 по 1965 гг. он прошел путь от инженера Специального конструкторского бюро ультразвуковой дефектоскопии (СКБ УЗД) завода до директора созданного на базе СКБ Всесоюзного научно-исследовательского института по разработке неразрушающих методов и средств контроля качества материалов (ВНИИНК).

Научная деятельность В.Т. Боброва связана с исследованием акустических методов и средств автоматизированного и механизированного контроля, а также с разработкой приборов с использованием различных акустических волн, пьезоэлектрических и электромагнитно-акустических (ЭМА) преобразователей. В 1970 г. В.Т. Бобров в ЦНИИТМАШ защитил под руководством И.Н. Ермолова диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук на тему «Исследование вопросов ультразвуковой дефектоскопии электросварных труб волнами Лэмба и разработка средств контроля режима сварки».

Разработанные под руководством и при творческом участии В.Т. Боброва установки автоматизированного УЗ-контроля качества сварных швов в поточных линиях трубоэлектросварочных станов длительное время выпускались заводом «Электроточприбор» ПО «ВОЛНА» (всего выпущено более 140 установок). Установки внедрены на российских заводах – Челябинском трубопрокатном, Выксунском металлургическом, Волжском трубном, украинских – Новомосковском и Харцызском трубных, а также в 1974–1975 гг. на металлургических заводах Румынии (г. Яссы) и Болгарии (г. Септември) установки «АИСТ-2» и ДУК-70 для автоматизированного УЗ-контроля сварных швов труб. Для автоматизированного контроля качества сварных соединений химической и нефтяной аппаратуры разработана типовая установка УД-81УА. Несколько лет разработанные под руководством В.Т. Боброва установки «БУР-1М» и «Атлант-3» эксплуатировались Кольской геологической экспедицией сверхглубокого бурения, что повысило надежность буровых работ и увеличило сроки службы бурильных труб.

По результатам исследований В.Т. Боброва разработан новый электромагнитно-акустический (ЭМА) способ возбуждения и приема сдвиговых нормальных волн, не требующий создания акустического контакта, защищенный авторскими свидетельствами СССР и зарубежными патентами на изобретения США, Великобритании, Франции, Германии и Японии. В 1985 г. ВНИИНК продана лицензия фирме KTV – Systemtechnik, ФРГ, на «Способ и технологию ЭМА-контроля металлических изделий», в которой использованы авторские свидетельства и зарубежные патенты, полученные В.Т. Бобровым в соавторстве.

В.Т. Бобров являлся участником и руководителем разработки ГОСТ 23829–85 «Контроль неразрушающий акустический. Термины и определения», ГОСТ 26786–85 «Контроль неразрушающий. Дефектоскопы акустические. Общие технические требования», ГОСТ 28702–90 (СТ СЭВ 6791–89) «Контроль неразрушающий. Толщиномеры акустические. Общие технические требования».

В 1991 г. в МГТУ им. Н.Э. Баумана В.Т. Бобров защитил диссертацию на соискание ученой степени доктора технических наук на тему «Развитие теории и создание автоматизированных методов и средств акустической дефектоскопии тонкостенных сварных соединений труб и сосудов давления».

Доктор технических наук, профессор Владимир Тимофеевич Бобров внес значительный вклад в развитие научной школы приборостроения ВНИИНК в области автоматизированного УЗ-неразрушающего контроля. Более 20 лет он являлся членом Совета главных конструкторов по трубным агрегатам и специ-

альным прокатным станам Министерства тяжелого машиностроения СССР, главным конструктором по созданию автоматизированных установок УЗ-контроля Министерства приборостроения, средств автоматизации и систем управления. Как научный руководитель ВНИИНК В.Т. Бобров уделял серьезное внимание исследованиям и разработке акустической тензометрии резьбовых соединений жидкостных ракетных двигателей (ЖРД). По заданию и с участием АО «НПО Энергомаш им. академика В.П. Глушко» учеными ВНИИНК и Одесского политехнического института были разработаны оборудование и технология акустического контроля усилия затяжки резьбовых соединений ЖРД. Благодаря этому методу были полностью ликвидированы отказы ЖРД по протечкам и нарушению герметичности. Двигатели АО «НПО Энергомаш им. академика В.П. Глушко» устанавливались на ракетах «Зенит» и на боевых межконтинентальных баллистических ракетах. ЖРД РД-170 использовался для самой мощной в мире ракеты «Энергия», выведившей на орбиту советский космический самолет «Буран».

С 2000 г. Владимир Тимофеевич Бобров работает в ЗАО «НИИИИ МНПО «Спектр», сначала на должности главного научного сотрудника, с 2007 г. – ученого секретаря ЗАО «НИИИИ МНПО «Спектр», а с 2011 г. по совместительству в АО «НПЦ «Молния» в должности заместителя генерального директора по научной работе, активно продолжая научную деятельность. При его участии по заказу Государственного космического научно-производственного центра им. М.В. Хруничева в научно-исследовательском отделе «Акустические контрольные системы» ЗАО «НИИИИ МНПО «Спектр» был разработан и свыше 15 лет используется для контроля обшивки корпуса ракеты «Протон», легкосплавных бурильных труб на Каменск-Уральском металлургическом заводе и трубопроводов УЗ-толщиномер А1270 с использованием ЭМА-преобразователей.

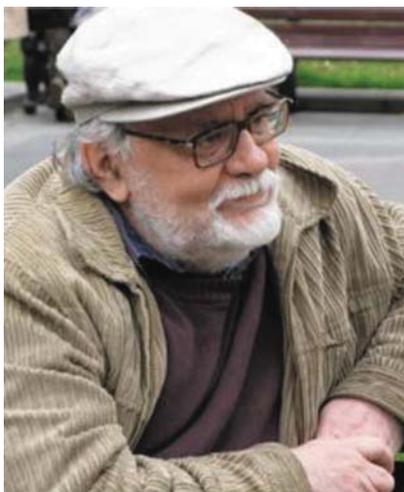
В 2005 г. В.Т. Бобров был избран действительным членом Академии электротехнических наук РФ, с 2015 г. является почетным членом Российского общества по неразрушающему контролю и технической диагностике (РОНКТД). Решением ВАК от 13 мая 2005 г. В.Т. Боброву присвоено ученое звание профессора по специальности «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий». Являясь членом диссертационного совета ЗАО «НИИИИ МНПО «Спектр», В.Т. Бобров участвует в подготовке и аттестации научных кадров, под его руководством защитили диссертации шесть кандидатов и три доктора технических наук. В.Т. Бобров принимал участие в подготовке и проведении ряда всесоюзных, всероссийских и международных научно-технических конференций, работая в оргкомитетах форумов. В настоящее время Владимир Тимофеевич входит в редакционный совет журнала «Контроль. Диагностика» и редакционно-экспертный совет журнала «MEGATECH». В течение ряда лет В.Т. Бобров являлся членом научных советов по проблемам «Ультразвук» и «Неразрушающие физические методы контроля» Координационного совета «Неразрушающий контроль» Академии наук СССР. С 2012 г. по настоящее время он – полномочный представитель ЗАО «НИИИИ МНПО «Спектр» в ТК 132 «Техническая диагностика» Росстандарта.

В.Т. Бобров является соавтором двух монографий и редактором двух монографий, автором более 90 статей, 95 докладов, более 70 авторских свидетельств СССР на изобретения, 16 зарубежных патентов и 8 патентов РФ, список цитирования 185 работ в РИНЦ составил 822, а индекс Хирша – 13. Разработанный под руководством В.Т. Боброва с участием ЗАО «НИИИИ МНПО «Спектр», АНО «Научно-исследовательский центр контроля и диагностики технических систем», ООО «Вотум» и АО «НПО Энергомаш им. акад. В.П. Глушко» Государственный стандарт ГОСТ Р 52889–2007 «Контроль неразрушающий. Акустический метод контроля усилия затяжки резьбовых соединений. Общие требования» является первым нормативным документом, регламентирующим применение метода акустического тензометрирования.

За научные достижения Владимир Тимофеевич Бобров в 1971 г. награжден орденом Трудового Красного Знамени, Указом президента Российской Федерации В.В. Путина № 430 от 9 сентября 2019 г. ему присвоено почетное звание «Заслуженный деятель науки РФ».

Члены Российского общества по неразрушающему контролю и технической диагностики, коллеги из ЗАО «НИИИИ МНПО «Спектр», коллектив редакции журнала «Территория NDT» и многочисленные ученики сердечно поздравляют В.Т. Боброва с юбилеем и желают ему душевных и физических сил в достижении новых целей!

ВЛАДИМИРУ КЛИМЕНТЬЕВИЧУ КАЧАНОВУ – 75 ЛЕТ!



Владимир Климентьевич Качанов родился 20 ноября 1945 г., в 1971 г. окончил Московский энергетический институт (МЭИ). С 1972 по 2019 г. работал на кафедре «Электронные приборы» МЭИ. После оптимизации структуры НИУ МЭИ с 2019 г. – профессор кафедры «Диагностика и информационные технологии». Кандидатскую диссертацию на тему «Применение метода сжатия импульсов в ультразвуковой (УЗ)-дефектоскопии» Владимир Климентьевич защитил в диссертационном совете МЭИ в 1979 г. Докторская диссертация на тему «Разработка помехоустойчивых методов и устройств ультразвукового контроля изделий из полимерных композиционных материалов», защищенная им в 1993 г. в МГТУ им. Н.Э. Баумана, была квалифицирована как новое научное направление, в 1995 г. В.К. Качанову присвоено ученое звание профессора.

Доктор технических наук, профессор В.К. Качанов является членом диссертационного совета МЭИ.001 по специальности 05.11.13 «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий», активно участвует в подготовке научных кадров, под его руководством защищены докторская и шесть кандидатских диссертаций.

На протяжении около 50 лет Владимир Климентьевич Качанов возглавляет научную школу МЭИ «Ультразвуковая помехоустойчивая дефектоскопия крупногабаритных изделий и материалов с большим затуханием ультразвука и сложной неоднородной структурой». Особенность научной школы МЭИ определилась необходимостью решения задач неразрушающего контроля изделий ракетно-космической промышленности, промышленности полимерных композиционных материалов. Становление научной школы сопровождалось созданием нового направления, основанного на использовании радиотехнических методов в ультразвуковой дефектоскопии. В конце 1960-х гг. с участием Владимира Климентьевича были впервые созданы приборы ультразвукового контроля с электронным сканированием луча – прообраз ультразвуковых фазированных антенных решеток, широко применяемых в современных ультразвуковых томографах.

Среди наиболее существенных приоритетных достижений, созданных в научной школе МЭИ и получивших широкое применение, следует отметить: впервые предложенные УЗ-пьезопреобразователи (УЗ-ПЭП) на основе мозаичных конструкций; конструкции высокочувствительных мозаичных фокусирующих ПЭП, которые в настоящее время широко используются как в отечественных, так и в зарубежных УЗ-приборах; принципы создания мозаичных ПЭП различного назначения как гибких многофункциональных устройств, которые в зависимости от конфигурации могут выполнять целый спектр задач УЗ-контроля; высокочувствительные широкополосные мозаичные пьезопреобразователи, представляющие собой набор электрически объединенных разновысоких пьезоэлементов, соответствующий выбор которых позволяет повышать чувствительность и полосу преобразования в несколько раз.

Учеными МЭИ разработан целый ряд новых методов помехоустойчивого УЗ-контроля, в которых используются линейная оптимальная фильтрация, синхронное детектирование, корреляционная обработка принимаемых сигналов, что позволило существенно увеличить отношение сигнал/шум, динамический диапазон принимаемых сигналов и повысило абсолютную чувствительность УЗ-контроля. Для контроля изделий с ярко выраженной неоднородной структурой и большим уровнем структурных помех была разработана теория выделения сигналов из структурного шума, основанная на положениях статистической радиотехники. Были разработаны методы пространственно-временной обработки сигналов, позволяющие выделять полезные сигналы из коррелированных с этими сигналами структурных помех. Эти методы позволили уверенно контролировать как полимерные композиционные материалы, так и сложноструктурные бетоны и металлы, в том числе чугун, колокольную бронзу старинного литья. Была создана аппаратура для помехоустойчивого контроля изделий из колокольной бронзы и проконтролированы такие уникальные памятники отечественной культуры, как Царь-колокол, действующие колокола в звоннице колокольни Ивана Великого Московского Кремля, колокола строившегося храма Христа Спасителя, колокол «Большой» исторического комплекта колоколов Данилова монастыря г. Москвы.

В середине 1990-х гг. начаты: разработка и создание помехоустойчивых методов, способов обработки специальных сигналов непосредственно для задач УЗ-контроля изделий с большим затуханием ультразвука и сложной неоднородной структурой, создание новых помехоустойчивых широкополосных сложно-модулированных сигналов (сплит-сигналов) специально для задач УЗ-контроля сложно-структурных из-

делий, разработка новых методов обработки сложно-модулированных сигналов, работы по УЗ-томографии бетонов, по созданию новых методов контроля крупногабаритных изделий из бетонов (толщиной до 2 м и более) на основе использования собственных частот изделий и др.

В.К. Качанов является автором (соавтором) семи монографий, более 300 печатных работ, в том числе более 60 статей, опубликованных в журналах, индексируемых в базах Scopus и Web of Science. Результаты исследований ученых МЭИ отличаются новизной и оригинальностью. На технические решения, созданные в процессе исследований доктором технических наук, профессором В.К. Качановым лично и в соавторстве получено более 60 авторских свидетельств и патентов на изобретения.

В 1990 – 2000-е гг. В.К. Качановым выполнены исследования по структуроскопии сложно-структурных материалов по анализу статистических характеристик структурного шума, в 2010-е гг. под руководством проф. В.К. Качанова были проведены первые в России работы по акустическому контролю компактных строительных конструкций из бетона с использованием методов собственных частот (импакт-эхометод, резонансный метод).

Большинство выполненных под руководством В.К. Качанова исследований проводятся в рамках гособоронзаказа, созданные в МЭИ многочисленные приборы и методы ультразвукового контроля позволяют контролировать не только изделия ракетно-космической техники, но и изделия гражданского назначения, контроль которых традиционными методами невозможен.

Высокий уровень научного авторитета доктора технических наук, профессора В.К. Качанова подтверждается его участием в экспертных организациях, он является экспертом Федерального реестра экспертов научно-технической сферы Минобрнауки РФ, экспертом рейтингового агентства Thomson Reuters, экспертом международного научного издательства MDPI.

Многогранный талант юбиляра проявился в его увлечении живописью, Владимир Климентьевич Качанов – известный художник, член Союза художников РФ, автор нескольких художественных альбомов, участник большого числа персональных выставок в России и за рубежом. Его работы находятся как в российских, так и в зарубежных музеях и многочисленных коллекциях в Англии, Франции, Германии и других странах.

От имени Российского общества по неразрушающему контролю и технической диагностике, коллектива редакции журнала «Территория NDT», а также коллег и друзей сердечно поздравляем Владимира Климентьевича с юбилеем, желаем неразрушаемого здоровья, благополучия и новых творческих достижений.

Картины В.К. Качанова



Церковь Св. Владимира и Ивановский монастырь



Улочки Московские. Пушкинская площадь. 1990 год



Звенигород, 1982

ООО «НЬЮКОМ-НДТ» – 10 ЛЕТ РАБОТЫ В ОБЛАСТИ КОМПЬЮТЕРНОЙ И ЦИФРОВОЙ РАДИОГРАФИИ

ООО «Ньюком-НДТ» в этом году отмечает 10-летний юбилей. Изначально компания создавалась как представительство немецкого производителя оборудования для компьютерной радиографии Duerg NDT.

К 2010 г. компания Duerg NDT выпускала системы компьютерной радиографии (КР) с лучшими в мире характеристиками, наименьшим весом и конкурентной ценой. Уровень продаж этих систем в России не устраивал руководство компании Duerg NDT. В поиске путей «исправления ситуации» все руководство компании приехало в 2010 г. на выставку ECNDT-2010 (European Conference of Non-Destructive Testing – Европейская конференция по неразрушающему контролю), которая проходила в Москве, и провело ряд переговоров с представителями лидирующих в области продаж оборудования для рентгеновского контроля российских фирм. В итоге было принято решение о поиске партнера, который может целиком сфокусироваться на развитии направления компьютерной радиографии (КР). Так в 2010 г. образовалась новая компания, которая получила название «Ньюком-НДТ».

Основным оборудованием Duerg NDT на тот момент являлись сканеры для компьютерной радиографии CR35 NDT и HD-CR35 NDT. Оба прибора удовлетворяли требованиям ГОСТ 7512–82 по первому классу чувствительности во всем диапазоне толщин. Сканер CR35 NDT имел разрешающую способность 80 мкм, сканер HD-CR35 NDT – 40 мкм. Причины низкого уровня продаж данных сканеров, несмотря на отличные характеристики, заключались в не очень удобном программном обеспечении и отсутствии должного сервисного и гарантийного обслуживания. Поэтому основные усилия команды новой компании были направлены на создание собственного удобного ПО и сервисной службы.

Релиз первой версии ПО для компьютерной радиографии X-Vizor был выпущен программистами ООО «Ньюком-НДТ» примерно через год после начала работы фирмы. В то время основными пользователями систем КР были дочерние организации и подрядчики ПАО «Газпром». Соответственно, изначально акцент был сделан на удобство работы для специалистов газовой отрасли: были привлечены дефектоскописты из ПАО «Газпром» для консультаций при создании ПО.

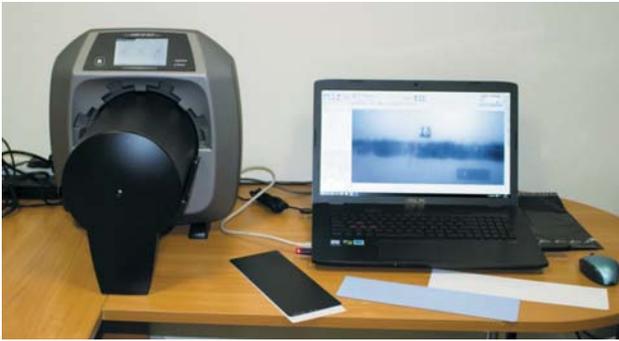
Для того чтобы иметь возможность квалифицированно осуществлять сервис и ремонт оборудования, специалисты «Ньюком-НДТ» прошли двухнедельное обучение в Германии на территории завода-изготовителя, был создан склад запчастей в Санкт-Петербурге. До сих пор сотрудники «Ньюком-НДТ» периодически посещают завод-изготовитель Duerg NDT в Германии для повышения квалификации, обучения работе с новым оборудованием.

К 2012 г. в России возник ощутимый спрос на промышленные системы оцифровки радиографических пленок. В связи с этим «Ньюком-НДТ» расширил сферу своей деятельности. Был заключен договор с немецкой компанией «Ларивьер», представителем в Европе американской фирмы Vidar System Corporation, на поставку на российский рынок оцифровщиков Vidar NDT Pro. Само собой, при работе комплекса оцифровки рентгеновских снимков использовалось ПО собственной разработки X-Vizor, которое к тому времени уже зарекомендовало себя как удобный инструмент для работы с цифровыми радиографическими снимками. В программное обеспечение были добавлены инструменты для анализа оцифрованных снимков согласно требованиям стандарта ISO 14096, ПО было модернизировано для работы с файлами очень больших размеров (например, оцифрованная 5-метровая рулонная пленка может занимать до 500 МБ памяти). Так же как и в случае работы с оборудованием Duerg, специалисты «Ньюком-НДТ» несколько раз стажировались в Бремене, в штаб-квартире компании «Ларивьер», чтобы получить навыки сервисного обслуживания оцифровщиков Vidar NDT Pro и подтвердить сертификацию сервисного центра.

В последующие годы в ПО X-Vizor была добавлена поддержка оцифровщиков Array 2905, Mikrotek MII-900 Plus, сканеров, работающих с помощью TWAIN-драйвера.

В конце 2012 г. Duerg NDT презентовал новую систему компьютерной радиографии (HD-)CR 35 NDT Plus. В ней реализована инновационная технология TreFoc, которая позволила уменьшить размер лазерного пятна и улучшить разрешающую способность системы до 30 мкм. До сих пор это абсолютный рекорд среди систем компьютерной радиографии.

Предлагаемая ООО «Ньюком-НДТ» система компьютерной радиографии «КАРАТ КР» была создана на базе нового поколения сканеров Duerg NDT и ПО X-Vizor. Система «КАРАТ КР» внесена в Государственный реестр средств измерений РФ, успешно прошла испытания в «Газпром ВНИИГАЗ», ЦНИИ КМ «ПРОМЕТЕЙ» и НИКИМТ-Атомстрой. Также был получен сертификат «ИНТЕРГАЗСЕРТ».



В 2013 г. «Ньюком-НДТ» сделала комплексную рентген-телевизионную систему для ООО «Газпром трансгаз Санкт-Петербург». С ее помощью оценивали качество сварки на конкурсе лучших сварщиков ПАО «Газпром» 2013 г. Это был первый случай применения цифровой радиографии в подобном соревновании. Время получения результата сократилось в разы при высочайшем качестве снимков.

В качестве плоскопанельного детектора (ППД) для данной системы был выбран Perkin Elmer серии XRD. Это был первый ППД внедренный в ПО X-Vizor.

Существенный прогресс в характеристиках ППД и технологии их изготовления приводит к появлению многих новых моделей оборудования с улучшенными характеристиками. Это оборудование внедряется в ПО X-Vizor. Функционал программы был расширен, добавлены инструменты, позволяющие оценивать качество цифровых радиографических снимков по ГОСТ ИСО 17636-2.

В 2018 г. Duerg NDT представил свой ППД DRC 2430 с двумя модификациями Fine и Plus. Первая модификация предназначена для работы с излучением до энергий 200 кэВ и позволяет добиться разрешающей способности в 80 мкм. Модификация Plus позволяет получить разрешение 130 мкм и работает в широком диапазоне энергий, в том числе с изотопом Ir-192 (400 кэВ).

Кроме ППД Duerg DRC 2430, в X-Vizor за последние годы были добавлены детекторы Viewworks, Dalsa, «Марк» от российской компании «Продис.НДТ» и др.

В этом году специалистами «Ньюком-НДТ» была создана мобильная версия ПО X-Vizor, позво-

ляющая работать с детекторами, используя планшетный компьютер. Это весьма удобно при работе с беспроводными ППД, такими как DRC 2430, VIVIX 1723T.



Помимо мобильных ППД «Ньюком-НДТ» предлагает TFT-детекторы большего размера (например, 35×43 и 43×43 см). Все системы на базе ППД и ПО X-Vizor получили название «КАРАТ РТС» и в 2020 г. были внесены в Государственный реестр средств измерений РФ.

Несмотря на то что приоритетом компании является цифровая радиография, в линейке продукции «Ньюком-НДТ» присутствуют и автоматические проявочные машины. Есть и уникальные по своим характеристикам. Например, сконструированная и производимая компанией Duerg NDT миниатюрная проявочная машина XR 24 NDT, которую дефектоскописты в России между собой называют «малютка». Благодаря минимальным размерам и высочайшей надежности данные проявочные машины остаются весьма популярными на протяжении уже 20 лет.

Помимо проявочных машин Duerg NDT ООО «Ньюком-НДТ» предлагает машины «КАРАТ НЕВА 35» и «КАРАТ НЕВА 45». Они выпускаются по лицензии немецких партнеров.

Так же как и во всех остальных случаях, специалисты «Ньюком-НДТ» прошли обучение у производителей проявочных машин, оказывают услуги по их сервисному обслуживанию и ремонту.

За первое десятилетие деятельности ООО «Ньюком-НДТ» сотрудниками компании проделана большая работа, решены непростые задачи по достижению уровня выпускаемой продукции, соответствующего требованиям всегда меняющегося и развивающегося рынка. Желаем компании ООО «Ньюком-НДТ» процветания и успеха, а также не останавливаться на достигнутом, продолжать плодотворно и эффективно работать, преодолевать новые рубежи и быть максимально полезной потребителям своей продукции, заказчикам и партнерам.



РОНКТД является общероссийской общественной некоммерческой организацией, имеющей свои региональные отделения (РО) в более чем половине субъектов Российской Федерации, объединяющей более 500 членов – физических лиц и компаний. Оказывает членам и партнерам информационную, организационную, экспертную и правовую поддержку.

АРХАНГЕЛЬСКОЕ ОБЛАСТНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РОНКТД

Архангельское областное региональное отделение Российского общества по неразрушающему контролю и технической диагностике создано на базе Научно-исследовательского, технологического и испытательного центра АО «ПО «Севмаш».



Вадим Владимирович Киреенко – руководитель отделения, начальник Центральной диагностической лаборатории НИТИЦ

АО «ПО «Севмаш» (входит в состав АО «Объединенная судостроительная корпорация») – один из крупнейших судостроительных комплексов России. В настоящее время во исполнение Государственной программы вооружения АО «ПО «Севмаш» продолжает строительство атомных стратегических и многоцелевых подводных лодок четвертого поколения.

Научно-исследовательский, технологический и испытательный центр Севмаша – самый крупный в сфере неразрушающего контроля в Архангельской области. Именно этот критерий стал решающим при принятии решения о создании регионального отделения общественной организации. Ячейка создана по предложению президента РОНКТД и согласованию с руководством Севмаша. Ее открытие позволит специалистам Севмаша отслеживать основные тенденции развития методов неразрушающего контроля. Накопленный Российским обществом по неразрушающему контролю и технической диагностике опыт по разработке и применению сложных и наукоемких средств и технологий контроля позволит коллективу НИТИЦ оперативно решать поставленные задачи.

Отметим, специалисты центра пользуются авторитетом и известны как многократные победители всероссийских конкурсов по различным методам неразрушающего контроля.

С 2003 г. В.В. Киреенко является руководителем экзаменационного центра «Севмаш» по аттестации специалистов неразрушающего контроля (при органе по сертификации персонала «НУЦ «Качество», г. Москва), созданного на базе НИТИЦ. В.В. Киреенко – ученый секретарь Научно-технического совета (НТС) АО «ПО «Севмаш», член секции НТС АО «ОСК», ответственный за функционирование системы менеджмента качества НИТИЦ, имеет 3-й (высший) российский и международный уровень по акустико-эмиссионному и визуально-измерительным методам неразрушающего контроля.



Атомные подводные лодки проектов «Борей» и «Ясень»

В настоящее время В.В. Киреенко ведет большую работу по разработке и внедрению технологичной акустико-эмиссионного контроля качества сварных швов в процессе сварки конструкций, создаваемых в АО «ПО «Севмаш». По данной теме в соавторстве опубликована серия статей в ведущих научно-технических журналах, входящих в перечень изданий, утвержденных ВАК РФ. В.В. Киреенко является одним из соавторов книги

«Акустико-эмиссионный контроль дефектов сварки» под редакцией д-ра техн. наук А.Н. Серьезнова, д-ра техн. наук Л.Н. Степановой (Новосибирск, 2018.)

По предложению президента РОНКТД в 2018 г. В.В. Киреенко был выдвинут от АО «ПО «Севмаш» в качестве ассоциированного члена в правление РОНКТД. В.В. Киреенко награжден ведомственными и муниципальными наградами.

ТОМСКОЕ ОБЛАСТНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РОНКТД



**Инженерная школа
неразрушающего контроля
и безопасности**

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Историческая справка

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности Томского политехнического университета (ТПУ) – единственная в азиатской части России инженерная школа, объединившая научную и образовательную деятельность в этой области. Школа получила мировую известность благодаря исследованиям в области теплового контроля и разработке малогабаритных ускорителей – бетатронов.

Школа ведет свою историю с 1961 г., когда на базе кафедры «Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений» и бетатронной лаборатории был создан Научно-исследовательский институт электронной интроскопии при ТПУ (НИИ ИН). Далее в 2010 г. НИИ ИН был преобразован в Институт неразрушающего контроля, а в 2017 г. получил свое нынешнее название – Инженерная шко-

ла неразрушающего контроля и безопасности (ИШНКБ).

Германия, США, Китай, Великобритания и еще с десятка стран, а также городов России – здесь сегодня можно найти разработки ученых Томского политехнического университета в области неразрушающего контроля. Они помогают обеспечивать безопасность в аэропорту Сочи, на границе Малайзии и Сингапура, ищут дефекты в важнейших деталях газопроводов, самолетных двигателей, а в будущем будут использоваться для контроля качества на Международном экспериментальном термоядерном реакторе ИТЭР – самом амбициозном проекте человечества в области энергетики.

Лучшие коллективы Томского политехнического университета, занимающиеся проблемами неразрушающего контроля, сконцентрированы в ИШНКБ. Они активно разрабатывают и совершенствуют методы и средства радиационного, ультразвукового, теплового, электромагнитного неразрушающего контроля.

В 2010 г. ИШНКБ стала платформой для создания Томского регионального отделения Российского общества по неразрушающему контролю и технической диагностике. В состав томской ячейки



РОНКТД входят специалисты по неразрушающему контролю: Д.А. Седнев, В.П. Вавилов, С.В. Чахлов, А.О. Чулков, Д.С. Белкин и др.

Разработки ученых ИШНКБ ежегодно представляются на выставке «Территория NDT». С 2011 г. РОНКТД является партнером Международной конференции по инновациям в неразрушающем контроле SibTest, которая проводится на базе ИШНКБ.

Область деятельности

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности имеет более 50 лет опыта работы в области радиационного, акустико-эмиссионного, ультразвукового, теплового, электрического, электромагнитного и других видов НК, основанных на разработках различных излучательных систем и приемников излучения в сочетании с современными программами обработки изображений.

Школа достигла приоритетных результатов в области создания и производства различных типов малогабаритных циклических индукционных ускорителей электронов — бетатронов как источников излучения для НК, медицины и досмотровых систем. Также ИШНКБ получила мировую известность благодаря исследованиям в области создания бетатронов и тепловых методов НК.

В России партнеры и заказчики ТПУ в области неразрушающего контроля и безопасности — это ведущие предприятия в своих отраслях. Среди них госкорпорации «Росатом», «Роскосмос», компании «Газпром», «Транснефть», предприятия «Объединенной двигателестроительной корпорации», «Информационные спутниковые системы» им. академика М.Ф. Решетнёва, НПО им. С.А. Лавочкина, Сибирский научно-исследовательский институт авиации им.

С.А. Чаплыгина, Центральный аэрогидродинамический институт им. Н.Е. Жуковского, Российский федеральный ядерный центр — Всероссийский научно-исследовательский институт технической физики им. академика Е.И. Забабахина и многие другие.

Разработки

Ведущие ученые ИШНКБ активно разрабатывают и совершенствуют методы и средства радиационного, ультразвукового, теплового, электромагнитного неразрушающего контроля.

В частности, рентгенографический комплекс на основе бетатронов установлен на площадке Томского электромеханического завода (ТЭМЗ). Здесь собран экспериментальный участок с передовыми установками для контроля дефектов в сложных деталях газовых трубопроводов. В таких изделиях пропущенный дефект может привести к протечке, в худшем случае — к разрушению изделия и выходу из строя газопровода.

Разработана роботизированная система ультразвуковой томографии крупногабаритных изделий для АО «НИИЭФА» (Санкт-Петербург). Система предназначена для контроля целостности внутренней структуры изделий сложной формы массой от 60 кг до 10 т, максимальными габаритами от 300 до 2500 мм на различных производственных стадиях. В составе системы: лазерный профилометр, ультразвуковой томограф, роботизированные манипуляторы, поворотный стол и комплекс программного обеспечения.

Создан самоходный дефектоскопический комплекс (СДК) для радиоскопического контроля сварных швов трубопроводов. В составе комплекса: панорамный рентгеновский аппарат, кроулер для перемещения рентгеновско-



Бетатроны



Полевые испытания СДК



Роботизированный радиографический комплекс

го аппарата и устройство орбитального перемещения. СДК успешно прошел аттестацию в ПАО «Газпром» и сертификацию в СДС ИНТЕРГАЗСЕРТ.

Промышленная система оптической топографии, разработанная учеными ИШНКБ, предназначена для топографии и проверки шероховатости поверхности пространственно-сложных фасонных изделий.

В ИШНКБ была установлена и запущена в эксплуатацию

единственная за Уралом локальная «чистая комната» VI класса для производства микроэлектроники.

Достижения

В 2019 г. ИШНКБ вошла в Топ-10 организаций по неразрушающему контролю в России.

Руководитель отделения контроля и диагностики А.П. Суржиков был награжден Президентом России Владимиром Путиным. Орден Почета профессор ТПУ получил за заслуги в научно-педагогической деятельности, подготовке высококвалифицированных специалистов и многолетнюю добросовестную службу.

Президент РФ Владимир Путин наградил директора испытательного центра Томского политехнического университета Владимира Зыкова и заведующего лабораторией «Малогабаритные бетатроны» ТПУ Валерия Касьянова государственными наградами – медалью ордена «За заслуги перед Отечеством» II степени за достигнутые трудовые успехи и многолетнюю добросовестную работу.

Тепловой дефектоскоп для авиакосмической промышленности, разработанный В.П. Вавиловым, вошел в список «100 лучших изобретений» по итогам 2019 г. и первого полугодия 2020-го. Разработка не имеет аналогов в России.

В 2020 г. два члена Томского регионального отделения стали обладателями премии РОНКТД: В.П. Вавилов удостоен премии за выдающийся вклад в научно-исследовательскую деятельность в области НК и ТД, В.В. Смолянский стал обладателем премии как молодой специалист.

В 2019 г. за научную работу Д.А. Седнев был удостоен медали РАН как молодой ученый. Медаль получена за цикл работ «Комплексная технология обеспечения безопасности контейнеров с ядерными материалами, отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами».

Студенты и аспиранты ИШНКБ неоднократно становились победителями и призерами различных грантов, олимпиад и конкурсов, среди них: стипендия Президента и Правительства, стипендия Газпромбанка, стипендия им. В. Потанина, конкурс стипендий ООО «Фарм-контракт», грант Президента (молодые ученые), стипендия «Плюс» для обучения за рубежом, премия законодательной Думы Томской области, Премия Томской области в сфере образования, науки, здравоохранения и культуры (молодые ученые), стипендия губернатора Томской области.

За 2015 – 2020 гг. учеными ИШНКБ было опубликовано свыше 500 статей, рецензируемых в базах данных Scopus и Web of Science (article, review, book).

Знаковые проекты

Исследования сотрудников, преподавателей и студентов ИШНКБ регулярно поддерживаются грантами ведущих российских компаний, а также грантовыми выплатами от промышленных партнеров:

- ФЦП «Разработка технологии интеллектуального производства ответственных пространственно-сложных фасонных деталей» (руководитель Д.А. Седнев);
- ФЦП «Интеллектуальный инерциальный модуль на основе микроэлектромеханических датчиков с функциями гироскопа, акселерометра и магнитометра для систем ориентации и навигации транспортных средств с автоматизированным управлением» (руководитель Т.Г. Нестеренко);
- ГЗ «Наука» «Разработка научных основ и технологических процессов радиационно-термического твердофазного синтеза и спекания ферритовых материалов» (руководитель А.П. Суржиков);
- РФФ «Разработка метода и аппаратуры динамической тепловой томографии композиционных материалов» (руководитель В.П. Вавилов);
- РФФ «Новый микрофокусный источник тормозного гамма-излучения на основе компактного бетатрона с внутренней микромишенью для томографии высокого разрешения» (руководитель И.Б. Степанов);
- РФФ «Скоростные усилители яркости на переходах в парах металлов» (руководитель Г.С. Евтушенко);
- РФФ «Научно-технические основы и макет автоматического прибора оперативного контроля дефектности изделий из армированного бетона в условиях механического и климатического воздействия» (руководитель Т.В. Фурса);
- РФФ «Создание физических основ технологии получения композиционной нанокерамики на основе диоксида циркония с прогнозируемыми прочностными и функциональными свойствами, включая градиентную керамику, с применением методов радиационных воздействий» (руководитель С.А. Гынгазов).

Ведущие специалисты

Владимир Платонович Вавилов – д-р техн. наук, профессор, заведующий научно-производственной лабораторией «Тепловой контроль». Основное научное направление – разработка теории, методик и аппаратуры теплового неразрушающего контроля качества материалов и изделий.

В.П. Вавиловым разработаны основы теории теплового неразрушающего контроля, включающие принципы решения прямых и обратных задач теплопроводности для твердых тел с внутренними дефекта-

ми, методы оптимизации схемных решений для аппаратуры контроля, а также компьютерные программы и различные типы тепловых дефектоскопов.

Впервые в РФ в области лазерной виброметрии разработан метод анализа локального резонанса в дефектах, на основе которого предложен подход к определению размеров дефектов.

Анатолий Петрович Суржиков – д-р физ.-мат. наук, профессор, руководитель отделения контроля и диагностики, главный научный сотрудник проблемной научно-исследовательской лаборатории электроники, диэлектриков и полупроводников.

А.П. Суржиков занимается изучением эффектов и явлений в неорганических материалах электронной техники при совместном воздействии высоких температур и мощных радиационных потоков и разработкой на их основе научных принципов перспективных технологических процессов.

Анатолий Петрович Суржиков стал исполнителем госзадания «Наука» по теме «Разработка научных основ и технологических процессов радиационно-термического твердофазного синтеза и спекания ферритовых материалов».

Сергей Владимирович Чахлов – канд. физ.-мат. наук, заведующий Российско-китайской научной лабораторией радиационного контроля и досмотра, член РОНКТД.

Сфера научных интересов С.В. Чахлова – разработка программного обеспечения для обработки и анализа изображений и управления оборудованием для их захвата в рентгеновском и ультразвуковом неразрушающем контроле, а также вычислительная томография, включая бетатронную томографию.

К основным направлениям деятельности лаборатории относятся: радиационная интроскопия, радиационный альбедный контроль, автоматизация результатов радиационного контроля.

Коллективом лаборатории был разработан роботизированный радиографический комплекс, предназначенный для проведения в автоматическом режиме радиационного НК сварных швов роторов газотурбинных двигателей, цилиндрических оболочек и малогабаритного литья.

Дмитрий Андреевич Седнев – канд. техн. наук, заведующий Международной научно-образовательной лабораторией неразрушающего контроля, доцент отделения ядерно-топливного цикла, директор ИШНКБ, председатель комитета по работе с молодежью, член комитета по стратегии и перспективным направлениям деятельности РОНКТД.

К основным научным направлениям деятельности Дмитрия Андреевича Седнева относятся: неразрушающий контроль, ультразвуковая томография, материаловедение, учет и контроль ядерных материалов.

Под руководством Д.А. Седнева разработана технология роботизированного создания пьезокерамических акустических преобразователей.

Арсений Олегович Чулков – канд. техн. наук, старший научный сотрудник Центра промышленной томографии, член РОНКТД. А.О. Чулков занимается исследованиями в области активного теплового неразрушающего контроля ударных повреждений, расслоений и трещин в композиционных материалах типа углепластика, углерод-углерода, стеклопластика, органопластика и др.

Перспективным направлением исследований А.О. Чулкова является бесконтактное определение теплофизических свойств материалов, разработка портативных тепловизионных дефектоскопов-томографов и методик теплового контроля материалов. Арсений Олегович Чулков является соавтором шести патентов на изобретения и двух патентов на полезные модели.

Денис Сергеевич Белкин – директор регионального центра аттестации, контроля и диагностики (РЦАКД), член РОНКТД. Центр входит в список рекомендованных в системах ПАО «Газпром» и ПАО «Транснефть», сотрудничает с крупнейшими предприятиями Сибири и Дальнего Востока.

Ежегодно в центре аттестуется порядка 50 лабораторий и более 1000 специалистов НК. В 2017 г. впервые на базе центра проведена аттестация специалистов на третий уровень по шести основным методам НК. В 2019 г. испытательным центром ИШНКБ выполнен комплекс работ по проведению радиационных испытаний компонентов космической техники.

Томское областное региональное отделение РОНКТД на базе ИШНКБ обеспечивает взаимодействие ведущих специалистов, работающих в области НК, активных сотрудников, преподавателей, студентов и аспирантов профильных направлений подготовки. Это позволяет осуществлять коммуникацию и обмен опытом передовых достижений в области НК и ТД, выявлять талантливых молодых специалистов, организовывать практику студентов в подразделениях промышленных партнеров РОНКТД и дальнейшее трудоустройство выпускников. Томское региональное отделение РОНКТД стало площадкой для эффективного сотрудничества специалистов НК в Сибирском регионе.



только реальность

Бюджетный ультразвуковой толщиномер УТ907 с А-сканом и В-сканом



www.fpribor.ru
тел/факс: (343) 355-00-53
sale@fpribor.ru

ООО «Физприбор»
620075, г. Екатеринбург,
ул. Восточная, 54

ЗАДАЧИ СТАВИТ ВРЕМЯ. РЕЛЬСОВАЯ ДЕФЕКТОСКОПИЯ – ИНТЕРЕСНОЕ И ПЕРСПЕКТИВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ



МАРКОВ Анатолий Аркадиевич

Д-р техн. наук, заместитель генерального конструктора по развитию методов и средств неразрушающего контроля ОАО «Радиоавионика», Санкт-Петербург

Анатолий Аркадиевич, расскажите о себе. Вы специалист в области неразрушающего контроля рельсов, мостов и других ответственных объектов железнодорожного транспорта. Как вы стали заниматься именно этим направлением? Как развивалась ваша карьера?

Перед поступлением в институт успел поработать в 3-м тоннельном отряде Ленметростроя сначала откатчиком, а потом проходчиком. За три года вырос до потолка рабочей профессии – бригадира. Затем учился в ЛИИЖТе на кафедре радиотехники. На 5 курсе нам сообщили, что приезжают из НИИ отбирать лучших студентов. Мой товарищ, зная, что я иду на собеседование, посоветовал мне посмотреть в институтском киоске книгу о рельсовой дефектоскопии. Я ее (за 70 копеек! — это было дороговато для меня) купил и успел даже пролистать. Первый раз видел научных

сотрудников. Они (начальник лаборатории НИИ мостов Г.А. Круг и Ю.П. Болдарев) даже одеты были как-то иначе, чем наши преподаватели: в твидовых пиджаках, ботиночки модные... Они очень удивились, что я уже что-то знаю про вагоны-дефектоскопы, и решили, что буду заниматься вопросами помехозащиты при скоростном ультразвуковом контроле. До этого у меня уже была выбрана тема дипломного проекта по организации телефонной связи для пассажиров движущегося поезда. Тогда, в 1974 г., это было новой, и, как сейчас понимаю, более перспективной задачей, чем дефектоскопия рельсов. Но наша судьба делает иногда такие «зигзаги».

В НИИ мостов на станции Предпортовая проработал почти 20 лет с перерывом на 2,5 года на зарубежную командировку во Вьетнам. Работа нравилась, она была связана с экспериментальными исследованиями и многими командировками. объездил полстраны, в том числе и на вагонах-дефектоскопах. Нравилась и регулярные научно-технические семинары (НТС), где мы, молодые специалисты, узнавали много нового, хотя и не связанного с нашими направлениями.

В 1982 г. набирали специалистов для поездки во Вьетнам на строительство моста ТХАНГ-ЛОНГ, я тоже вызвался, понимая, что меня не отправят, так как уже руководил самой крупной темой в институте по разработке бесконтактного вагона-дефектоскопа, а вопросами контроля сварки не занимался. Однако некоторые кандидатуры быстро отпали, других не утвердили в Москве, и вместо двух специалистов по НК поехал один я, предварительно пройдя небольшую практику по рентгеновскому контролю сварных швов на Ижорском заводе. Хорошо, что из нашего института, из отдела сварки, был направлен и кандидат технических наук по сварке А.Я. Алешин.

О карьере никогда не думал. Когда предлагали руководящие должности, старался отказываться, хотя, может быть, и зря. Потом уже понял, что у руководителя всегда больше ресурсов для реализации новых идей, но и меньше времени для творчества.

А так этапы моего карьерного роста обычные: инженер, старший научный сотрудник НИИ мостов, начальник отдела в ОАО «Радиоавионика»,

директор НТК средств НК, зам. генерального конструктора по развитию средств НК.

Расскажите о своей работе. В чем ее особенность?

Мы занимаемся разработкой и производством дефектоскопов для контроля рельсов – от портативных дефектоскопов до диагностических комплексов. Специфика этих приборов: необходимость работы в весьма сложных условиях (от -50 до $+50$ °С); для обнаружения дефектов любых ориентаций – многоканальность; для мобильных средств – большие скорости сканирования. Благодаря и нашему вкладу с 2000 г. все дефектоскопы сплошного сканирования обеспечивают регистрацию сигналов с каждого миллиметра рельсового пути по всем дефектоскопическим каналам. А это немалый объем накапливаемой информации и его последующая обработка.

Впервые нам удалось осуществить давнюю мечту дефектоскопистов: объединить магнитные и ультразвуковые вагоны-дефектоскопы в едином комплексе. Для реализации магнитного метода была создана уникальная система намагничивания с размещением электромагнитов на осях колесных пар специальной (индукторной) тележки. При этом колеса тележки выступают в качестве полюсов электромагнита. Это позволило устранить технологический зазор между полюсами и контролируемым объектом и резко (до 5 раз!) повысить эффективность магнитного метода, обнаруживая поперечные трещины на глубине до 20 мм от поверхности катания. А объединение сигналов многоканального ультразвукового и магнитного методов создает синергетический эффект.

Кого вы считаете своим учителем и почему?

Конечно, своим учителем считаю Анатолия Константиновича Гурвича.

Вы были хорошо знакомы с Анатолием Константиновичем Гурвичем. Расскажите о нем.

Меня всегда удивляла его трудоспособность, очень корректный, мягкий, но требовательный подход к людям и чувство нового. Например, я многим рассказывал о своей идее – возможности использования эффекта Доплера в ультразвуковой дефектоскопии, все отмахивались, говорили, что если бы это было возможно, то уже давно было бы реализовано. Рассказал я об этом и А.К. Гурвичу, было 8 часов вечера, однако он тут же позвонил в НИИ ТВЧ (Ленинград) и НПО «Спектр», и я уже на следующий день был в НИИ, а потом в Москве и обсудил с видными специалистами эти вопросы.

Во время работы во Вьетнаме больше всего писем мне поступало от А.К. Гурвича. Он всегда подбадривал, интересовался текущей работой, велел



С А.К. Гурвичем

не забывать основное направление. При этом я знаю, что у него в этот период было очень сложно со временем – подготовка к защите докторской диссертации.

И то, что я стал доктором технических наук, – тоже заслуга Анатолия Константиновича. После одного из выступлений на семинаре он убедил меня, что наступил именно тот период, когда уже есть все для защиты докторской диссертации. Он написал письмо генеральному директору ОАО «Радиоавионика» Т.Н. Бершадской и просил дать мне хотя бы три месяца для работы над диссертацией.

Большое количество дефектоскопов разработано при вашем участии. Приборы эксплуатируются на железных дорогах ОАО «РЖД» и зарубежных стран, обеспечивая своевременное выявление дефектов в рельсах и способствуя безопасности движения поездов. Какой прибор самый востребованный? Какой из приборов вы считаете самым лучшим?

Революционные изменения в рельсовой дефектоскопии произошли в 1997 г. после внедрения нашего первого двухниточного микропроцессорного дефектоскопа «АВИКОН-01». Функциональные возможности, предусмотренные в этом приборе, до сих пор остаются востребованными:

- мнемоническое изображение сигналов многоканального (20 каналов) контроля на контуре рельса, и это после того, когда предыдущие приборы имели всего лишь 6–8 каналов и в основном только звуковую индикацию дефектов;
- новые схемы прозвучивания с реализацией трех методов ультразвукового контроля;
- полуавтоматическая настройка чувствительности каналов;
- возможность обнаружения до восьми типоразмеров ранее необнаруживаемых дефектов.



«АВИКОН-01» – первый микропроцессорный рельсовый дефектоскоп в России



«АВИКОН-31» – двенадцать патентованных инновационных решений

На сегодняшний день самым лучшим прибором для контроля рельсов является двухниточный дефектоскоп «АВИКОН-31», основанный на технических решениях, защищенных 12 патентами на изобретения. В этом 24-канальном дефектоскопе реализованы уникальные функции, которых, пожалуй, нет ни в одном другом дефектоскопе:

- коррекция чувствительности каналов по сигналам от конструктивных элементов рельсов;
- наличие в комплекте уникального сканера для выявления и оценки реальных размеров сложных дефектов под поверхностными расслоениями;
- формирование единого файла дефектного сечения совместно с результатами сплош-

ного контроля, ручного контроля и видеоизображения дефектного участка с GPS-координатами;

- полуавтоматическая расшифровка сигналов контроля с выделением дефектных участков рельсового пути;
- температурный диапазон от -50 до $+50$ °С и многие другие функции...

Какой прибор, наоборот, на ваш взгляд, недооценен?

Во всем мире на железных дорогах актуальной является проблема контроля сварных стыков по всему сечению рельса. Разработанный в нашей организации 78-канальный дефектоскоп-установка МИГ-УКС за считанные минуты позволяет обнаруживать дефекты во всем сечении сварного стыка уложенных в путь рельсов, включая перья подошвы. Однако по ряду организационных причин эта установка не получила широкого распространения.

Первый российский дефектоскоп с колесными ультразвуковыми преобразователями показал свою эффективность, обнаруживая на самых сложных участках (станционные пути) в 2–3 раза больше дефектов, чем традиционные приборы. Однако боязнь новых технологий и другие причины помешали широкому внедрению дефектоскопа «АВИКОН-14» с колесными преобразователями на железных дорогах ОАО «РЖД».

Пожалуй, мечта всех дефектоскопистов увидеть реальный образ дефекта при ультразвуковом контроле. И достаточно простыми средствами нам удалось реализовать настоящий УЗ-томограф, позволяющий получать изображение внутреннего дефекта в головке рельса. Именно в этом сечении обнаруживается до 70% дефектов рельсов. Этот прибор («АВИКОН-17») впоследствии стал использо-

ваться в новом дефектоскопе «АВИКОН-31» в качестве дополнительного сканера. Думаю, за этим прибором большое будущее, а его широкое применение ограничивается пока не совсем удачной конструкцией (механикой) самого сканера.

Вам приходилось работать за границей. В чем особенность такой работы? Что интересного можете рассказать нашим читателям?

Мне пришлось почти 2,5 года руководить подразделением НК сварных соединений на строительстве моста ТХАНГ-ЛОНГ через реку Красная во Вьетнаме. С большой теплотой вспоминаю это время. С одной стороны, это очень большая ответственность за принимаемые решения, так как за тобой больше никого из специалистов нет. Но, с другой стороны, это и свобода принятия решений, без оглядки на «корифеев». Меня удивляло, что, несмотря на иную религию, другое питание, воспитание, климатические особенности, творческие и порядочные люди всегда понимают друг друга и работают без оглядки на зарплату и иные блага. Там же удалось внедрить идею А.К. Гурвича о продольно-поперечном сканировании сварных швов с переменным шагом, что позволило повысить производительность контроля сварных швов до 5 раз без снижения качества.

Очевидно, положительный опыт, полученный мною во Вьетнаме, потом сработал и при общении со специалистами иностранных фирм. В результате мы первые в России (по крайней мере, по рельсовой дефектоскопии) начали совместную работу с венгерской фирмой «МАВ», а потом с французской фирмой «Жейсмар» по адаптиванию под требования иностранных заказчиков и по поставке дефектоскопического оборудования во многие страны мира. Можно с гор-



Блоки ПЭП «АВИКОН-31»



Вагон-дефектоскоп

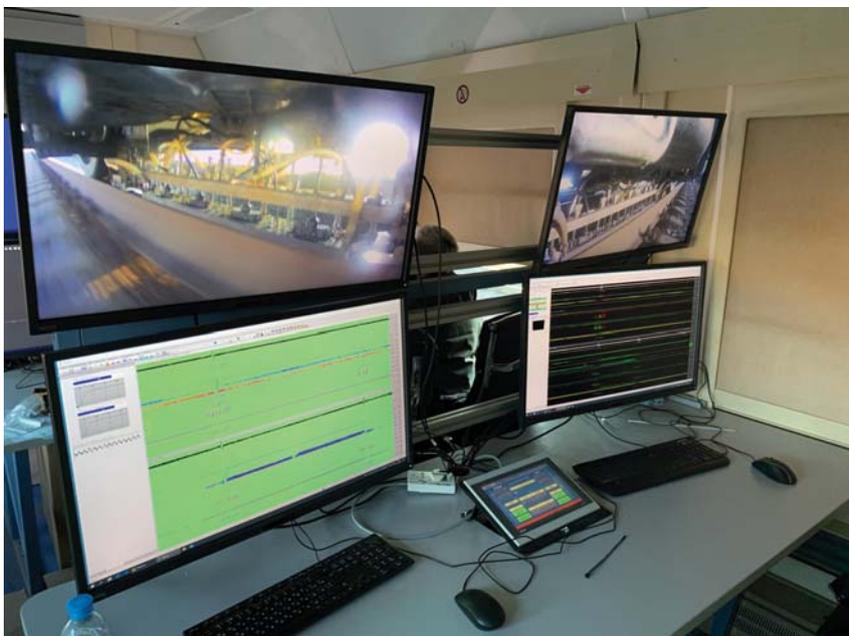
достью отметить, что уже третья модификация аппаратуры наших вагонов-дефектоскопов более 12 лет успешно работает в странах Центральной Европы. А наши двухниточные дефектоскопы с искательными системами скольжения и колесными УЗ-преобразователями успешно обнаруживают дефекты рельсового пути в Турции, Таиланде, Израиле, Канаде и во многих других странах.

Какую роль вы отводите научным исследованиям, научным разработкам? Как вы оцениваете важность этого направления?

Научные исследования, безусловно, являются фундаментом

технических разработок. Качественно выполненные исследования не теряют своей актуальности многие десятилетия. Например, в вышеупомянутом сканере-томографе («АВИКОН-17») использованы результаты наших исследований, выполненные еще в 1980–1982 гг. Поэтому руководство, которое не вкладывает инвестиции в научные исследования, в будущем многое теряет.

Вы являетесь автором и соавтором многих изданий. Например: «Ультразвуковая дефектоскопия рельсов», «Дефектоскопия рельсов. Формирование и анализ



Рабочее место диагностического комплекса



Искательная система на ходовой тележке

сигналов», «Расшифровка дефектограмм ультразвукового контроля рельсов», «Регистрация и анализ результатов ультразвукового контроля рельсов» и др. Расскажите о ваших книгах.

Все наши книги направлены на изучение особенностей рельсовой дефектоскопии. Много лет параллельно с разработкой приборов, занимаясь подготовкой кадров ОАО «РЖД» (вначале на спецфакультете НИИ мостов,

потом – работая профессором ПГУПС и теперь являясь руководителем специально открытого на базе ОАО «Радиоавионика» ЧОУ ДПО «Диагностика инфраструктуры железных дорог»), я видел, что отсутствуют учебники и книги, раскрывающая специфику НК рельсов. Имеющиеся классические книги по ультразвуковому и магнитным методам контроля не всегда пригодны для этих целей. Для решения

этой проблемы совместно с моими коллегами Д.А. Шпагиным, Е.А. Максимовой (Кузнецовой) вначале были подготовлены компьютерные обучающие программы, а потом написаны эти книги, ориентированные на практических работников железнодорожной дефектоскопии. Приятно осознавать, что теперь для любого специалиста по рельсовой дефектоскопии, а их до недавнего времени было более 10 тыс. человек, наши книги стали настольными.

Однако обучающие программы и специальные учебники оказались недостаточными. Поэтому еще в 2003 г. на базе ОАО «Радиоавионика» мы открыли учебный Центр повышения квалификации специалистов железных дорог, на базе которого на сегодняшний день подготовлено более 4500 специалистов по обслуживанию и эксплуатации дефектоскопической техники и анализу дефектограмм. И вот здесь пригодились и компьютерные обучающие программы, и наши учебники, и недавно разработанные видеофильмы, рассказывающие об особенностях производимой нами техники и технологии их применения.

Кстати, вся эта подготовка позволила нам оперативно отреагировать на вызовы времени, связанные с коронавирусной инфекцией. В дистанционном режиме за май – сентябрь этого года наш центр подготовил почти 150 специалистов для всех дирекций диагностики и мониторинга устройств инфраструктуры ОАО «РЖД». И по отзывам специалистов, результат получился не намного хуже, чем при очном обучении.

Планируете ли издавать что-то новое? Какие у вас творческие планы?

Так же как и любое направление, рельсовая дефектоскопия не стоит на месте. Поэтому сов-

местно с коллегами в ближайшее время мы планируем подготовить к публикации книги как по магнитной дефектоскопии, так и по комплексному использованию методов НК на железнодорожном транспорте.

А по технике: используя положительные стороны ультразвуковых и магнитных методов и учитывая специфику скоростного контроля (например, проявление эффекта Доплера), собираемся разработать комплексную систему контроля рельсов, удовлетворяющую все возрастающим требованиям времени.

Расскажите о своих учениках.

Наверное, более сотни студентов-дипломников, особенно в первые годы моей работы, писали свои дипломные работы под моим руководством (практически совместно со мной). И многие оригинальные идеи мы сначала исследовали в рамках диплома, и уже потом (иногда через несколько лет) они получали возможность реализации. Например, размещение и контроль рельсов с помощью автоматизированной дефектоскопии мы со студентами прорабатывали на 5–10 лет раньше, чем это было реализовано на практике. Исследования зеркального метода контроля, схем «РОМБ» и «РОМБ+» также были проработаны в рамках дипломных проектов.

Сколько себя помню, всегда старался делиться своими знаниями, понимая, что знания, которыми владеешь только ты, – это не знания.

Когда перешел из НИИ мостов в ОАО «Радиоавионика», практически никто из вновь набираемой команды (до 45 специалистов) не был знаком с дефектоскопией. Так что всех сотрудников НТК СНК, в той или иной мере, могу назвать своими учениками. Наиболее успешными своими учениками считаю В.В. Мосягина (канд. техн. на-



УЗ колесная система «АВИКОН-14»

ук), Е.А. Максимова (Кузнецову) (соавтора учебных пособий), С.Л. Молоткова (главный специалист по дефектоскопии ОАО «Радиоавионика») и др.

С какими трудностями вам пришлось столкнуться? Самые запомнившиеся трудности и победы над ними.

В середине 90-х гг. наша организация, как и многие другие в стране, оказалась в сложном положении. Выплату зарплаты задерживали по нескольку месяцев. Но к этому времени у нас уже сложилась творческая группа, большинство в которой были больше ориентированы на результат, чем на зарплату. Поэтому трудности того времени удалось преодолеть с минимальными потерями.

Вспоминается еще случай во Вьетнаме. В определенные периоды времени в сварных швах мы находили достаточно много дефектов. Естественно, удаление дефектов и повторная заварка этих мест снижали скорость строительства моста. И вот однажды ко мне прибегает началь-

ник участка – вьетнамец и говорит: «Не мешайте мне работать, уберите ваших дефектоскопистов!». Оператор нашел три дефекта в сварном шве длиной 10 м, и ни один из них не подтвердился. Поднимаемся на мостовой пролет, оператор стоит с поникшей головой. Беру у него рабочий журнал: по всем параметрам дефекты должны быть. Спокойно прошу перемерять координаты сварного шва. И оказалось, что при отсчете от перекрестья сварных швов начальная координата была смещена на 15 мм. При повторной выборке по уточненным данным дефекты стали видны визуально! После вскрытия первого же дефекта я специально ушел с моста, чтобы продемонстрировать уверенность, что дефектоскописты не ошибаются.

В связи с большим количеством дефектов на этом строительстве мы захотели разобраться в причинах их появления: фиксировали температуру воздуха, проверяли подготовку исходных материалов, оценивали квалификацию операторов и т.п.



Венгерский вагон-дефектоскоп FMK-008 с аппаратурой «АВИКОН-03М»

Оказалось, квалификация сварщика 3 года или 10 лет практически не влияет на качество сварки. А больше имеет значение добросовестность и тщательность выполнения операций. Дирекция строительства ввела штрафные санкции за дефекты. А это серьезный материальный ущерб для сварщика, так как премии были в 2–3 раза больше, чем зарплата. После внедрения этой системы резко сократилось количество дефектов сварки, но мои вьетнамские друзья советовали все же пореже выходить на мост..., чтобы не провоцировать «непредвиденные» ситуации с советским специалистом.

Если бы вы могли начать все заново, имея накопленный опыт, выбрали бы вновь то же направление или пошли бы по другому пути?

Считаю, что дефектоскопия – очень интересное и перспективное направление. И я рад, что жизнь распорядилась так, что мне пришлось заниматься рельсовой дефектоскопией.

Как вы думаете, нужна ли государственная поддержка развития технологий и средств НК?

Поддержка никогда не помешает. Глобальные вопросы бесконтактной рельсовой дефектоскопии на скоростях до 120 км/ч невозможно решить без существенных инвестиций и соответствующей поддержки.

Можете оценить современные средства и технологии НК?

С одной стороны, сегодня идет мощное развитие современных подходов, технологий и приборов в ультразвуковом контроле: фазированные решетки, цифровая фокусировка, в обработке – нейронные сети и т.п. Но, с другой стороны, на многих участках (в частности, в мостостроении) операторы

буквально ползут на коленях вдоль шва, проверяя одноканальным дефектоскопом до 100 м за смену, записывая результаты контроля в бумажный блокнот. И в рельсовой дефектоскопии, несмотря на многочисленные попытки, в том числе и с помощью нейронных сетей, так и не удается полностью автоматизировать анализ (расшифровку) дефектограмм. Очевидно, причина в том, что при регистрации сигналов сплошного контроля с формированием развертки типа В многие информативные параметры теряются.

За какими технологиями будущее?

Эксплуатационный контроль рельсов, так же как и контроль многих ответственных изделий, является регулярным, с определенным периодом. Даже после жесткой оптимизации период контроля грузонапряженных участков рельсового пути составляет 7–10 суток. Сравнительный анализ сигналов контроля, полученных при последовательных проездах, позволит повысить достоверность контроля и создаст предпосылки к мониторингу состояния рельсов. Но для этого необходима автоматизированная синхронизация сигналов разных проездов для отслеживания динамики развития дефектов. Сравнение результатов контроля и комплексное использование всех доступных данных (не только НК, но и условий и сроков эксплуатации, прочностных характеристик, воздействующих нагрузок, геометрии и т.п.) для принятия решения о состоянии изделия заметно повысит эффективность диагностики.

Что может стать стимулом развития новых технологий на рынке НК?

Потребности общества и общий уровень развития науки и техники.

Какие основные цели и важные задачи стоят сейчас перед производителями и разработчиками средств НК? Какие решения, на ваш взгляд, необходимы для повышения эффективности приборов НК?

Задачи ставит время. Например, сейчас поезда двигаются со скоростями 200–350 км/ч. А эффективный контроль рельсов возможен только при скоростях не выше 90 км/ч, что ограничивает про-

пускную способность дорог. При контактном вводе ультразвуковых колебаний обеспечить надежный контроль при больших скоростях контроля вряд ли удастся. Значит, надо искать иные подходы, позволяющие обеспечить своевременное обнаружение дефектов контактно-усталостного происхождения: бесконтактный ЭМА-метод, усовершенствованный магнитный (MFL) метод, модификации волноводного метода.

Блиц

Самая лучшая книга по УЗК?

Я считаю лучшей книгой по УЗК третий том (авторы И.Н. Ермолов, Ю.В. Ланге) восьмитомного справочника «Неразрушающий контроль» под общей редакцией В.В. Клюева.

По ультразвуковому контролю сварных швов – книгу В.Г. Щербинского.

По рельсовой дефектоскопии (хотя это и нескромно) – наш двухтомник «Дефектоскопия рельсов. Формирование и анализ сигналов».

Самая лучшая российская или зарубежная выставка или конференция, в которой вы принимали участие.

Самые яркие впечатления у меня остались от посещения (совместно с российской делегацией) XV Всемирной конференции по НК в Риме (октябрь 2000 г). Там было все продумано, удобно организовано, и мне удалось узнать очень много нового. Возможность личного и свободного общения с классиками (И.Н. Ермоловым, В.Г. Щербинским, В.В. Клюевым, А.Х. Вовилкиным) тоже оставила свой след.

Про наши новые разработки зарубежные партнеры узнавали в основном на ежегодно проводимой выставке «Калуга-Путьмаш», а потом через 3–6 месяцев они приезжали к нам в Санкт-Петербург и буквально уговаривали сотрудничать с ними в области дефектоскопии рельсов. И наши потенциальные заказчики – начальники железных дорог, руководство ОАО «РЖД» всегда интересовались нашими разработками и впослед-

ствии формировались соответствующие заказы. Так что выставки, где присутствуют не только разработчики, но и потенциальные заказчики, вполне оправдывают затраты на участие в них.

Кто, на ваш взгляд, внес самый значительный вклад в развитие ультразвукового контроля?

Конечно, основатель УЗ-дефектоскопии – С.Я. Соколов, а также Д.Я. Шрайбер, И.Н. Ермолов, В.Г. Щербинский и А.К. Гурвич. В наши дни это – А.Х. Вовилкин и А.А. Самокрутов со своими коллегами.

Какие компании российские или зарубежные вы бы назвали лидерами в области УЗК?

ООО НПЦ «Эхо+», ООО «Акустические Контрольные Системы».

Какой, на ваш взгляд, лучший интернет-ресурс или научный журнал?

Журнал РАН «Дефектоскопия». Вплотную к этому всемирно известному журналу приближается и журнал «Контроль. Диагностика».

Каково ваше жизненное кредо?

1. Любая работа должна быть выполнена качественно, тогда впоследствии не будет стыдно за ее результаты.
2. Не надо бояться делиться своими знаниями, опасаясь, что их украдут. Наоборот, делясь своей идеей с другими специалистами, выслушивая неизбежную критику, удается своевременно устранить скрытые проблемы и двигаться дальше.

Анатолий Аркадиевич, большое спасибо вам за интересный рассказ.

Ответы на кроссворд

По горизонтали: 2. Риска. 8. Масса. 10. Цикл. 11. Форма. 12. Дисперсия. 15. Наплыв. 16. Фильтр. 17. Касета. 19. Недобраковка. 21. Порошок. 23. Индикатор. 25. Эхо. 26. Катод. 27. Корпус. 29. Шаг. 30. Анод. 33. Кабель. 35. Фаза. 36. Жесткость.

По вертикали: 1. Период. 3. Авария. 4. Сила. 5. Смещение. 6. Раскрытие. 7. Полус. 9. Мишень. 13. Строб. 14. Экспозиция. 17. Краска. 18. Опрессовка. 19. Непер. 20. Кодекс. 22. Шторка. 24. Катужка. 25. Эксперт. 28. Пора. 31. Дуэт. 32. Окно. 34. Луч.

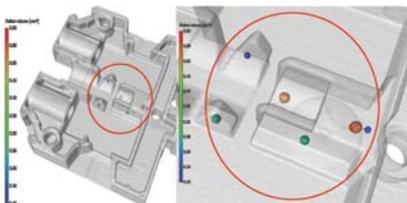
ЗАО «НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА «УРАН».

НОВЕЙШИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

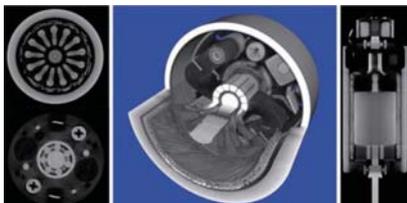
Область применения томографов Werth и их возможности

В настоящее время промышленные томографы компании Werth широко применяются в следующих отраслях промышленности и науки:

- аддитивные технологии для проверки качества 3D-печати;
- приборостроение – высокоточный контроль геометрии деталей в сборе и отдельных узлов;
- автомобилестроение для контроля двигателей, топливных форсунок, а также других ответственных узлов автомобиля, связанных с безопасностью пассажиров;
- машиностроение – контроль фрез, штампов;
- аэрокосмическая промышленность – формы для отлива турбинных лопаток, турбинные лопатки с охлаждающими каналами и пр.;
- электроника;
- медицина – контроль геометрии стентов, имплантатов, геометрии ингаляторов и пр.;
- научно-исследовательская деятельность и др.



Автоматический поиск скрытых дефектов



Электродвигатель. Построение произвольных сечений

Томографы Werth обеспечивают реализацию таких возможностей, как:

- проведение высокоточных измерений в любых сечениях детали;
- анализ внутренних дефектов (скрытые дефекты внутренних полостей, анализ пористости, поиск повреждений);
- оценка качества сборки конструкций без их предварительной разборки (также можно проводить анализ степени изношенности отдельных компонентов);
- проведение функционального анализа;
- реализация метода обратного инжиниринга – получения информации о геометрии детали и ее внутренней структуре с последующим созданием на основе полученной информации 3DCAD-модели;
- сравнение фактических размеров исследуемого объекта с его CAD-моделью и др.

Ключевые преимущества томографов Werth

Компания Werth Messtechnik является мировым лидером в производстве высокоточных метрологических томографов. Лидирующие позиции компании обеспечивают постоянное развитие, инновации, а также такие уникальные и патентованные решения и технологии, как:

- патентованный метод обработки изображения;
- гранитное основание всех томографов;
- классические координатно-измерительные машины, являющиеся базой для всех томографов Werth, создающие прочный метрологический фундамент;

- калибровка томографов Werth с помощью калибров и эталонов классических КИМ (ступенчатые меры, меры длины штриховые, Koba-Step и пр.);
- отсчетные шкалы с разрешением 0,1 мкм (0,01 мкм для TomoCheck);
- поворотные оси на воздушных подшипниках;
- единое метрологическое программное обеспечение Win-Werth, позволяющее решать задачи от задания режимов сканирования детали, выполнения анализа полученных данных до формирования протокола;
- онлайн-обработка сканируемых данных (реконструкция 3D-изображения происходит параллельно процессу сканирования детали, таким образом, по завершении процесса сканирования оператору доступны данные для анализа и измерения);
- низкая погрешность измерения MPE E от $2,5 + L/150$ мкм (L – длина объекта, мм);
- погрешность измерения MPE E, а не SD;
- разработка и проектирование собственных рентгеновских трубок с ориентацией на метрологию;
- растровая томография;
- патентованный метод «Автокорректировка»;
- локальная и мультилокальная томография;
- эксцентриситетная томография;
- OnTheFly-CT – измерения «на лету», сбор данных при непрерывном вращении поворотной оси;
- мультиспекторная томография;
- и многое другое.



Werth TomoScope L

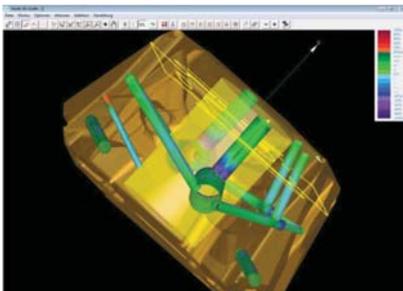
**Контроль геометрии каналов
ситаллового корпуса гироскопа**

Диаметр каналов от $1,5 + 0,06$ мм
Глубина каналов около 50 мм
Контролируемые данные:

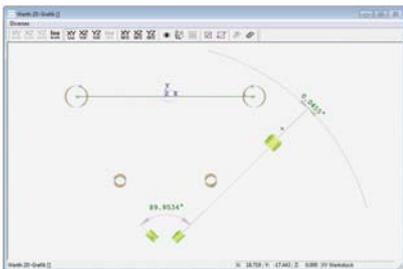
- диаметры, отклонение от формы по всей длине канала;
- взаимное расположение, пересечение осей каналов в пространстве;
- углы между осями каналов $90^\circ \pm 3'$.



Ситалловый корпус гироскопа



Каналы гироскопа. Отклонение от формы

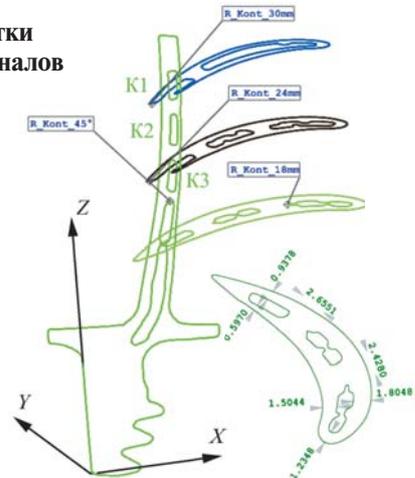
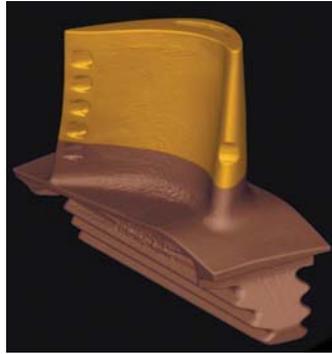


Контроль углов

Примеры задач, решаемых на томографах Werth

**Контроль геометрии турбинной лопатки
и площади сечения охлаждающих каналов**

Материал – сталь
Время измерения около 20 мин



Построение сечения и измерение

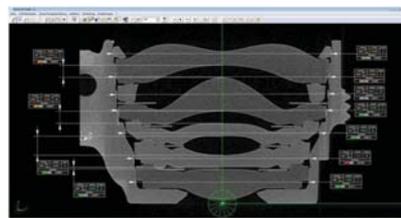
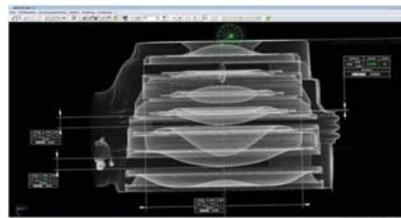
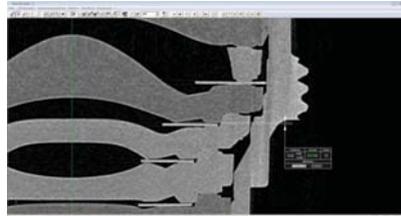
Обозначение	Фактический размер, мм ²	Допуск, ± мм ²
K1	1,5303	0,2
K2	1,3581	0,2
K3	1,5237	0,2

Расчет площади сечения охлаждающих каналов K1 – K3



Поиск скрытых дефектов

**Контроль качества сборки
объектива камеры мобильного телефона**



Величина зазора около 20 мкм!

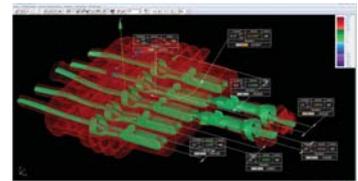
**Контроль геометрии контактной
группы и поиск скрытых дефектов**



Контактная группа, общий вид



Автоматический поиск и группировка по размеру скрытых дефектов в материале



Контроль основных геометрических параметров

ЗАО НПФ «Уран», Санкт-Петербург
www.uran-spb.ru



СТАНДАРТИЗАЦИЯ: СИСТЕМЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ



ЗАИТОВА Светлана Александровна
Президент СРО ОЮЛ КАЗАХСТАНСКИЙ РЕГИСТР,
председатель МТК 515 «Неразрушающий контроль»,
Республика Казахстан

После онлайн-заседания МТК 515 «Неразрушающий контроль» 28 мая 2020 г. состоялись, как минимум, два знаковых мероприятия в сфере стандартизации. Одно из них – 57-е заседание МГС, другое – заседание подкомитета 7 комитета 135 «Non-destructive testing» ISO.

Предлагаю рассмотреть каждое из них с позиции полезности для отраслевого сообщества.

Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации (МГС) является межправительственным органом СНГ по формированию и проведению согласованной политики по стандартизации, метрологии и сертификации. Председательство в этом органе по очереди передается руководителям национальных гостандартов органов по стандартизации, а рабочим органом МГС является Бюро по стандартам. С учетом создания Таможенного союза (июль 2010 г.) и последующего его реформирования в Евразийский экономический союз ЕАЭС (январь 2015 г.) деятельность МГС направлена исключительно на поддержание дружественных отношений со странами – участниками СНГ. Но пока ЕАЭС только планирует стать региональной организацией по стандартизации на постсоветском пространстве с участием заинтересованных таких, как Сирия, Тунис и Вьетнам, МГС успешно хоронит межгосударственную стандартизацию как механизм равноправного эконо-

мического развития. Наиболее ярко этот факт демонстрируют решения 57-го заседания МГС, которое прошло 27 июля 2020 г. в формате видеоконференции. Что дает нам основания для подобного вывода?

Рассмотрим деятельность МГС только в сфере стандартизации, по другим направлениям, таким как метрология и сертификация, анализ опустим. Прежде всего обратим внимание на ограниченное участие, если не на его полное отсутствие, представителей межгосударственных комитетов (МТК), а их, по данным Бюро по стандартизации, было зарегистрировано 555, действующих на 2019 г. оставалось чуть больше половины. И это с учетом рассмотрения в повестке вопроса «О Стратегии развития Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации на период до 2030 г.». Мнение отраслевого сообщества стран СНГ никого не интересует, реальные проблемы и вопросы в сфере региональной стандартизации никто из руководителей гостандартов решать не собирается, просто высокопоставленные мужи и дамы время от времени хорошо общались офлайн и скромно продолжают общаться в современном онлайн-пространстве.

Следующим фактором, указывающим на деградацию данного регионального объединения в сфере стандартизации, является факт упорного игнорирования закрепленных сфер стандартизации за МТК и отсутствие контроля и мониторинга со стороны Бюро по стандартизации. Для примера: за МТК 515 «Неразрушающий контроль» закреплена область стандартизации, представленная в табл. 1.

При этом ГОСТ «Изделия стальные. Система оценки работодателем квалификации персонала, осуществляющего неразрушающий контроль» прямо по коду МКС 03.100.30 отнесли к категории «Стандарт на продукцию» и передали на разработку непрофильному МТК, без учета мнения и согласования с МТК 515 «Неразрушающий контроль». Та же история с ГОСТами: «Неразрушающий контроль сварных швов. Уровни приемки для радиографического контроля. Часть 1. Сталь, никель, титан и их сплавы», «Неразрушающий контроль сварных соединений. Ультразвуковой контроль. Уровни приемки», «Неразрушающий контр-

Таблица 1. Классификация области деятельности МТК 515

Коды	Наименование кодов* областей стандартизации по международному классификатору стандартов (МКС)
19.100	Неразрушающие испытания * Включая испытательное оборудование: промышленная аппаратура для рентгеновской и гамма-радиографии, проникающие дефектоскопы и т.д. * Неразрушающие испытания металлов, см. 77.040.20 * Неразрушающие испытания сварных соединений, см. 25.160.40 * Пленки для технической радиографии, см. 37.040.25 (в редакции изменений N 2)
01.040.19	Испытания (Словари)
03.100.30	Управление трудовыми ресурсами * Включая обучение и квалификацию персонала и выдачу сертификата * Квалификация сварщиков, см. 25.160.01
37.040.25	Пленки для радиографии * Включая пленки для стоматологической, медицинской и технической радиографии (дополнительно включено изменениями N 2)
77.040.20	Неразрушающие испытания металлов * Неразрушающие испытания в целом, см. 19.100 * Неразрушающие испытания сварных соединений, см. 25.160.40 (в редакции изменений N 2)
25.160.40	Сварочные швы и сварка * Включая положение шва и механические неразрушающие испытания сварных соединений (в редакции изменений N 2, изменений N 3)
25.160.01 (комментарий)	Сварка, пайка твердым и мягким припоем в целом * Включая квалификацию сварщика

роль сварных соединений. Визуальный контроль соединений, выполненных сваркой плавлением», «Неразрушающий контроль сварных соединений. Контроль методом проникающих жидкостей. Уровни приемки», «Неразрушающий контроль сварных соединений. Магнитопорошковый контроль. Уровни приемки», являющиеся «Основополагающими» в сфере неразрушающего контроля, код МКС 01.040.19! (Приложение № 14 к протоколу МГС № 57-2020 Изменение № 1 Программы работ по межгосударственной стандартизации на 2019–2021 гг. (актуализированной на 2020 г.).

По итогам 1-го онлайн-заседания МТК 515, прошедшего 28 мая 2020 г., на котором присутствовали все члены МТК и ответственный секретарь Бюро по стандартизации В.Н. Черняк, в протоколе, предоставленном МГС, были указаны дублирующие стандарты в Плане межгосударственной стандартизации (ПМС) и необходимость их откорректировать и внести ясность для разработчиков. Как видим, эта работа МГС не была проведена.

Есть еще интересный факт «успешной» работы МГС в области неразрушающего контроля: Приложение № 16 к протоколу МГС № 57-2020 «Доку-

менты по межгосударственной стандартизации, принятые по результатам голосования в АИС МГС». По нему в обход специализированного МТК 515 были приняты стандарты, содержащие прямые ссылки на согласование, как минимум, со специалистами в области неразрушающего контроля и получение экспертного заключения МТК 515 (табл. 2)

У меня, как представителя Республики Казахстан (KZ), попутно возникает вопрос: реализация ТР ТС 001/2011 «О безопасности железнодорожного подвижного состава», ТР ТС 002/2011 «О безопасности высокоскоростного железнодорожного транспорта», ТР ТС 003/2011 «О безопасности инфраструктуры железнодорожного транспорта» для моей страны, являющейся по сути железнодорожной транспортной артерией, не важны? Почему МГС и представители Гостандарта Республики Казахстан проигнорировали участие в разработке и голосовании по методам контроля наиболее опасных железнодорожных объектов?

Сам отчет ответственного секретаря МГС на 57-м заседании Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации гос-

Таблица 2. Выдержка из приложения № 16 к протоколу МГС № 57-2020 «Документы по межгосударственной стандартизации, принятые по результатам голосования в АИС МГС»

Обозначение нормативного документа, номер изменения	Наименование стандарта, обозначение пересматриваемого стандарта	Присоединившиеся государства
ГОСТ 34656 © 2020 RU.1.563-2017	Оси колесных пар железнодорожного подвижного состава. Методы неразрушающего контроля	RU AM BY KG TJ UZ
ГОСТ 34657–2020 RU.1.569-2017	Центры колесные литые и катаные для железнодорожного подвижного состава. Методы неразрушающего контроля	RU AM BY KG TJ UZ
ГОСТ 34663–2020 RU.1.279-2016	Стыки рельсов и стрелочных переводов сварные. Методы неразрушающего контроля	RU AM BY KZ KG TJ UZ UA
ОСТ 34663–2020 RU.1.279-2016	Стыки рельсов и стрелочных переводов сварные. Методы неразрушающего контроля	RU AM BY KZ KG TJ UZ UA

подина В.Н. Черняка выглядит красочно и жизнеутверждающе. Ниже привожу наиболее наглядные схемы.



Как видим из таблицы на рисунке, в разработке межгосударственных стандартов в формате ГОСТ принимают участие всего пять стран, тогда как СНГ объединяет девять стран.



Порядок разработки ГОСТ рассчитан на два года, с учетом процедур инициирования и попадания в План межгосударственной стандартизации (ПМС) – еще как минимум год. В идеале ГОСТ

должен разрабатываться 3–4 года для заинтересованных. За это время базовые документы, 90 % которых являются заимствованными иностранными стандартами, устаревают или проходят актуализацию. У нас же в системе АИС МГС «висят» непринятыми инициированные стандарты еще с 2015 г., и они составляют более трети всех стандартов в разработке!



Если продолжить данную инфограмму 2020 годом, то можно будет наблюдать дальнейшее падение количественной разработки стандартов в формате ГОСТ, обусловленное переходом основного разработчика, Российской Федерации, на разработку стандартов в формате ГОСТ Р. Данная ситуация никак не связана с сокращением потребности союзного рынка в новых стандартах или сокращением регулирования посредством технических регламентов (ТР), просто согласование и принятие ГОСТа через систему МГС бюрократизированное и затяжное. Ряд доказательных баз к ТР отсылают к прямому использованию национальных стандартов государств ЕАЭС для того, чтобы не тратить время и не терять конкурентных преимуществ.

Есть еще причина такого спада разработки ГОСТов – растущее противостояние внутри участ-



ников МГС и отраслевых сообществ. Как пример: ГОСТ на основе ISO 10878–2013, который был отклонен в 2018 и 2019 гг. МТК 515 по ряду замечаний и голосованием АИС МГС, но вышел в формате ГОСТ Р ИСО 10878–2019 «Контроль неразрушающий. Термины и определения в области теплового контроля».

С полной версией протокола 57-го заседания МГС можно ознакомиться на сайте <http://easc.by>

Теперь о хорошем. С 22 по 24 сентября 2020 г. прошло заседание ISO/TC 135/SC 7 Personnel qualification, организованное The Standards Council of Canada (SCC). В подкомитет 7 «Квалификация персонала» входят членами 35 стран и 11 – наблюдателями, в том числе Казахстан, Россия, Украина. С нашей общей стороны участников было двое, основной от Российской Федерации – Александр Васильевич Муллин (он же инициатор предложений в новую редакцию ISO 9712) и Светлана Александровна Зайтова от Казахстана. Мероприятие проходило в формате онлайн три дня подряд, и на нем присутствовали все члены подкомитета и заинтересованные лица, несмотря на раннее или позднее локальное время. При том все члены были очень продуктивно и позитивно настроены в 4-часовом эфире.

Основные вопросы повестки дня – это рассмотрение проектов следующих стандартов:

1) ISO/TS 22809: Non-destructive testing – Discontinuities in specimens for use in qualification examinations;

- 2) ISO/TS 25107: Non-destructive testing – NDT training syllabuses;
- 3) ISO/TS 25108: Non-destructive testing – NDT personnel training organizations;
- 4) ISO 18490: Non-destructive testing – Evaluation of vision acuity of NDT;
- 5) ISO 9712: Non-destructive testing – Qualification and certification of NDT personnel.

По первому стандарту в Казахстане принят СТ РК ISO/TS 22809–2012 «Контроль неразрушающий. Несплошности в образцах, используемых в квалификационных экзаменах», а в России – ГОСТ Р 58713–2019/ISO/TS22809:2007 «Контроль неразрушающий. Несплошности в образцах, используемых в квалификационных экзаменах», оба на базе стандарта ISO/TS 22809–2007.

Второй присутствует только ссылочно в ГОСТ Р ИСО 9712–2019 «Контроль неразрушающий. Квалификация и сертификация персонала», сам ISO/TS 25107: Non-destructive testing – NDT training syllabuses не гармонизирован.

Третий принят только в Казахстане: СТ РК ISO/TS 25108–2019 «Контроль неразрушающий. Организации по подготовке персонала в области неразрушающего контроля».

Четвертый ISO 18490: Non-destructive testing – Evaluation of vision acuity of NDT не гармонизирован в рамках МГС, сказывается расхождение в подходах по оценке в системах подготовки специалистов в области неразрушающего контроля.

Основным стандартом подкомитета 7 TC 135 ISO является проект новой редакции ISO 9712, а вернее, внесение изменений в ISO 9712-12, которые обсуждаются с момента выхода стандарта в 2012 г. Динамика наработок и нововведений такая большая, что было очень сложно все свести и согласовать с 35 странами. Нужно отдать должное Ms Jennifer Jimenez и Mr Darcy Corcogan, они смогли сделать невозможное и подготовили итоговую редакцию ISO 9712–2020.

Наибольшее количество вопросов было сформулировано Комитетом по оценке соответствия ISO – ISO/CASCO по применению схемы ISO 9712–2020 в системе аккредитации ISO 17024 «Оценка соответствия. Общие требования к органам, проводящим сертификацию персонала».

Также в предложенной редакции ISO 9712–2020 были сформулированы подходы к онлайн-обучению, онлайн-тестированию и обновленному учету общего стажа работ специалистов при сертификации.

Что мне лично импонирует в работе всего TC 135 ISO и, в частности, в подкомитете 7, так это воз-

можность высказать свое мнение и быть услышанной, несмотря на уровень развития NDT-технологий в стране и желание worldwide-корпораций продвигать свои интересы через внедрение стандартов.

В этой связи я на стороне Азербайджана, который применяет иностранные стандарты в оригинале и не входит в сложную бюрократическую систему гармонизации и введения на территории страны. Если условному заказчику нужно, а бизнес готов внедрять стандарты на иностранном языке и система сертификации тоже адаптирована или интегрирована, то зачем нам зачастую искажающий содержание перевод и сложная система согласований? Ну это в том случае, если мы с вами за интеграцию и единообразие в системе оценки соответствия, ведь ударно же наши правительства бьются за оценку ОЭСР и ЦУР ООН?

С более подробной информацией можно ознакомиться на сайте <https://www.iso.org/committee/52398.html>

Очередное, второе, онлайн-заседание МТК 515 «Неразрушающий контроль» прошло 27 октября 2020 г. ■



НПП Электронные приборы

МАГНИТОМЕТР

Измеритель остаточной намагниченности

«ИОН-3701»

Высокоточный современный цифровой магнитометр нового типа

- Датчик с двумя трехосевыми измерительными элементами, обеспечивающий высокую точность измерений
- Автоматическая подстройка нуля
- Автокомпенсация магнитного поля Земли
- Автоматическое нахождение максимума измерений
- Удобство и оперативность измерений намагниченности в цеховых и производственных условиях
- Установка любых единиц измерения на выбор
- Обмен данными с компьютером
- Внесен в Госреестр средств измерений
- Декларация о соответствии ТР ТС
- Межповерочный интервал – 2 года
- Гарантия – 2 года

Возможна поставка прибора в исполнении для работы в условиях Крайнего Севера, до –40 °С, с классом защиты до IP65, с расширенным по запросу заказчика диапазоном измерений и т.д.

Сферы применения

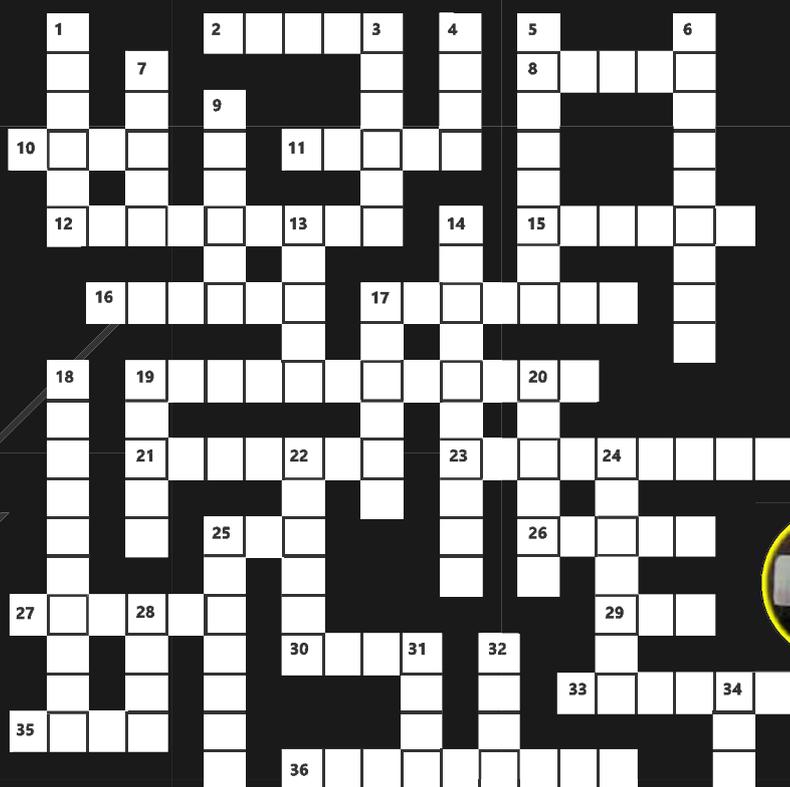
- Машиностроение – проверка деталей и заготовок
- Нефтяная и газовая отрасль – определение намагниченности бурового инструмента, насосно-компрессорных труб НКТ и т.д.
- Определение намагниченности счетчиков воды, газа и др.
- Решение многих других задач

+7 (495) 066-71-86 • zakaz@npp-pribor.ru • www.ion3701.org.ru



ЕАС СДЕЛАНО В РОССИИ

Неразрушающий контроль



Контроль к порядку всех причит,
И делать брак нас вмиг отучит.

А. Неразрушайкин



Вихретоковый контроль
сварных соединений

По горизонтали:

2. Дефект поверхности в виде канавки без выступа кромок с закругленным или плоским дном, образовавшийся от царапания поверхности металла изношенной прокатной арматурой. 8. Мера инерции, измеряется в килограммах. 10. Совокупность состояний колебательной системы, ограниченная состояниями, в которых колебательная величина имеет локальные максимумы или минимумы. 11. Вариант внешней конфигурации частиц магнитного порошка, определяемая отношением поперечного размера частиц в разных направлениях. 12. Зависимость скорости звука от частоты, направления распространения волны (в анизотропной среде), параметров среды и (или) отношения поперечных размеров волновода к длине волны. 15. Дефект в виде натекания металла шва на поверхность основного металла или ранее выполненного валика без сплавления с ним. 16. Электронный узел, пропускающий сигналы в определенной полосе частот и задерживающий остальные сигналы. 17. Жесткий или гибкий светонепроницаемый контейнер для размещения радиографической пленки или бумаги при экспозиции с усиливающим экраном или без него. 19. Результат контроля, при котором бракованный объект признается годным. 21. Форма выпуска магнитного индикатора. 23. Узел электронного блока, служащий для визуального (графического и текстового) представления информативных сигналов. 25. Акустический импульс, отраженный от неоднородности в материале или границы объекта контроля. 26. Отрицательный электрод рентгеновской трубки. 27. Конструктивный узел, в котором размещены все элементы преобразователя или прибора. 29. Расстояние между соседними траекториями перемещения преобразователя. 30. Положительный электрод рентгеновской трубки. 33. Экранированный проводник, соединяющий электронный блок с преобразователем или электронные блоки между собой. 35. Состояние волнового процесса, выраженное через значение аргумента описывающей его синусоидальной функции. 36. Отношение возбуждающей силы к вызываемому ею смещению элемента упругости. Величина, обратная гибкости. Единица измерения Н/м.

По вертикали:

1. Наименьший промежуток времени, за который совершается один цикл колебания. 3. Разрушение сооружений и (или) технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте. 4. Мера механического взаимодействия тел. 5. Отклонение элемента колебательной системы от положения равновесия. 6. Ширина протяженного дефекта. 7. Участок поверхности объекта контроля или намагничивающего устройства, в который входят или из которого выходят магнитные силовые линии. 9. Область поверхности анода рентгеновской трубки, на которую попадает электронный луч и из которой эмитируется первичный пучок рентгеновского излучения. 13. Интервал времени, в течение которого контролируется изменяющийся сигнал. 14. Процесс, при котором излучение регистрируется на системе получения изображения. 17. Вещество, применяемое для повышения контраста индикаторных рисунков дефектов и наносимое тонким слоем на поверхность черного объекта контроля при использовании в качестве индикатора черного магнитного порошка. 18. Воздействие избыточным давлением на изделие при течеискании и (или) подготовке к нему. 19. Единица измерения отношения величин V_1 и V_2 , выраженная через натуральный логарифм их отношения. 20. Документ, рекомендуемый практические правила или процедуры проектирования, изготовления, монтажа, технического обслуживания или эксплуатации оборудования, конструкций или изделий. 22. Устройство, прикрепляемое к экрану трубки, изготовленное обычно из свинца и обычно дистанционно управляемое, используемое для управления потоком рентгеновского излучения. 24. Электротехническое устройство в виде обмотки на цилиндрическом, прямоугольном или другой формы каркасе, используемое для продольного намагничивания или размагничивания объектов контроля. 25. Специалист, осуществляющий проведение экспертизы промышленной безопасности. 28. Дефект сварного шва в виде полости округлой формы, заполненной газом. 31. Схема контроля, при которой излучающий и приемный наклонные преобразователи располагаются на поверхности ввода рядом, а их акустические оси пересекаются в исследуемой точке объекта контроля. 32. Область рентгеновской трубки, через которую эмитируется излучение. 34. Линия, перпендикулярная фронту волны и определяющая направление распространения волны в рассматриваемой точке.

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ДЕФЕКТОМЕТРИЯ: ОТ СПЕКТРАЛЬНОГО ОБРАЗА ДО КОГЕРЕНТНОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ ПОРТРЕТА ДЕФЕКТОВ* (продолжение)**

ЧАСТЬ 2. УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ДЕФЕКТОМЕТРИЯ НА ОСНОВЕ КОГЕРЕНТНЫХ ГОЛОГРАФИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЕФЕКТОВ



ВОПИЛКИН Алексей Харитонович

Д-р техн. наук, проф., ген. директор, ООО «НПЦ «ЭХО+», Москва

При создании в НПО «ЦНИИТМАШ» методов распознавания типа дефектов на основе спектральных и дифракционных сигналов меня все время преследовала одна и та же мысль: все эти методики дают очень грубую, с большой погрешностью оценку типа и размеров реальных дефектов и далеко не всегда реализуемые. Собственно, эти методики еще нельзя было назвать дефектометрическими, а лишь оценочными. Но на тот момент времени ничего другого придумать было нельзя. Тем не менее поиски более объективных и точных методов продолжались. На продолжение поисков нас подтолкнула проблема со сварными швами роторов турбин, выпускаемых Харьковским турбинным заводом. Конструкция шва была такова, что неизбежно в корне шва образовывались трещины. Причем обычными методиками они либо не выявлялись, либо выявлялись, но определить, что это трещина, а не пора или непровар, возможности не было. При этом было два случая разрушения роторов в процессе их эксплуатации, едва не приведших к катастрофе.

Однажды в 1988 году меня и И. Н. Ермолова пригласили в Акустический институт АН СССР ознакомиться с исследованиями, проводимыми группой ученых, возглавляемых В. Г. Бадаляном, по разработке акустических голографических методов визуализации дефектов. Это был принципиально новый подход к оценке параметров дефектов. Оказывается, можно увидеть изображение дефекта на экране монитора. И хотя установка, которую они собрали, представляла собой стойку высотой 2 м, а расчеты проводились на стационарной ЭВМ БЭСМ-6, исследования показали многообещающими.

В это время в стране начали происходить тектонические сдвиги. Клич «Перестройка. Ускорение. Гласность», провозглашенный М. С. Горбачевым, народ принял с большим энтузиазмом. Вся страна пришла в движение. Как грибы после дождя начали создаваться кооперативы, малые предприятия, коммерческие структуры. Именно в это время я при участии академика РАН Н. П. Алешина создал компанию под названием ООО «Научно-производственный центр неразрушающего контроля «ЭХО+» (ООО «НПЦ «ЭХО+»).

На мое счастье, как раз группа, возглавляемая В. Г. Бадаляном, согласилась перейти во вновь организованную компанию. В нее вошли восемь молодых, энергичных, талантливых ребят, и работа закипела. Компания ведет свой отчет со 2 апреля 1990 года. Этот день стал первым рабочим днем первого сотрудника, т.е. меня. У нас на первых порах не было ничего, кроме голого энтузиазма, граничащего с самопожертвованием. Подробно вехи становления и развития нашей компании я описал в изданной мной книге «Без истории нет будущего», которую можно скачать с сайта компании: <http://www.echoplus.ru/prochee.html>.

* Статья из книги «Ультразвуковая дефектометрия. 30 лет»: юбилейный сборник трудов ООО «НПЦ «ЭХО+». М.: Издательский дом «Спектр», 2020. С. 7–24.

** Начало см. «Территория NDT» 2020 . №2. Часть 1

Когерентные методы с обработкой во временной области общепринято называть SAFT (Synthetic Aperture Focusing Technique). В наших ранних работах мы показали, что в рамках дифракционной теории алгоритм SAFT можно реализовать как во временной области, так и в области пространственных частот. Рассмотрим подробнее эти методы. Оба алгоритма дают близкие результаты, но временной алгоритм требует значительно больших машинных ресурсов. В начале 1990-х годов персональная компьютерная техника была еще очень примитивная и не позволяла реализовать временной алгоритм, поэтому выбор пал на частотный алгоритм. Этот алгоритм называется «проекция в спектральном пространстве» (ПСП), метод назван акустической голографией.

Упрощенно технология акустической голографии состоит в следующем. В изделие излучают короткие ультразвуковые импульсы с широкой диаграммой направленности ($30-60^\circ$), сканируют ПЭПом с малым шагом ($0,1-0,5$ мм) по поверхности изделия строго по прямым линиям, в каждой точке сканирования принимают отраженные от дефекта сигналы и оцифровывают их. Обработывают полученную последовательность сигналов с помощью алгоритма ПСП, визуализируют полученные сигналы в виде проекции изображения на три плоскости (В, С и D).

Физически это означает, что путем измерения фазовых сдвигов между излученным и принятым сигналами во всем пространстве контролируемого изделия на приеме формируется узкий, слабо расходящийся пучок шириной порядка 1 мм. Тем самым удается визуализировать отдельные сечения, сложив которые, можно получить изображение дефекта. При этом разрешающая способность может по-

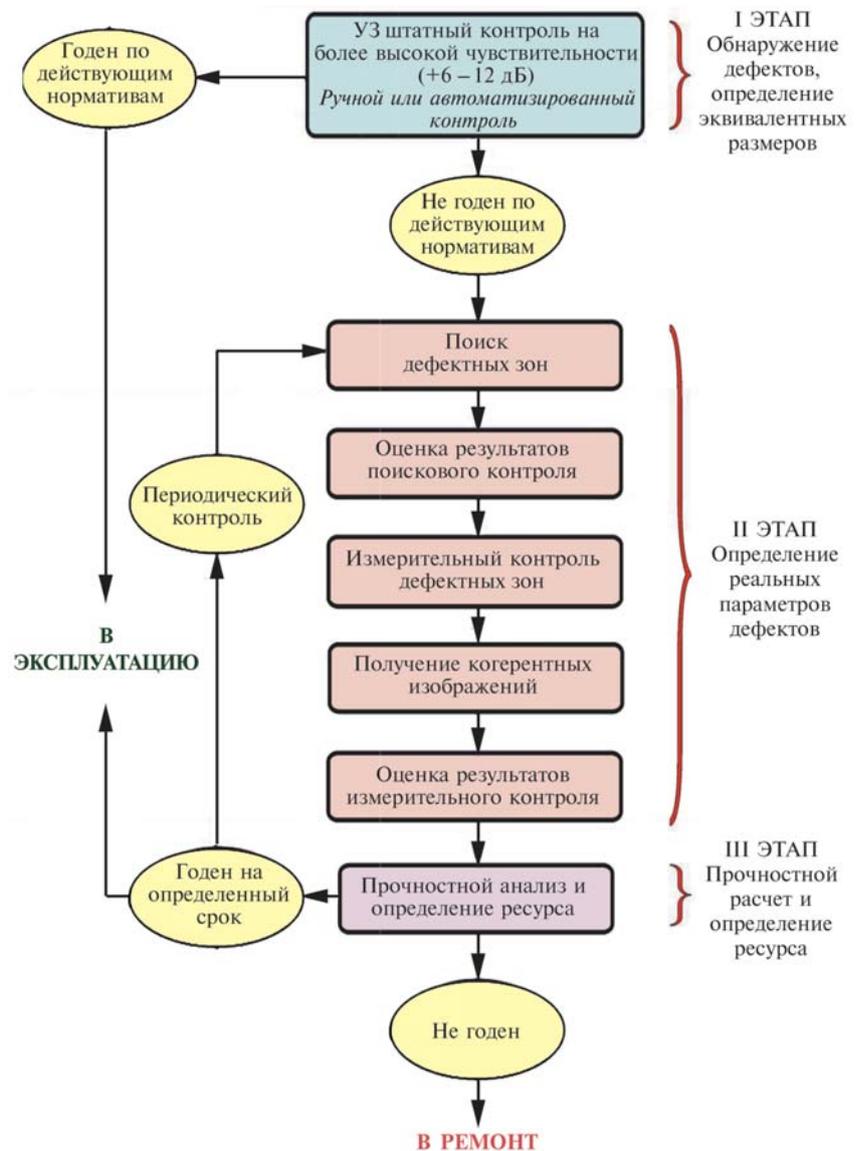


Рис. 8. Комплексная технология УЗ-контроля сварных соединений с использованием систем серии «АВГУР»

вышаться в десятки раз. В качестве подтверждения высокой разрешающей способности на рис. 10 и 11 представлены результаты измерения длины дефектов (а) и их высоты (б) в отдельных сечениях. Приведенный массив данных из 120 измерений имеет среднеквадратичную ошибку измерения высоты дефектов $c=0,86$. Погрешность измерения высоты дефектов составляет $\pm 1,5$ мм, длины – 5 мм.

Шесть лет у нас ушло на создание первого в России, да, по-

жалуй, и в мире промышленного образца ультразвуковой голографической системы, названной «АВГУР 4.2». Название пришло из древнегреческой мифологии, согласно которой жрецы (авгуры) по полету птиц определяли будущее.

Наша деятельность на АЭС началась в 1996 году. Я на удачу позвонил на Смоленскую атомную станцию. К моему удивлению, трубку снял сам тогдашний директор Евгений Михайлович Сафрыгин. Я представился, рас-



Рис. 9. Система «АВГУР 4.2» образца 2000 года

сказал о наших разработках. Уже на следующий день мы в его кабинете продемонстрировали «АВГУР 4.2» прямо на его столе. Директора так впечатлили результаты, что он тут же вызвал начальника лаборатории металлов и приказал ему заключить договор на эксплуатационный контроль проблемных сварных соединений главных циркуляционных трубопроводов. Е.М. Сафрыгин посетовал, что такой технологии не было 10 лет назад, когда пускался третий энергоблок. Тогда из-за невозможности измерять дефекты пришлось провести огромное количество ненужных ремонтов, как того требовали устаревшие нормативные документы. Это как раз тот случай, который я прокомментировал в начале статьи. Эти ремонтные заварки создали большие проблемы для станции на многие десятилетия. В них в процессе эксплуатации вновь стали развиваться трещины. Мы не раз обращались в разные годы к решению этой проблемы, разрабатывали методики, проводили эксплуатационный контроль.

К моменту начала практических работ по эксплуатационному контролю на АЭС НПЦ «ЭХО+» впервые предложил новый подход в ультразвуковой диагностике, заключающийся в применении трехуровневой технологии (рис. 8). На первом этапе осуществляется поиск дефектов по действующим нормам. На втором этапе происходит измерение реальных размеров и типа дефектов с применением алгоритмов акустической голографии. На третьем этапе эта информация используется для оценки работоспособности объекта с учетом пара-

метров дефектов. Именно этот подход реализован в автоматизированных системах «АВГУР».

Данная технология ультразвукового диагностирования позволила:

- значительно повысить надежность выявления дефектов различного типа за счет более высокой чувствительности контроля;
- минимизировать как «недобраковку», так и «перебраковку» благодаря регистрации всей информации о контроле и возможности детального анализа ее оператором в особо сложных и важных случаях;
- составить базу данных о наличии в сварных швах различного рода допустимых несплошностей (провести паспортизацию швов);
- осуществлять эксплуатацию оборудования с «непроходными» (по действующим нормам) дефектами благодаря возможности оценки ресурса работы сварной конструкции по установленным размерам несплошностей и параметрам напряженного состояния;
- проводить мониторинг за развитием дефектов в процессе эксплуатации объектов.

Прочностной анализ на основании экспертного заключения и принятие решения о допустимости эксплуатации осуществляют специализированные организации (НИКИЭТ, ОКБ ГИДРОПРЕСС, РНЦ «Курчатовский институт», ВНИИАЭС).

Разумеется, в основе предложенной и реализованной технологии лежит возможность измерения размеров дефектов и определения их типа. В этом главное преимущество систем «АВГУР» (рис. 9). Если ранее во всех руководящих документах красной линией проходило требование о недопустимости трещин любого размера, то сегодня концепция эксплуатационного контроля строится на том, что с трещинами объекты могут эксплуатироваться при условии, что известна скорость роста трещины, организован периодический мониторинг АУЗК в измерительном режиме.

Таким образом, эта технология обеспечивает эффективное использование результатов НК в прочностных расчетах по оценке надежности и ресурса контролируемых изделий и постоянное наблюдение за состоянием объекта.

Уже в первые годы применения голографического контроля удалось снизить более чем в 2 раза объем ремонта, благодаря тому что появилась возможность разделять выявляемые дефекты на опасные и неопасные, которые не влияют на работу объекта. А неопасных дефектов было большинство. Как правило, они образовывались еще на стадии изготовления оборудования и в течение всего срока эксплуатации не развивались.

Приведу один показательный пример эффективности применения голографической техноло-

гии контроля. На реакторах РБМК (реакторы большой мощности, каналные) имеется много сварных соединений диаметром 325 мм (примерно 1700 штук на каждом блоке). Причем все швы аустенитные, а их ультразвуковой контроль отсутствовал из-за крупнозернистой структуры.

В то же время при эксплуатации энергоблока в этих швах с внутренней поверхности достаточно часто образуются и растут трещины. Возникла реальная опасность отрыва трубопровода с катастрофическими последствиями.

В 1996 году на одном из блоков стали наблюдаться случаи выхода из строя этих швов по трещинам. Из-за отсутствия контроля и картины дефектности швов пришлось ремонтировать почти все швы, блок простоял в ремонте целый год. Поэтому, когда мы предложили нашу технологию выявления трещин и измерения их размеров, она сразу вызвала большой интерес, и с 1997 года начался масштабный контроль этих швов на всех станциях.

Для оценки погрешности измерения параметров трещин при голографическом контроле был проведен большой цикл работ по сопоставлению результатов контроля с металлографическими исследованиями. На рис. 10 приведены данные по сопоставлению высоты дефектов, измеренных системой «АВГУР» и обнаруженных разрушающим контролем. Из него следует, что погрешность определения высоты дефектов не превышает ± 1 мм, что вполне устраивает эксплуатационщиков для правильного принятия решения о дальнейшей эксплуатации трубопровода. Существенно хуже погрешность при измерении длины дефекта (рис. 11), поскольку в этом направлении не предусматривается голографическое восстановление. На рис. 12 приведены в качестве примера изображения В- и С-типа трещины в свар-

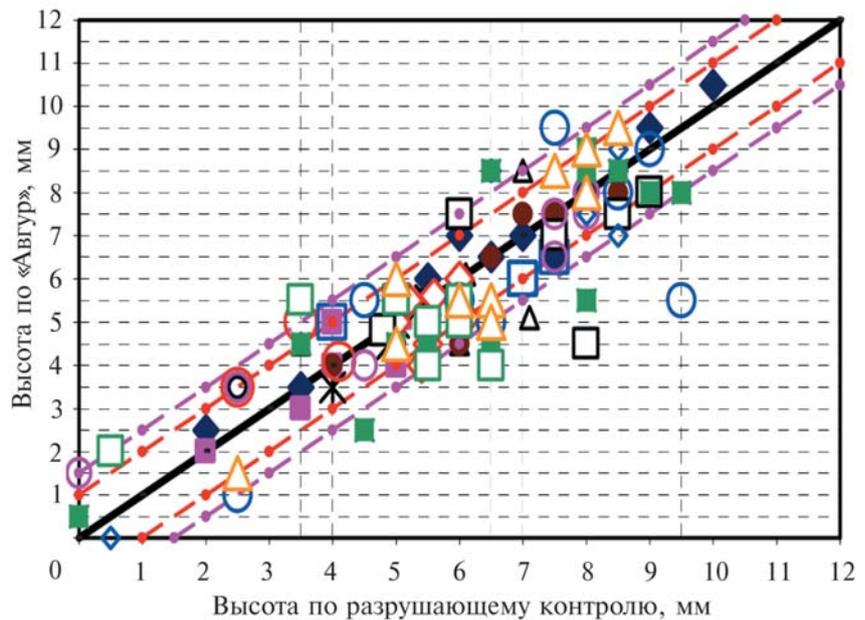


Рис. 10. Высота дефектов в отдельных сечениях, полученная с помощью системы «Авгур» и при разрушающем контроле (металлография, трехточечный изгиб): значки — результаты измерений в отдельных сечениях; черная линия — погрешности, равные нулю; красные пунктирные линии — погрешности, равные ± 1 мм; лиловые пунктирные линии — погрешности, равные $\pm 1,5$ мм

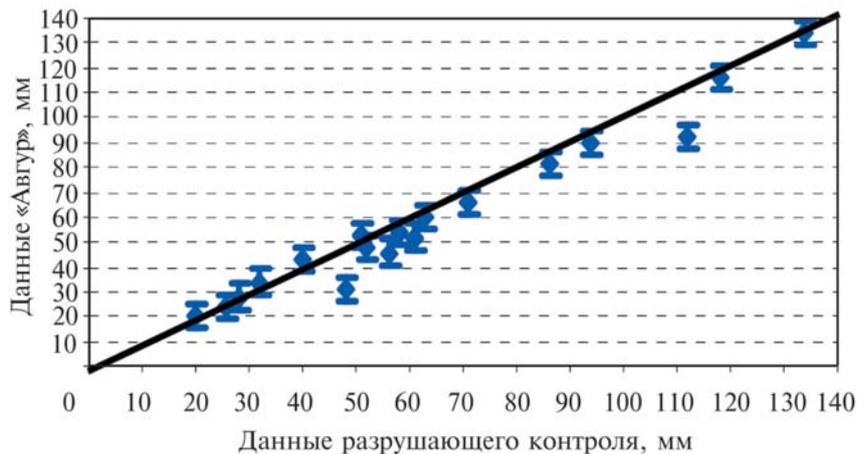


Рис. 11. Результаты сопоставления длины дефектов по данным «АВГУР» с разрушающим контролем (металлография, трехточечный изгиб). Погрешность составила ± 4 мм

ном шве Ду300 и микрошлиф, соответствующий этой трещине.

Базируясь на наших многолетних данных контроля и периодического мониторинга, специалисты по прочности создали эксплуатационные нормы оценки дефектов, в которых впервые допускались сварные швы с трещинами (рис. 13). Зная скорость их роста, в каждый ремонтный

период можно заранее планировать ремонт небольшого количества швов, в которых трещины достигли критического значения. Что и было сделано. Экономический эффект от внедрения новых технологий в атомной энергетике не принято подсчитывать, но можно с уверенностью сказать, что он составляет многие сотни миллионов

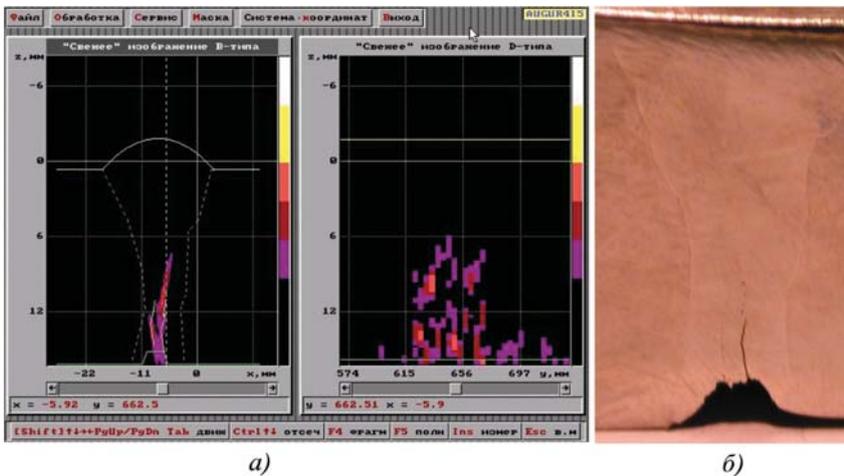


Рис. 12. Сопоставление изображений реального сварного соединения трубопровода Ду300, полученных с использованием системы серии «АВГУР», и металлографии: а – изображения В- и D-типа, полученные в измерительном режиме АУЗК; б – фотография микрошлифа сварного шва в области дефекта

рублей. Сегодня все сварные соединения такого типа постоянно проверяют нашими системами «АВГУР». На сленге станций это называется «проавгурить». На сегодня все сварные соединения «проавгурены» по четыре-пять раз (более 100 тыс. соединений).

На рис. 13 приведены безопасные области эксплуатации сварных соединений (кривые 1–3), которые определяются длиной и высотой трещин. Кривые соответствуют длительности межконтрольного срока эксплуатации с учетом подрастания трещины за этот период времени в длину и глубину.

Новое поколение систем «АВГУР»

В 2003 году прошла приемочные испытания система «АВГУР 5.2», которая сменила «АВГУР 5.2», которая сменила «АВГУР 4.2» и на десятилетие определила наши внедренческие работы. С началом использования системы «АВГУР 5.2» мы вошли в тематику контроля сварных соединений реакторов ВВЭР-440 и ВВЭР-1000. Здесь оказалось непаяное поле задач и проблем. Для многих швов не существовало вообще никакого контроля. Лишь для некоторых швов действовали ручные методики. Швы эти оказались непро-

стые, как правило, аустенитные, большой толщины, многие из них разнородные, с ограниченными поверхностями ввода ультразвука, к тому же криволинейные. До нашего участия в этих работах такие швы считались неконтролепригодными.

Первый же контроль разнородных соединений на реакторе ВВЭР-440, отработавшем тридцать лет, показал наличие огромной трещины высотой в две трети толщины шва и длиной в

половину периметра (рис. 14). Была очевидной опасность катастрофического отрыва трубопровода диаметром 1100 мм. Станционные работники не хотели верить, что такое возможно, долго не решались на ремонт, но позже вскрыли шов, провели металлографические исследования, и все подтвердилось. Доверие станций к нашим разработкам контроля возросло многократно. Вообще, с недоверием к результатам разработок и контроля мы сталкивались очень часто, особенно вначале, и каждый раз приходилось доказывать достоверность наших данных путем вскрытия и металлографии.

В 2003–2013 годах мы разработали около двадцати методик, охватывающих основные сварные соединения реакторов ВВЭР. Почему так много? Дело в том, что в атомной отрасли существует непреложное правило: не допускают контроля новым оборудованием, если нет аттестованной методики применительно именно к данному шву, а оборудование не прошло сертификацию в Госстандарте. Недопустимо использование универсальных методик, слишком большое значение придается качеству контроля каждого

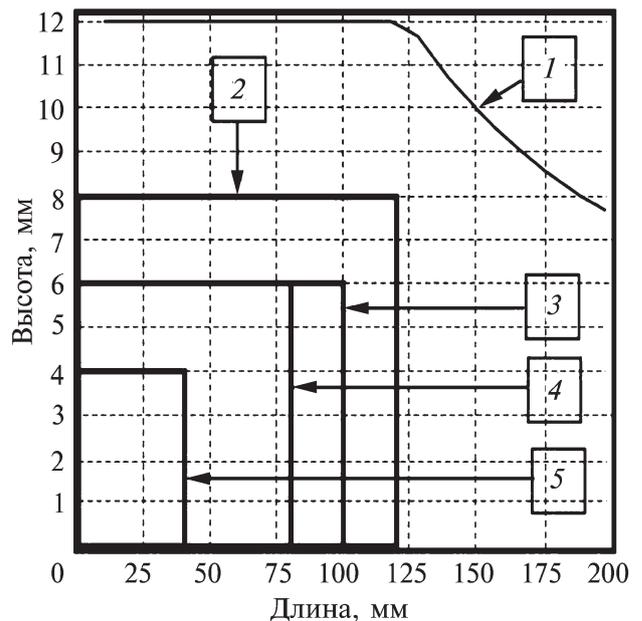


Рис. 13. Диаграмма допустимых размеров дефектов: 1 – диаграмма предельных допустимых дефектов; 2 – область, безопасная для эксплуатации на конец срока оценки; 3 – область, безопасная для эксплуатации на 1 год; 4 – область, безопасная для эксплуатации на 2 года; 5 – область, безопасная для эксплуатации 4 года

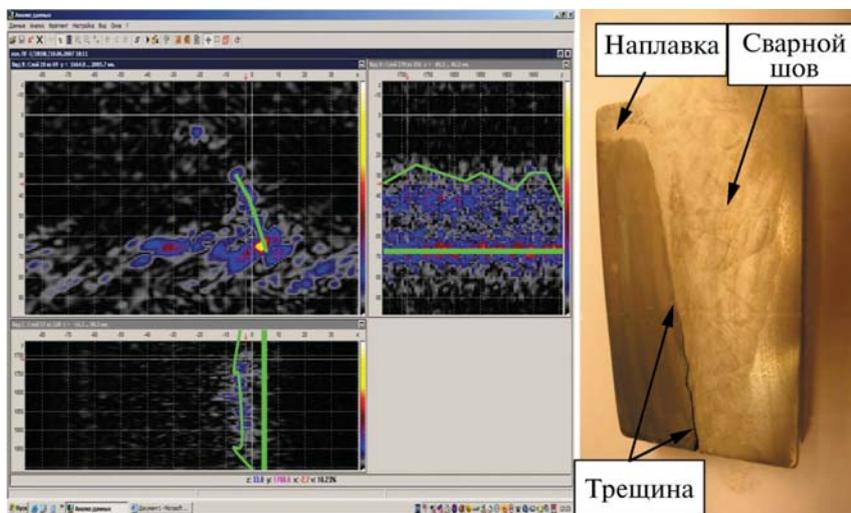


Рис. 14. Когерентное изображение B-, C- и D-типа плоскостного дефекта в разнородном сварном соединении Ду1100 реактора ВВЭР-440, полученное по данным измерительного контроля с использованием продольных волн: пунктирные линии отмечают трещину; справа — микрошлиф сварного соединения

шва. Причем при каждой аттестации новой методики требуется проводить испытания на образцах с искусственными и реалистичными дефектами. Изготовление образцов — также забота и головная боль разработчика. В развитых странах существуют специализированные независимые валидационные центры, оснащенные парками образцов на все случаи жизни. Им передаются методики и оборудование, и они проводят экспертизу и выдают сертификат о возможности применения. К сожалению, у нас ничего подобного нет, разработчик сам и швец, и жнец, и на дуде игрец.

Постепенно новая технология начала проникать и в другие отрасли. Так, например, на нефтебазе Шисхарис (дочернее предприятие ПАО «Транснефть» в Новороссийске) в сварном шве диаметром 1200 мм экспортного трубопровода была обнаружена трещина высотой в одну треть сечения (рис. 15). Никакими другими методами она не выявлялась. Преодолев первоначальное недоверие местных специалистов, мы все же получили добро от руководства головной компании на вскрытие и ремонт этого

участка трубопровода. Металлография вырезанного темплета показала хорошее совпадение. Через непродолжительное время эта трещина могла бы привести к катастрофе. После этого случая было принято решение проверить все сварные соединения.

Похожая ситуация сложилась в одной дочерней компании ПАО «Газпром». На нескольких компрессорных станциях (КС) при плановом контроле было забраковано порядка 400 сварных соединений. Ремонт их потребовал бы выключения на длительный период нескольких КС из сети экспортных поставок газа. Применение нами в 2003 — 2004 годах АУЗК системами «АВГУР» с последующими прочностными

расчетами показал, что ремонт потребовался всего 20 соединениям. Во всех остальных наблюдались отражатели, либо не являющиеся дефектами, либо это были дефекты, тип и размеры которых не представляли угрозы для работоспособности конструкции.

Одна из полезных разработок, часто используемых в ПАО «Газпром», — это система «АВГУР-Т», предназначенная для контроля тройников сварных с накладками (рис. 16). В ней впервые применена трехмерная голография, позволившая сфокусировать луч на расстоянии до 1 м, что обеспечило обнаружение и измерение дефектов в тройниках под накладками. Задача контроля тройников весьма актуальна, поскольку именно поднакладочный шов является слабым узлом и к тому же ранее был неконтролепригоден. А таких тройников в эксплуатации более 40 тысяч. Система «АВГУР-Т» включена в программу оснащения всех дочерних предприятий ПАО «Газпром».

На вопрос, для чего применяется ультразвуковая автоматизированная голография, можно ответить следующее.

Применение ультразвуковой автоматизированной голографии позволило решить давнюю проблему УЗК — измерять реальные дефекты, осуществить переход от дефектоскопии к дефектометрии, которая открыла много новых возможностей и приложений.

С помощью предложенной новой технологии диагностики

Рис. 15. Контроль системой «АВГУР» на нефтебазе Шисхарис, 2002 год





Рис. 16. Автоматизированный голографический контроль сварных соединений тройников с накладками

ЧАСТЬ 3. УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ДЕФЕКТОМЕТРИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ФАЗИРОВАННЫХ АНТЕННЫХ РЕШЕТОК

Двухтысячные годы в мире неразрушающего контроля ознаменовались быстрым развитием направления, связанного с применением фазированных антенных решеток (ФАР). Многие уважаемые компании предложили рынку приборы на основе ФАР-технологии. Мне показался перспективным этот вектор развития средств контроля. Наши ведущие специалисты поначалу не поддержали покупку прибора, говорили, что у нас есть система «АВГУР» – более мощное средство, чем ФАР. Тем не менее я настоял на приобретении в 2007 году прибора Х-32 компании Harfang. Это стало поворотной вехой в развитии «ЭХО+».

Детальное изучение прибора и в целом технологии ФАР показало, что перед системой «АВГУР 5.2» у нее есть как минимум два преимущества. Первое: за счет качания луча по глубине отпадает необходимость сканирования по одной координате, тем самым повышается производительность контроля. И второе: мгновенная обработка, результаты выводятся сразу на экран, что также повышает производительность. Зато обнаружилось множество недостатков и проблем. Это и ограничения в применении для толщин свыше 50 мм, и фокусировка изображения только по одной линии, и наличие ложных изображений, усложняющих расшифровку, и проблемы встраивания приборов в автоматические системы контроля. Нельзя забывать, что в России на то время ни в одной отрасли не было разработано ни одной методики, регламентирующей применение приборов. К тому же их стоимость зашкали-

объектов повышенной опасности, заключающейся в трехуровневом контроле с измерением реальных размеров дефектов, можно проводить оценку состояния эксплуатируемых объектов по их фактическому состоянию и выйти на управление остаточным ресурсом.

Получив возможность измерять реальные размеры дефектов, специалисты по прочности начали работы по созданию эксплуатационных норм на диагностику объектов. Наш опыт показывает, что ультразвуковая дефектометрия и наличие эксплуатационных норм сокращают объем ремонтных работ не менее чем в 10 раз [3, 4]. В то же время повышается эксплуатационная надежность объектов, поскольку к эксплуатации не допускаются изделия с трещинами, превысившими критические размеры.

вала за 100 тыс. дол. Это обстоятельство существенно тормозило применение в общем-то прогрессивной технологии ФАР, хотя на все АЭС централизованно было поставлено по два прибора Omniscan.

После детального изучения на практике технологии и приборов ФАР у наших ученых появилось множество идей, как улучшить технологию и создать более совершенное оборудование для автоматизированного УЗК. Был предложен и разработан новый алгоритм под названием С-SAFT, который в дальнейшем трансформировался в 3D-C-SAFT. Строго говоря, к этому времени уже появились работы российских ученых А.А. Самокрутова и В.Г. Шевальдыкина (компания «Акустические контрольные системы»), и даже выпускается прибор А1550 «Интровизор». Но мы пошли дальше и впервые разработали автоматизированную систему «АВГУР-АРТ». Именно в автоматизированном режиме в полной мере проявляются все преимущества технологии, которая, кстати, названа «Цифровая фокусирующая антенна» (ЦФА) [5].

Не вдаваясь в физику и тонкости, выделим преимущества ЦФА. Во-первых, создается такое акустическое поле в изделии, в котором формируется слабо расходящийся узкий луч шириной менее 1 мм, что обеспечивает высокую разрешающую способность – такую же, как при голографии. При этом чем больше толщина изделия, тем более значимо это преимущество. Благодаря формированию узкого пучка лучей чувствительность контро-



Рис. 17. Система «АВГУР-ТФ»

ля повысилась примерно в 2 раза, появилась возможность контролировать изделия большой толщины (300 мм и более) с измерением размеров дефектов от 1 мм.

Во-вторых, для всех когерентных методов визуализации характерно наряду с основным изображением наличие ложных изображений (фантомов), связанных с другими модами волн, неизбежно возникающих на дефекте. Фантомы затрудняют анализ результатов и препятствуют автоматизации анализа. В свое время мы прилагали немалые усилия для решения этой проблемы, приглашали ученых – специалистов по распознаванию изображений, но результата достичь не удалось именно из-за многообразия фантомов. Так вот, технология ЦФА позволяет эти самые фантомы обратить во благо: проанализировать отдельно изображения на разных акустических схемах и объединить их. Тогда все изображения дефектов, полученные любым ходом лучей, превратятся в одно единственное изображение без фантомов. А далее уже можно автоматизировать и анализ, и получение протокола контроля.

В-третьих, при формировании правильного изображения большую роль играет профиль внутренней поверхности справа и слева от сварного шва, который далеко не всегда совпадает с чертежом и заранее неизвестен. Это незнание приводит к размыванию изображения и увеличению погрешности измерения размеров дефектов. Технология ЦФА позволяет при размещении антенных решеток с двух сторон шва восстановить профиль внутренней поверхности и с его учетом получить новое изображение, в котором ошибка будет сведена к нулю. Кстати, эта возможность легла в основу предложенной нами технологии измерения толщины и профиля внутренней поверхности по всему периметру сварного соединения, что дает дополнительную информацию о его качестве.

Есть еще ряд менее значимых преимуществ технологии ЦФА (более высокое отношение сигнал/шум при контроле аустенитных сварных швов, безэталонное и одновременное измерение толщины и скорости продольных и поперечных волн). Все эти преимущества как раз и удалось реализовать в новой системе «АВГУР-АРТ».

В 2010 году сложилась благоприятная ситуация по форсированному развитию приборов и технологий с использованием ФР применительно к контролю сварных соединений на АЭС. С одной стороны, в концерне «Росэнергоатом» и на АЭС понимали, что применение дефектоскопов ФР перспективно, и даже закупили по два прибора на все АЭС. Но отсутствие разрешенных методик не позволяло их применять. С другой стороны, мы накопили достаточно большой опыт использования дефектоскопов ФР. Факультативно мы несколько лет применяли их при контроле. Я вышел в концерн РЭА с предложением создать комплексную программу развития этого направления. Программа была создана, утверждена на уровне руководства концерна и финансировалась четыре года. Благодаря ей нам удалось разработать ту самую базовую систему «АВГУР-АРТ», которая на несколько лет стала основным нашим продуктом; благодаря этой программе были созданы и разрешены к применению пятнадцать методик, идет поставка этих систем на все АЭС, практически на все наиболее ответственные сварные соединения реакторных установок типа ВВЭР. Наш отдел неразрушающего контроля также был оснащен системами «АВГУР-АРТ» и успешно применяет их в эксплуатационном контроле на АЭС. Кроме того, разработано 18 методик контроля объектов АЭС, охватывающих практически все сварные соединения первого и второго контуров. Все эти методики предполагают использование как в режиме классической ФР, так и в режиме ЦФА. Главной особенностью их как раз и является возможность измерения размеров дефектов.

Мы выполнили две разработки для предприятий, производящих изделия большой толщины, в частности для ОАО «Ижорские заводы», выпускающего сосуды химических реакторов диаметром до 5,5 м, длиной до 40 м и толщиной 300 мм и более.

Одна из последних наших поставок состоялась на Ленинградский металлический завод (ЛМЗ), готовящийся выпускать сварные роторы турбин новой конструкции с большой толщиной сварных швов – до 200 мм. С этой целью мы переработали систему «АВГУР-АРТ» таким образом, чтобы она поддерживала контроль одновременно четырьмя антенными решетками, две из которых предназначены для контроля продольных, а две другие – поперечных дефектов.

Расскажу о нашем вкладе в развитие технологии TOFD. За рубежом нашел широкое применение для контроля сварных швов так называемый TOFD (Time of Flight Diffraction – дифракционно-временной, или в буквальном переводе с английского «время-пролетный» метод) – разновидность ультразвукового метода контроля. В России TOFD совершенно не представлен, нет ни методик, ни аппаратуры. Мы взялись восполнить этот пробел, разработали и поставили систему на базе «АВГУР-Т», реализующую технологию применительно к большим толщинам – 300 мм и более. Преимущество технологии TOFD состоит в высокой производительности контроля (отсутствие одной координаты сканирования), а также в возможности измерения высоты дефектов с достаточно высокой точностью. Но имеется и серьезный недостаток: трудно расшифровывать результаты, требуются высококвалифицированные специалисты. Еще один недостаток заключается в том, что невозможно определить координаты обнаруживаемых дефектов в сварных швах относительно оси сварного шва. Нельзя определить, где находится дефект: слева, в середине или справа. Решение этой задачи нами запатентовано. Эта технология требует высококачественного широкополосного электроакустического тракта. Такая аппаратура была создана в варианте отдельного блока, с возможностью подключения до четырех пар ПЭП для контроля изделий большой толщины. Несколько поставок осуществлено на заводы, выпускающие нефтехимические сосуды большой толщины (до 300 мм).

Шло время, мы продолжали заниматься новыми разработками. И вот наконец в 2017 году у нас появилась совершенно новая система «АВГУР-ТФ» (рис. 17). Она представляет собой двоянный блок, в котором реализованы одновременно три самые современные технологии контроля, а именно: технология фазированных

антенных решеток размером 64×64 независимых канала с возможностью подключения четырех антенных решеток. Вторая технология базируется на алгоритме цифровой фокусировки антенны, в которой последовательно один излучает, а остальные принимают с одновременным сложением всех А-сканов с учетом фазы. Третья технология использует «время-пролетный метод» (TOFD-метод). Все три технологии удачно дополняют друг друга, и в результате мы получаем полную информацию о качестве сварного шва. Наша разработка оказалась единственной на российском рынке подобного класса системой, потеснившей импортные очень дорогие системы, такие как «Ротоскан».

Система «АВГУР-ТФ» стала первой отечественной системой для автоматизированного контроля, в которой реализовано сразу несколько методов контроля: ФР в режимах секторного/линейного контроля с фокусировкой на постоянную глубину по вертикальной прямой, по сектору окружности, по отрезку произвольной прямой, зональная фокусировка, ЦФА, ЦФА-Х, ЦФА-У, ЦФА-ХУ, Multi-ЦФА, TOFD и АВИК (автоматизированный визуально-измерительный контроль). Испытания системы «АВГУР-ТФ» и опыт ее применения для АУЗК сварных соединений показали ее высокую эффективность по обнаружению и определению параметров дефектов, что достигается применением комбинации таких методов, как ФР, ЦФА, TOFD. Функциональные возможности системы, включая ее программное обеспечение, позволяют эффективно, в сжатые сроки решать задачи разработки методик контроля сварных соединений со сложной геометрией и проводить сам контроль.

Радиография или ультразвук: что лучше

Не могу не отметить еще одно достижение компании, которое базируется на высокой разрешающей способности наших систем. Дело вот в чем. Из-за плохой разрешающей способности традиционного УЗК на ответственные узлы, как правило, конструкторы назначают помимо УЗК еще и радиографический контроль (РГ) либо только его. С помощью РГ можно очень точно измерить реальные размеры дефектов. В то же время разрешающая способность систем «АВГУР» уже приближается к параметрам РГ, особенно для толщин более 20 мм, а для толщин более 80 мм превосходит его. Учитывая другие преимущества такого контроля (выявление трещин, высокая чувствительность, производительность, безопасность, экономичность, контроль объектов с высоким радиационным фоном), АУЗК становится прямым конкурентом РГК.

При аттестации методик полученные экспериментальные данные позволяют сделать следующие важные выводы:

- радиографический контроль обеспечивает меньшую чувствительность, чем АУЗК с дефектометрией;
- подтверждено наличие всех выявленных методом АУЗК несплошностей (не зафиксирована перебраковка);
- выявляются несплошности эквивалентной площадью менее 1 мм²;
- погрешность определения высоты методом АУЗК не превысила ±2 мм.

Нами аттестовано пять методик, заменяющих РГ на АУЗК для сварных швов диаметром от 159 до 720 мм, которые успешно применяются на всех АЭС.

У нас уже имеется опыт замены РГ на АУЗК в других отраслях. Приведу пример. К нам обратилась компания «Волгонефтехиммонтаж», возводившая в Кстово Нижегородской области завод «Лукойл-Нижегороднефтеоргсинтез». На объекте монтировалось большое количество трубопроводов диаметром 400–700 мм со сварными швами аустенитного класса, которые ранее принципиально не контролировались УЗК, поэтому предписан был контроль РГ источником ионизирующего излучения. На контроль каждого сварного шва уходит четыре с половиной часа, при этом требуется эвакуация персонала из зоны контроля. Мы разработали методику, провели приемочные испытания со вскрытием, металлографией и сопоставлением результатов, которые оказались положительными, и Ростехнадзор разрешил замену РГ на АУЗК. Мы проконтролировали сто швов за пятнадцать смен, при этом монтаж объекта не прерывался. Для РГ потребовалось бы пятьдесят пять смен с остановкой монтажа и срывом сроков пуска объекта. Сегодня мы уже имеем несколько методик для атомных станций, разрешенных для замены РГ. Наше глубокое убеждение: когерентный АУЗК для сварных соединений любого типа и диаметром 50 мм и более и толщиной 15 мм и более для эксплуатационного контроля значительно предпочтительнее, чем радиография.

Еще более масштабная внедренческая работа по замене радиографии на АУЗК аппаратурой «АВГУР-Т» была выполнена в 2016 году на предприятии Нижнекамскнефтехим. К этому времени у нас уже была разработана и утверждена Ростехнадзором методика АУЗК аустенитных сварных соединений большой толщины. Было продиагностировано более 1000 сварных соединений. На сегодняшний день это единственная и весьма эффективная методика контроля аустенитных сварных соединений. Производительность контроля составляет 15–20 погонных метров швов за смену, что в 4 раза выше, чем радиографией.

Ручной ФР-дефектоскоп

На протяжении всех 30 лет существования компании основное внимание мы уделяли разработкам автоматизированных комплексов, предназначенных для диагностики сварных швов и основного металла объектов повышенной опасности. Главное требование, предъявляемое к ним, — возможность не только выявлять дефекты, но и измерять их размеры. Эта стратегия всегда имела коммерческий и научный успех. Все больше отраслей народного хозяйства стали обращаться к использованию измерительного АУЗК, разрабатывать эксплуатационные нормы. Примером могут служить принятые в 2016 году нормы и правила НП-084-15 в атомной энергетике, впервые регламентирующие эксплуатационный контроль, основанный на измерении реальных параметров дефектов. Именно наши разработки дали толчок к созданию подобных документов. Создавая 30 лет назад компанию, я и мечтал о таком развитии ультразвуковой дефектометрии. Но, к сожалению, этот процесс пошел гораздо медленнее, чем я прогнозировал в начале пути. На то были свои причины, и главные — консерватизм руководителей отраслей, недостаточная подготовленность нормативной базы.



Рис. 18. Внешний вид дефектоскопа «АВГУР-АРТ Р»

Не надо быть провидцем, чтобы увидеть, что в последние 5–7 лет во всем мире взрывным образом стали появляться на рынке ручные приборы, основанные на ФР-технологии. Это показало посещение нами двух международных выставок: всемирной в 2016 году в Мюнхене и европейской в 2018 году в Гетеборге. По нашим подсчетам, не менее 50 мировых компаний сегодня выпускают ФР-дефектоскопы. В последние годы появилось несколько российских разработок таких компаний, как «Кропус», АКС, «Вотум». Тем не менее лидерами на российском рынке продаж стали импортные дефектоскопы «Харфанг VEON» («Сона-тест») и «Омнискан МХ-2» («Олимпус»). И, не-

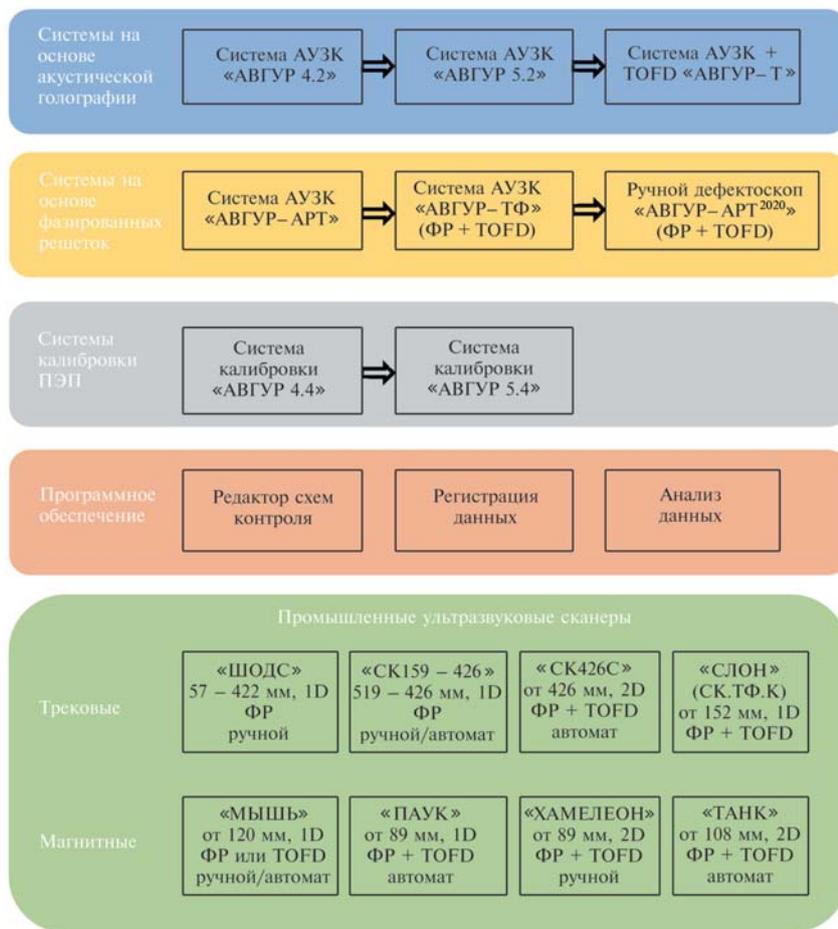


Рис. 19. Обобщенная схема продукции ООО «НПЦ «ЭХО+»

смотря на высокую цену (порядка 6 млн руб.), они десятками штук поставляются в Россию. В России в последние годы проводится политика импортозамещения, направленная на снижение зависимости промышленности от импортных поставок. Имея большой опыт в создании автоматизированных систем с применением ФР, а также в соответствии с направлением на импортозамещение, мы разработали свой ручной ФР-дефектоскоп «АВГУР-АРТ^Р» (рис. 18). В нем максимально использованы самые современные решения, накопленные в России и за рубежом. Этот дефектоскоп, по сути, включает в себя три дефектоскопа, в том числе: ФР-дефектоскоп, ЦФА-дефектоскоп и TOFD-дефектоскоп. Особен-

ностью его является то, что он может работать одновременно во всех этих режимах, что существенно повышает достоверность контроля.

Основные отличительные характеристики дефектоскопа «АВГУР-АРТ^Р»:

- большой экран 13,3", позволяющий видеть одновременно до 8 картинок;
- количество каналов прибора от 32×32 до 64×128;
- наличие программы, реализующей излучение и обработку сложных сигналов, что позволяет многократно повысить чувствительность контроля;
- работа с широким спектром сканеров, поскольку прибор поддерживает три энкодера.

Немаловажно, что цена дефектоскопа «АВГУР-АРТ^Р» бу-

дет существенно ниже аналогичных импортных приборов.

Продукция нашей компании

На рис. 19 схематично представлена актуальная продукция компании:

- системы автоматизированного контроля с применением акустической голографии («АВГУР 5.2» и «АВГУР-Т»), одним из режимов работы системы «АВГУР-Т» является контроль поднакладочных сварных соединений в тройниках магистральных газопроводов, другой режим – реализация технологии TOFD;
- дефектоскопы с поддержкой технологии фазированных решеток и цифровой фокусировки – «АВГУР-АРТ»; первые такие дефектоскопы выполнялись на базе импортной многоканальной электроники, но в настоящее время мы целиком перешли на платы, разработанные в ООО «НПЦ «ЭХО+»; флагманским прибором становится дефектоскоп «АВГУР-АРТ^Р»;
- системы калибровки пьезоэлектрических преобразователей «АВГУР 4.4» и «АВГУР 5.4», которые приобретаются метрологическими центрами по всей России от Калининграда до Хабаровска;
- программное обеспечение всех дефектоскопов и систем, которое стандартизовано и делится на три основных модуля: «Редактор схем контроля», «Регистрация данных» и «Анализ данных»;
- промышленные ультразвуковые сканеры, реализующие автоматизацию и механизацию контроля, которые подразделяются на ручные и автоматизированные, трековые и магнитные; с помощью этих сканеров проводится контроль от трубок 57 мм до корпуса парогенератора диаметром 4,5 м.

Услуги по контролю

Как я уже писал, начиная с 1996 года наша компания одновременно с разработками стала осуществлять эксплуатационный контроль на АЭС нашими системами. Поначалу это были системы «АВГУР 4.2», и работы проводились на наиболее ответственных трубопроводах. Эта работа оказалась весьма полезной для станций, поскольку позволила резко уменьшить объемы ремонта и, соответственно, время простоя энергоблока и повысить эксплуатационную надежность именно благодаря своевременному обнаружению и ремонту сварных соединений с опасными трещинами. Эта наша работа хорошо оплачивалась, что позволяло компании не только существовать, но и активно развиваться, создавая новые виды продукции. Через несколько лет в рамках компании был организован отдел неразрушающих методов контроля, который профессионально занимался только контролем и только нашими системами. Осуществляемая при этом обратная связь между контролерами и разработчиками оказалась очень эффективной для совершенствования продукции и подпитки новыми идеями. Благодаря такой организации деятельности компании нам удалось создать четыре поколения АВГУРов, постоянно расширяя область их применения. Именно благодаря высоким метрологическим характеристикам в области ультразвуковой дефектометрии были разработаны многочисленные методики по замене радиографического контроля на когерентный АУЗК, что позволило начать работы по созданию эксплуатационных норм на контроль промышленно опасных объектов.

Начиная с 2010 года компания проводит работы по АУЗК сварных швов объектов нефте-



Рис. 20. Услуги ООО «НПЦ «ЭХО+». Отрасли и заказчики

химии. Эти работы оказались не менее востребованными благодаря большому количеству преимуществ перед радиографическим контролем. Особенно эти преимущества наблюдаются при контроле трубопроводов большой толщины (40 мм и более), к тому же выполненных из аустенитных материалов. С этой целью нами разработаны две методики, используемые на объектах нефтехимии.

Одна из особенностей ООО «НПЦ «ЭХО+» заключается в том, что наши специалисты сами работают с системами нашей разработки и первыми налаживают обратную связь с разработчиками. У нас принято за правило, чтобы и разработчики сами поучаствовали в проведении контроля тем оборудованием, которое они создали.

На рис. 20 схематично представлены две основные отрасли,

в которых мы работаем, и самые крупные заказчики.

Библиографический список

1. **Методы** акустического контроля металлов / под ред. Н.П. Алешина. М.: Машиностроение, 1990. 456 с.
2. **Вопилкин А.Х.** Без истории нет будущего. М.: ИД «Спектр», 2019, 378 с.
3. **Автоматизированный** ультразвуковой контроль объектов повышенной опасности: сб. ст. / под ред. А.Х. Вопилкина. СПб.: Свен, 2010. 64 с.
4. **Ультразвуковая дефектометрия** металлов с применением голографических методов / под ред. А.Х. Вопилкина. М.: Машиностроение, 2008. 268 с.
5. **Ультразвуковая дефектометрия, 20 лет:** сб. ст. / под ред. А.Х. Вопилкина. СПб.: Свен, 2015. 140 с.

Российская наука понесла невосполнимую утрату – в возрасте 75 лет скончался заместитель председателя Отделения по научно-организационной работе, главный научный сотрудник Института машиноведения УрО РАН, академик РАН

Эдуард Степанович Горкунов

(1945–2020)



Научная деятельность Эдуарда Степановича более 50 лет была связана с Уральскими научными центрами – вузами, институтами Академии наук СССР и России. В известной Уральской школе магнитных и электромагнитных физических методов неразрушающего контроля в применении к объектам металлургии и машиностроения Э.С. Горкуновым осуществлены разработка и создание магнитных, электромагнитных и электромагнитно-акустических (ЭМА) методов НК и технических средств оценки фактических состояний изделий и элементов конструкций, определения ресурса ответственных объектов техники.

Э.С. Горкунов выполнил цикл фундаментальных исследований по установлению связей процессов перемагничивания со структурным состоянием и прочностными характеристиками металлов, внес вклад в разработку теоретических основ магнитной структуроскопии и ТД элементов конструкций, создал около 20 типов приборов и установок, используемых на многих металлургических и машиностроительных предприятиях России и стран СНГ.

Научные достижения доктора технических наук профессора Э.С. Горкунова получили высокую оценку: в 1997 г. он избран членом-корреспондентом РАН, с 2011 г. он академик РАН по Отделению энергетики, машиностроения, механики и процессов управления.

В 1994 – 2015 гг. Эдуард Степанович Горкунов возглавлял Институт машиноведения УрО РАН, в последующие годы он являлся научным руководителем института, заместителем председателя УрО РАН по научно-организационной работе.

Серьезное внимание Эдуард Степанович уделял вопросам подготовки и аттестации научных кадров высшей квалификации, работе с аспирантами, соискателями и студентами. Под руководством Э.С. Горкунова защитили диссертации два доктора и 12 кандидатов технических наук.

О высоком авторитете Э.С. Горкунова в научном сообществе свидетельствует его избрание заместителем председателя Научного совета РАН по проблеме «Неразрушающие физические

методы контроля», заместителем председателя Научного совета РАН по автоматизированным системам диагностики и испытаний, вице-президентом Российского общества по неразрушающему контролю и технической диагностике (РОНКТД), с марта 2014 по сентябрь 2017 гг. он был президентом РОНКТД, в последние годы почетным членом РОНКТД.

Эдуард Степанович являлся заместителем главного редактора журнала «Дефектоскопия» и журнала «Контроль. Диагностика», членом редколлегии журналов: «Машиностроение и инженерное образование», «Транспорт Урала», «Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета», болгарского журнала «Научни известия на НТСМ».

Э.С. Горкунов был членом Межведомственного совета по присуждению премий Правительства РФ в области науки и техники, Координационного совета по техническим наукам при Президиуме РАН, Координационного совета по вопросам транспортного машиностроения при департаменте транспортного и специального машиностроения Министерства промышленности и торговли Российской Федерации, бюро Объединенного совета по математике, механике и информатике при Президиуме УрО РАН, членом Межакадемического совета по проблемам развития Союзного государства (Российская часть), Национального аттестационного комитета России по неразрушающему контролю.

Научные достижения Э.С. Горкунова отмечены государством, он награжден орденом Дружбы (2004 г.), знаком «Трудовая слава III степени» (2007 г.), орденом Почета (2012 г.). Э.С. Горкунову присуждены Государственная премия Российской Федерации 1997 г. в области науки и техники за цикл работ «Разработка, создание и внедрение методов и средств электромагнитного контроля для обеспечения техногенной безопасности и качества промышленных объектов», Премия Правительства РФ 2004 г. в области науки и техники за исследование, разработку, освоение производства и применение магнитоуправляемых наножидкостей и новых электромеханических устройств на их основе, Премия УрО РАН им. члена-корреспондента М.Н. Михеева в области экспериментальной физики (2006 г.).

Научные труды Эдуарда Степановича получили международное признание, за выдающийся вклад в развитие и всемирное распространение знаний в области неразрушающего контроля. Он избран действительным членом Международной академии неразрушающего контроля (2009 г.), Почетным членом Болгарского и Израильского обществ неразрушающего контроля (2010 г.). Под руководством Э.С. Горкунова в рамках грантов РФФИ и интеграционных проектов велись совместные работы с Институтом прикладной физики Национальной академии наук Беларуси, в течение 12 лет выполнялись совместные проекты с Институтом механики Болгарской академии наук.

Члены Российского общества по неразрушающему контролю и технической диагностике, ученые и специалисты ЗАО «НИИ интроскопии МНПО «Спектр», Института машиноведения УрО РАН, редакция журнала «Территория NDT», друзья и коллеги выражают соболезнование ученым и специалистам УрО РАН, родным и близким Эдуарда Степановича в связи с его кончиной. Вечная память выдающемуся ученому и достойному человеку.