

ТЕРРИТОРИЯ NDT

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ

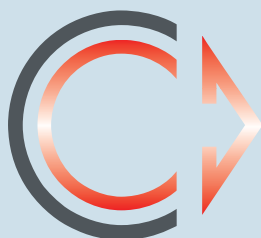
1, 2024

январь – март (49)



ГОРДИМСЯ ПРОШЛЫМ

ПРОЕКТИРУЕМ БУДУЩЕЕ



ПРОМЫШЛЕННЫЙ МОНИТОРИНГ

НИИИИИ

ЦИФРОВЫЕ РЕШЕНИЯ



ЛЕТ УСПЕХА

770 +

типов диагностических
приборов и устройств

5100 +

патентов
на изобретения

4000 +

монографий
и научных статей

200 +

докторов
и кандидатов наук



ЦИФРОВАЯ
ИНФРАСТРУКТУРА **НК**

SMART-СТАНДАРТЫ

SMART-ОБОРУДОВАНИЕ

СЕРВИСЫ
ПО ОБРАБОТКЕ ДАННЫХ

реклама



СОВМЕСТНЫЙ ПРОЕКТ ДЕСЯТИ НАЦИОНАЛЬНЫХ ОБЩЕСТВ ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ

Система цифровой радиографии Новоскан на основе гибкой панели

Первая в мире, единственная в России

Используется в различных
отраслях промышленности

- замена традиционной пленки (I,II класс точности) цифровыми системами
- нет необходимости в проявочной лаборатории и утилизации расходных материалов
- ускорение процесса диагностики
- собственное ПО с необходимым набором инструментов для работы с изображениями



www.twn-technology.com
+7 499 388 62 92



Система цифровой радиографии НОВОСКАН
(ТУ 28.99.39-002-40843429-2019, номер в Госреестре СИ РФ 85882-22)

**В. И. Грачёв, О. Н. Будадин, М. Ю. Федотов, С. А. Смотровая,
В. А. Анискович, С. О. Козельская, А. Н. Рыков**

ИЗДЕЛИЯ ИЗ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ: НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ И ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА

В 2-х томах

ISBN 978-5-4442-0180-2. Формат - 70x100 1/16, твердый переплет, год издания - 2023.

Том 1. ISBN 978-5-4442-0181-7. 382 страницы

Рассмотрены научно-практические основы создания современных методов и средств неразрушающего контроля и технической диагностики с возможностью оценки, а также прогнозирования ресурса эксплуатации сложных технических систем из конструкционных слоистых полимерных композитных материалов. Предложенные подходы актуальны прежде всего для обнаружения неявных дефектов и диагностики состояния высоконагруженных конструкций – баллонов высокого давления, сложных пространственных конструкций, крыльев и фюзеляжей самолетов, хвостового оперения, тканых бронематериалов и изделий на их основе и т.п. Приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований, отражающих развитие методов и аппаратно-программных средств контроля конструкций из полимерных композитных материалов.

Том 2. ISBN 978-5-4442-0182-4 . 353 страницы

Представлены новые направления развития методов и средств неразрушающего контроля полимерных композитных материалов, которые за последние два десятилетия все активнее внедряются в реальные изделия транспортной, прежде всего авиационно-космической отрасли промышленности, за счет сочетания высоких эксплуатационных свойств при существенном выигрыше в весе в сравнении с традиционными материалами и сплавами. Представленные в работе технологии контроля могут быть применимы как для выявления, оценки накопления и идентификации различных дефектов конструкций из полимерных композитных материалов, так и для непрерывного контроля напряженно-деформированного состояния и температуры в процессе стендовых испытаний изделий, а в перспективе и непосредственно при эксплуатации. Приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований, посвященных вопросам совершенствования и автоматизации методов и средств контроля конструкций из полимерных композитных материалов, а также развитию целого ряда новых направлений в диагностике качества.

Предназначена для инженеров и научных сотрудников материаловедческих, приборостроительных и смежных специальностей, работающих в области по направлениям неразрушающего контроля и технической диагностики конструкций из полимерных композитных материалов.



1870 руб.

HS PA30-X



- УЗ дефектоскоп с ФР, TOFD, FMC, TFM
- Конфигурации 16:64, 32:64, 32:128, 64:128
- Контроль сварки, основного металла, ПКМ и резьбовых соединений
- 3D-визуализация
- Полностью русифицирован
- ПО для ПК в комплекте



Москва, ул. Электрозаводская, 27с8, БЦ «Лефорт»
+7 (495) 775-75-25 (многоканальный)
ndt@pergam.ru
PERGAM.RU/NDT



Откройте для себя продукцию компании «ЭХО+» – одного из лидеров в области неразрушающего контроля и технической диагностики



НПЦ «ЭХО+» – уникальное предприятие, объединяющее несколько направлений: производство приборов УЗК, неразрушающий контроль, научные разработки, обучение и сервисное обслуживание. Не имеющие аналогов методики и продукты ультразвукового контроля компании «ЭХО+» позволяют с максимальной вероятностью выявлять и визуализировать скрытые дефекты сварных соединений и основного металла, с учетом определения их характера и остаточного ресурса.



Научно-производственный центр «ЭХО+»
Москва, ул. Твардовского, 8. Технопарк «Строгино»
Телефон и факс: +7 [495] 780-92-67
Эл. почта: echo@echoplus.ru



www.echoplus.ru



Три линейки дефектоскопов для решения ваших задач

ООО «Спектрофлэш» - российский разработчик и производитель портативных рентгеновских дефектоскопов. Полный цикл производства от проектирования до серийного выпуска.

Серийная продукция: рентгеновские дефектоскопы ПАМИР, АРИНА, МАРТ, кроулеры СИРЕНА.

Область применения выпускаемых аппаратов – контроль качества сварных соединений при работе в полевых условиях и труднодоступных местах.

Ключевые особенности — малый вес и габариты при сравнительно низкой стоимости.

Серия АРИНА



Работа без проводов

Новая модель АРИНА-3 М не требует кабелей. Работает от сменного аккумулятора, управляется дистанционно.

- Напряжение 160 кВ
- 2 аккумулятора в комплекте
- Масса 6,5 кг

Простота и удобство

Серия импульсных дефектоскопов АРИНА и ПАМИР:

- Напряжения 200, 250, 300 кВ
- Масса от 5 кг до 8 кг
- Направленное и панорамное просвечивание
- Торцевой выход
- Простота в эксплуатации
- Низкая стоимость
- Наличие в реестре ПАО Газпром



Пульт дистанционного управления



Позволяет добавить функцию беспроводного управления в любой импульсный дефектоскоп серий АРИНА или ПАМИР.

Дальность действия — 30 метров.

Сигнальная лампа-вспышка

Особенности:

- Масса 300 г,
- Размеры 63×75 мм,
- Магнитное крепление,
- Автономное питание,
- Не требует кабельного соединения,
- Работает с любыми дефектоскопами.



+7 (812) 602-12-58
+7 (812) 602-12-54
+7 (921) 406-91-07

www.spectroflash.ru



Серия МАРТ — с постоянным напряжением

- Стабилизированное регулируемое напряжение (умножитель)
- Произведено более 1700 изделий
- Имеется модель с торцевым выходом излучения
- Малый размер фокусного пятна
- Идеален для цифровой радиографии
- Наличие в реестре ПАО Газпром



МАРТ-200

- Диапазон напряжений от 105 кВ до 200 кВ
- Масса 5 кг
- Фокусное пятно 2,2 мм.
- **Торцевой** выход излучения

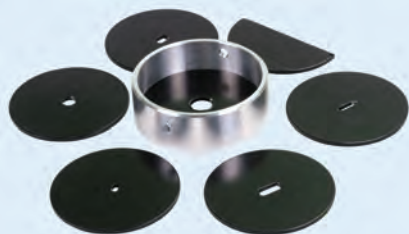


МАРТ-250

- Диапазон напряжений от 130 кВ до 250 кВ
- Масса 9 кг
- Фокусное пятно **0,9×1,4 мм**
- Боковой выход излучения

Аксессуары

Коллиматоры для МАРТ-200



Набор из 7 коллиматоров с разными углами раскрытия.

Позволяют уменьшить величину неиспользуемого рентгеновского излучения.

Щелчок-1

**Самый простой способ
крепления МАРТ-250**

Особенность — простота перемещения при смене точки контроля.

Ключевая идея — отсоединять рентгеновский моноблок. Легкий ремень без усилий перемещается на новую точку контроля.

Присоединить и отсоединить моноблок можно всего одним щелчком.



Два действия на подготовку:

- закрепить ремнем основание,
- затянуть ремень храповым механизмом.

Одно действие на фиксацию:

- зафиксировать моноблок защелкой

15-17 АПРЕЛЯ 2024 ГОДА
МОСКВА · ЦВК ЭКСПОЦЕНТР

ХІ МЕЖДУНАРОДНЫЙ ПРОМЫШЛЕННЫЙ ФОРУМ

Крупнейшая специализированная выставка средств и технологий
неразрушающего контроля, технической диагностики,
мониторинга состояния и оценки ресурса на территории СНГ
и стран Азии



15+
КРУГЛЫХ СТОЛОВ
С УЧАСТИЕМ ЭКСПЕРТОВ



3000+
РУКОВОДИТЕЛЕЙ
И СПЕЦИАЛИСТОВ



50+
КОМПАНИЙ-ЛИДЕРОВ
В ОБЛАСТИ НК И ТД

15-18 апреля 2024 года в ЦВК Экспоцентр проходит
выставка «Нефтегаз 2024»



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

Заместитель главного редактора:
Клейзер П.Е. (Россия)

Редакционный совет:

Азизова Е.А.
(Узбекистан,
заместитель председателя УзОНК)
Аугутис В. (Литва)
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)
Муравин Б.
(Израиль,
зам. президента INA TD&CM)
Ригишвили Т.Р.
(Грузия, президент GEONDT)
Скордев А.Д.
(Болгария,
почетный председатель BGSNDT)

Редакция:

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

Адрес редакции:

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

Журнал зарегистрирован
в Федеральной службе по надзору
в сфере связи, информационных тех-
нологий и массовых коммуникаций
(Роскомнадзор). Свидетельство
о регистрации средства массовой ин-
формации ПИ № ФС77-47005

Учредители:

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

Издатель:

ООО «Издательский дом «Спектр»,
119048, Москва,
ул. Усачева, д. 35, стр. 1
[Http://www.idspektr.ru](http://www.idspektr.ru)
E-mail: info@idspektr.ru
Телефон +7 (495) 514-76-50

Корректор Смольянина Н.И.
Компьютерное макетирование
Смольянина Н.И.
Сдано в набор 22 января 2024
Подписано в печать 26 февраля 2024
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

Территория NDT

СОДЕРЖАНИЕ

1 (январь – март), 2024

СТРАНИЧКА РУКОВОДИТЕЛЯ

Обращение президента РОНКТД В.А. Сясько 6

ВЫСТАВКИ. СЕМИНАРЫ. КОНФЕРЕНЦИИ

Фёдоров А.В., Базулин Е.Г. О работе XXIII Всероссийской научно-технической
конференции по неразрушающему контролю и технической диагностике 8

Матвеев В.И., Клейзер Н.В. Приборы и оборудование на X Международном
промышленном форуме «Территория NDT 2023. Неразрушающий контроль.
Испытания. Диагностика» (обзор) 14

Федоров А.В. О работе круглого стола «Реформа высшего образования в России –
неиспользованные ресурсы и возможности» 28

Платова Р.А. Круглый стол «Цифровая трансформация и неразрушающие методы
контроля при товарной и таможенной экспертизе» 32

Терентьев Д.А. Заседание Объединенного экспертного совета по проблемам
применения метода акустической эмиссии при РОНКТД 38

ИНТЕРВЬЮ НОМЕРА

60 лет НИИ интроскопии «Спектр»! Интервью с Д.И. Галкиным 40

Не останавливаться на достигнутом! Интервью с В.В. Муравьевым 50

ПОЗДРАВЛЯЕМ

В.И. Иванову – 85 лет! 60

Д.С. Тихонову – 60 лет! 61

МЕТОДЫ, ПРИБОРЫ, ТЕХНОЛОГИИ

Галкин Д.И., Ефимов А.Г., Чесалов А.Ю. Перспективы создания цифровой
инфраструктуры данных в НК 62

Пелеляев А.В. Скорость сканирования при УЗК фазированными решетками 66

ОБРАЩЕНИЕ ПРЕЗИДЕНТА РОНКТД ВЛАДИМИРА АЛЕКСАНДРОВИЧА СЯСЬКО



Уважаемые коллеги!

Примите искренние поздравления с наступившим новым, 2024 годом, пожелания здоровья и благополучия Вам, Вашим близким и коллегам по работе. Искренние пожелания всего самого наилучшего мы шлем читателям международного журнала «Территория NDT» из России, Китая, Ирана, Беларуси, Казахстана, Грузии, Азербайджана, Латвии, Литвы, Молдовы, Узбекистана, Болгарии, Израиля, где журнал распространяется через национальные общества неразрушающего контроля и партнеров РОНКТД, а также специалистам из других стран, с которыми мы общаемся на страницах журнала в Интернете, а также на выставках, конференциях, семинарах.

В 2024 г. тенденция расширения сотрудничества между национальными обществами НК и специалистами сохраняется, нас ожидает множество международных и национальных мероприятий, мы планируем большой объем встреч с нашими коллегами из ближнего и дальнего зарубежья, обсуждение последних достижений науки и техники, перспектив развития отрасли. Ключевым событием в России будет XI Международный промышленный форум «Территория NDT», который в 2024 г. состоится 15–17 апреля в ЦВК «Экспоцентр», в Москве. В 2024 г. соседом форума «Территория NDT» станет выставка «Нефтегаз 2024» и Национальный нефтегазовый форум.

В рамках XI форума «Территория NDT» традиционно пройдут круглые столы, посвященные вопросам цифровизации НК, роли личности в автоматизированном и автоматическом НК, мониторингу состояния сложных распределенных инфраструктурных объектов, перспективам подготовки специалистов высшей категории. На выставке передового оборудования и технологий НК, МС и ТД будут продемонстрированы последние разработки ведущих российских отраслевых и академических институтов, научно-производственных фирм, вузов и стартапов. Ряд наших задумок станет приятным сюрпризом для участников форума.

Форум «Территория NDT» выступит экспертной площадкой для диалога и нахождения решений среди производителей и поставщиков оборудования НК и промышленных предприятий, малых и средних компаний, научных институтов и учебных центров. Высокий экспертный уровень форума, профессиональный состав посетителей и значимость неразрушающего контроля для промышленности в целом способствуют тому, что с каждым годом все больше компаний, использующих оборудование НК в своей работе, включают его в список обязательных для посещения мероприятий. Свое участие уже подтвердили постоянные экспоненты форума: НИИИН МНПО «Спектр», «Константа», НПЦ «Эхо +», «АКС», НПО «Алькор», «Тессоникс», «Синтез НПФ», НУЦ «Контроль и диагностика», «Спектрофлэш», «Техно-НДТ», «Центр Цифра», «ГлобалТест», «АКА-Контроль», «Рентгенсервис», «НОВОТЕКС Системс», «TWN Технолоджи» и др. Ключевая особенность деловой программы форума — акцент на практическом применении разработок и новейших технологий в промышленности, поэтому программный комитет отбирает направления и темы с высокой практической значимостью.

Новые нотки прозвучат на конкурсе специалистов НК «Дефектоскопист-2024». Мы определим лучших из лучших молодых специалистов из всех регионов нашей страны — нашей смены, тех, кто будет работать с новым поколением оборудования, нейронными сетями и искусственным интеллектом, используя smart-стандарты.

В рамках форума пройдут заседания Технического комитета 371, где будут рассмотрены вопросы пересмотра базовых стандартов и перехода на новые принципы цифровой стандартизации, в том числе с использованием искусственного интеллекта.

Многообразие и синергия тематик, экспозиций и круглых столов существенно увеличивают возможности расширения круга потенциальных заказчиков и полезных контактов для всех участников форума. Форум всегда отличал высокопрофессиональный состав посетителей: руководители компаний, начальники лабораторий, ведущие специалисты, инженеры из различных отраслей деятельности, ответственные за выбор и внедрение технологий НК и диагностики на предприятиях. Мы ожидаем посетителей из России и зарубежья: Азербайджана, Беларуси, Китая, Ирана, Сербии, Грузии, Казахстана, Кыргызстана, Таджикистана, Узбекистана и др. Форум позволяет участникам и посетителям обсудить профессиональные вопросы в сфере неразрушающего контроля, познакомиться с новинками оборудования, принять участие в обсуждении самых актуальных вопросов работы отрасли с ведущими экспертами компаний-заказчиков на круглых столах деловой программы. Форум — ведущая отраслевая площадка, на которой помимо профессионального общения специалистов проводятся отраслевые конкурсы, молодежные мероприятия и презентации новинок. Традиционно на пленарном заседании планируется вручение Национальной премии РОНКТД. В 2024 г. премия будет вручаться в двух номинациях: «За выдающийся вклад в развитие способов и технологий НК, разработку новых приборов и систем НК и ТД» и «Молодому специалисту (до 35 лет) за достижения в области НК и ТД».

В этом году обширной будет и программа совместных мероприятий с Китайским обществом НК (ChSNDT): Дальневосточный форум по неразрушающему контролю 25–27 июня в Чжуншане и Российско-Китайская конференция по НК 16–18 октября в Пекине, где будут обсуждаться передовые научные разработки ученых двух стран, сотрудничество компаний — производителей оборудования НК, единые стандарты подготовки и образования специалистов, общие издательские проекты. Всемирная конференция WCNDT-2024 пройдет 27–31 мая в Южной Корее.

Нас ждет активная работа на международных мероприятиях. Это потребует большого здоровья и энтузиазма, чего хочется пожелать всем Вам и Вашим коллегам!

*С уважением,
президент РОНКТД
В.А. СЯСЬКО*

О РАБОТЕ XXIII ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКЕ



ФЕДОРОВ
Алексей Владимирович
Д-р техн. наук,
Университет ИТМО,
Санкт-Петербург



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

С 23 по 25 октября 2023 г. в рамках X Международного промышленного форума «Территория NDT-2022. Неразрушающий контроль. Испытания. Диагностика» состоялась XXIII Всероссийская научно-техническая конференция по неразрушающему контролю и технической диагностике. Как и в прошлые годы, конференция стала площадкой широкого профессионального общения ученых и специалистов области неразрушающего контроля, технической диагностики, мониторинга состояния. В течение трех дней на пленарном заседании и секциях конференции обсуждались проблемы современного состояния и перспектив развития методов и средств неразрушающего контроля, технической диагностики и мониторинга состояния как в аспекте теоретических исследований, так и в аспекте их практического применения. В тренде современных тенденций развития науки и техники участниками конференции особое внима-

ние было уделено вопросам «умных» технологий неразрушающего контроля в свете единства теории и практики.

23 октября пленарное заседание конференции открыл президент РОНКТД д-р техн. наук, профессор В.А. Сясько, который пожелал всем участникам плодотворной работы.

В связи с отсутствием по объективным обстоятельствам д-ра техн. наук, академика РАН, заслуженного профессора Университета Виндзора (Онтарио, Канада) Р.Г. Маева с докладом «Машинное обучение в НК для автомобильной и других видов промышленности» выступил Р.Г. Рахутин, технический директор ООО «Тессоникс». В своем докладе он остановился на практическом применении методов и средств ультразвукового контроля точечной сварки.

С докладом «Развитие аналитических и прикладных решений задачи рассеяния ультразвуковых волн на дефектах сварных швов» выступил главный на-



В.А. Сясько, С.В. Клюев



Р.Г. Рахутин

учный сотрудник Центра технологии строительства, обследования задний и сооружений трубопроводного транспорта Научно-исследовательского института трубопроводного транспорта «НИИ Транснефть» доктор технических наук Л.Ю. Могильнер.

С интересными сообщениями по современному состоянию национальных обществ неразрушающего контроля Ирана и Малайзии выступили г-н Сохейл Находчи, профессор факультета машиностроения Технологического университета им. К.Н. Туси в Тегеране, президент IRNDT и д-р техн. наук г-н Хайрул Ануар бин Мохд Саллах, старший научный сотрудник отдела промышленных технологий Малазийского ядерного агентства, секретарь MSNT.

24 и 25 октября прошли секционные заседания конференции.

Секция «Теоретические аспекты неразрушающих методов контроля, технической диагностики и мониторинга состояния» работала два дня – 24 и 25 октября 2023 г.

Первый день работы секции начался с доклада «Уменьшение уровня структурного шума за счет учета перерасеивания при решении обратной коэффициентной задачи», который сделал Е.Г. Базулин. В докладе показано, что для слабоконтрастных отражателей удается получить изображения отражателей в виде пространственного распределения скоростей, что позволило существенно уменьшить влияние эхосигналов, перерассеянных на границах «кристаллитов».

С докладом «Подход к обеспечению равномерной чувствительности при ультразвуковом контроле изделий аддитивного производства с выраженной анизотропией» выступил М.Н. Дегтярев. Для коррекции амплитуды импульсов от отражателей было предложено использовать алгоритм на основе машинного обучения. В качестве обучающей выборки использовались эхосигналы, рассчитанные в программе CIVA, позволяющей рас-



Л.Ю. Могильнер



С. Находчи

считывать эхосигналы от разных отражателей при проведении ультразвукового контроля. Разработанный алгоритм позволил уменьшить разницу между амплитудами эхосигналов до десятых долей децибела.

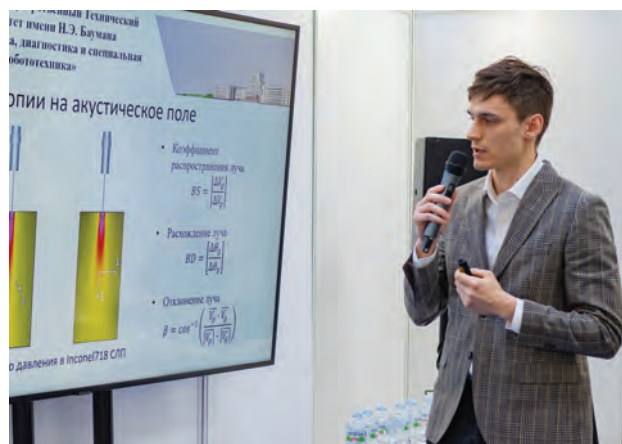


Х. Ануар

Д.С. Тихонов в докладе «Ультразвуковой контроль бандажей вращающихся печей цементных заводов в рабочем режиме» рассказал об особенностях аппаратуры и контроля объектов толщиной около 500 мм и температурой поверхности около 150 °С. По результатам контроля были выявлены недопустимые несплошности в одном из бандажей, что привело к его замене.

В докладе «Акустическая структуроскопия образцов низколегированной марганцовистой стали, изготовленных методом селективного лазерного сплавления», представленном В.В. Муравьевым, для оценки балльности зерна было предложено анализировать такие параметры эхосигналов, как средний уровень шума, его энергию, отношения амплитуд пиков, скорости распространения волн разного типа в образцах. Для измерения структурных шумов был разработан и изготовлен специализированный преобразователь.

А.П. Науменко представил доклад «Оценка технического состояния машин и механизмов с использованием характеристической функции виб-



М.Н. Дегтярев

рации». Для унификации результатов измерений вибрации для разных механизмов, в частности компрессоров, предложено анализировать характеристическую функцию случайного процесса измерений. Полученная оценка характеристической функции оказалось несмещенной и состоятельной.

В докладе «Статистический анализ и использование взаимосвязей между физико-механическими свойствами сталей при их магнитном контроле» С.Г. Сandomирского на примере стали 40Х была установлена связь между температурой отжига после закалки и механическими свойствами (временное сопротивление, предел текучести и относительное сужение) и твердостью.

С докладом «Оценка обобщенной характеристики дефектов прутков с использованием акустического зеркально-теневого метода многократных отражений» выступила О.В. Муравьева. Введено понятие обобщенной характеристики дефекта и исследовано влияние на него таких параметров, как размер дефекта, диаметр пруткового проката. С использованием метода главных компонент пока-



Д.С. Тихонов



В.В. Муравьев



С.В. Науменко



С.Г. Сандомирский



О.В. Муравьева

зано, что наиболее информативным является дисперсия амплитуд импульсов, многократно отраженных от границ прутка.

В докладе С.В. Ушанова «Диагностика дефектов подшипников качения по спектру огибающей сигнала с применением авторегрессионной модели» было предложено использовать авторегрессионную модель для выделения детерминированной части сигнала для расчета спектрального эксцесса в целях определения диапазона резонансных частот и построения огибающей спектра. Такой подход при контроле позволил сделать вывод о наличии дефектов в подшипниках в конденсатных насосах.

Второй день работы секции начался с доклада Е.Г. Базулина «Контроль с использованием традиционной технологии зонального разбиения и с использованием технологии ЦФА». В докладе представлена информация о разработанной мобильной лаборатории для зонального контроля трубопроводов в полевых условиях. Предложено применять ЦФА-технология для обнаружения отражателей в сварных соединениях.

В докладе «Определение упругих свойств пластиков, изготовленных с помощью аддитивных технологий, по дисперсионным характеристикам бегущих волн», представленном А.А. Ереминым, предложено сравнением дисперсионных кривых, рассчитанных полуаналитическим методом, и дисперсионных кривых, измеренных экспериментально, оценивать значения упругих свойств образцов.

В докладе А.Г. Ефимова «Риск-ориентированный подход к оптимизации процессов технического обслуживания и ремонта» на основе построения диаграмм Фармера рассмотрена методика определения зоны незначительных рисков эксплуатации технологического оборудования скважины, что должно уменьшить расходы на проведение ремонта.

В докладе С.В. Науменко «Энтропийный подход при локации источника сигнала акустической эмиссии» предложено анализировать энтропию отрезков ультразвукового сигнала для определения начала эмиссионного сигнала. Данный подход оказался работоспособным и при отношении сигнал/шум, равном 1 дБ.

В.Г. Шевалдыкин выступил с докладом «Разработка и оценка возможностей ЭМА антенной решетки для контроля металлических конструкций». По результатам численного моделирования были изучены диаграммы направленности ЭМА антенной решетки для разного типа волн. С помощью экспериментальной ЭМА антенной решетки пока-



С.В. Ворончихин



А.А. Марков



зана возможность проведения контроля металлических образцов.

С докладом «Увеличение чувствительности низкочастотного ультразвукового контроля с учетом геометрической анизотропии скорости SH-волн в трубах» выступил С.В. Ворончихин. С помощью численных методов определена зависимость скорости SH-волн в трубах от направления распространения волны. Это позволило существенно повысить разрешающую способность изображения отражателей, восстановленных методом SAFT.

Доклад «Автоматизация анализа данных и оценки качества по результатам неразрушающего контроля», который представил А.Г. Кусый, был посвящен проблеме применения методов машинного и глубокого обучения для анализа данных, полученных разными методами контроля. Разработанное программное обеспечение показало свою эффективность.

В ходе работы секции «Практические аспекты неразрушающих методов контроля, технической диагностики и мониторинга состояния» были обсуждены актуальные вопросы: контроля структуры, фазового состояния и механических свойств изделий, оценки напряженно-деформированного состояния и остаточного ресурса изделий и конструкций, подготовки специалистов, стандартизации и метрологического обеспечения неразрушающего контроля. Особое внимание было уделено перспективам создания и внедрения современных средств неразрушающего контроля и технической диагностики для сложных инфраструктурных объектов и производств в промышленности и транспорте, энергетике и строительстве. Модераторами секции выступили профессор факультета систем управления и робототехники Университета ИТМО А.В. Федоров и начальник отдела ООО «Константа» П.В. Соломенчук.

В работе секции приняло участие более 150 ученых и специалистов-практиков, которые представляли большинство регионов России. В течение двух дней на заседаниях секции было заслушано 50 докладов, в которых каждый из докладчиков осветил наиболее важные и актуальные вопросы в области практического применения современных

методов и средств неразрушающего контроля, а также обозначил пути их решения. Каждый из докладчиков постарался полностью раскрыть поставленную задачу и донести ее до слушателей. Все выступления были очень насыщенными и интересными. Следует отметить широкий диапазон научного статуса участников секции конференции — от докторов наук до студентов вузов.

Все заседания секции прошли в атмосфере живого профессионального диалога с бурными обсуждениями после докладов, продолжительность которых ограничивал регламент. Поэтому обсуждение поднятых тем продолжалось как между заседаниями секции, так и в рамках деловой программы форума.

По итогам работы секции следует выделить доклады д-ра техн. наук проф. В.А. Сясько «Повышение разрешающей способности и информативности сейсмоакустического метода при контроле свайных фундаментов», д-ра техн. наук проф. А.А. Маркова «Особенности контроля рельсов при высоких скоростях сканирования», научного сотрудника Ю. Королева «Роботизация ультразвукового контроля при решении задач ИТЭР. Опыт внедрения, результаты и перспективы», аспиранта Университета ИТМО О.А. Колганова «Разработка первичного преобразователя для прибора динамического индентирования», в которых были изложены результаты исследований, а также продемонстрированы новые технологии и разработки в области неразрушающего контроля.

В целом работа секций конференции показала высокую актуальность прикладных исследований с позиций как отдельных направлений неразрушающего контроля, технической диагностики и мониторинга состояния, так и междисциплинарного подхода. Отмечен широкий диапазон научного статуса участников конференции.

Более детально с докладами участников XXIII Всероссийской научно-технической конференции по неразрушающему контролю и технической диагностике можно ознакомиться в сборнике тезисов конференции.

Надежные решения
для сложных задач!

ТЕХКОН
ТЕХНИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ

OLYMPUS®

Ультразвуковые толщиномеры



- Компактные
- Простые в использовании
- Точные
- Надежные – проверенные временем



www.techkontrol.ru
+7 (495) 133-58-62

ПРИБОРЫ И ОБОРУДОВАНИЕ НА X МЕЖДУНАРОДНОМ ПРОМЫШЛЕННОМ ФОРУМЕ «ТЕРРИТОРИЯ NDT 2023. НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ. ИСПЫТАНИЯ. ДИАГНОСТИКА» (обзор)



МАТВЕЕВ Владимир Иванович
Канд. техн. наук, ЗАО НИИ интроскопии МНПО «Спектр», Москва



КЛЕЙЗЕР Наталия Владимировна
ООО «ИД «Спектр», Москва

X Международный промышленный форум «Территория NDT 2023. Неразрушающий контроль. Испытания. Диагностика» прошел в рамках Российской промышленной недели 23–25 октября 2023 г. в Москве, в Экспоцентре на Красной Пресне.

Форум — главное мероприятие года, на котором были представлены новейшие достижения и самые современные разработки в области неразрушающего контроля, технической диагностики, мониторинга состояния и оценки ресурса. Тематические

направления: неразрушающий контроль и дефектометрия, исследование физико-механических свойств, встроенный контроль и мониторинг технического состояния, анализ структуры и коррозионного состояния, техническое диагностирование и прогнозирование ресурса.

Разработчики демонстрировали свои технологии, оборудование и сервисное обслуживание. В этом году форум дополнительно открыл международную программу: ведущие представители обществ нераз-



рушающего контроля (НК) из Ирана, Малайзии и Китая, а также стран СНГ продемонстрировали свои технологии и аппаратуру, рассказали о самых последних разработках и направлениях деятельности обществ НК в своих странах. Был представлен стенд российско-китайской платформы НК.

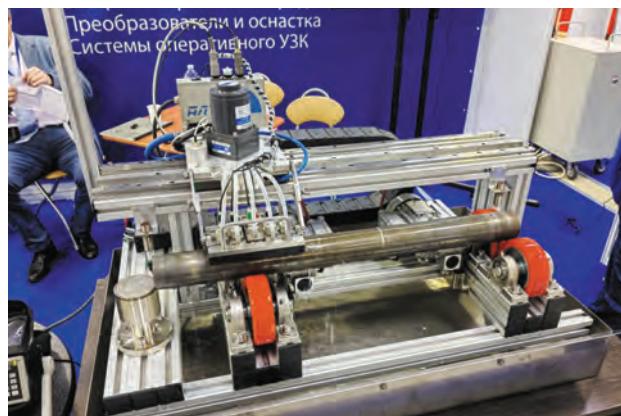
На демонстрационных стендах выставки можно было ознакомиться с новейшими средствами неразрушающего контроля и технической диагностики.

Компания ООО «АКС» (ООО «Акустические Контрольные Системы») традиционно представила весь спектр серийно выпускаемой продукции, в том числе последнюю разработку – портативный и доступный по цене **ультразвуковой толщиномер A1201** с выносным раздельно-совмещенным преобразователем D1471 частотой 4 МГц и встроенным кабелем. Компания проводит исследования в области акустического неразрушающего контроля структурно-неоднородных материалов, а также разрабатывает и производит высокотехнологичную аппаратуру ультразвукового неразрушающего контроля широкого класса изделий. Приборы компании ООО «АКС» зарекомендовали себя как высококачественные, современные и конкурентоспособные средства ручного и автоматизированного контроля не только в России, но и за рубежом. В настоящее время компания занимает одно из лидирующих мест среди производителей средств НК, пользуется уважением и доверием потребителей в разных областях промышленности, а приборы для ультразвукового контроля бетона, железобетона, композитов и камня не имеют мировых аналогов. Участники выставки, посетившие стенд ООО «АКС», ознакомились с последними разработками компании.

Компания «Тессоникс» является разработчиком и производителем уникального оборудования для ультразвукового контроля качества точечной сварки. Также компания производит толщиномеры и оборудование для холодного напыления.

ООО «Алтес» занимается разработкой и изготовлением оборудования автоматизированного, механизированного и ручного ультразвукового контроля, которое обеспечивает максимальную надежность, производительность и информативность процесса контроля качества при минимальном участии дефектоскописта. Выпускаемое компанией оборудование хорошо зарекомендовало себя в энергетике, химической, нефтегазодобывающей и перерабатывающей промышленности, на предприятиях ОАО «Газпром», заводах металлоконструкций, транспорте, в строительстве, авиации и пр. Основой надежности и высокого качества является использование самых современных технологий, передовой элементной базы и материалов, передовых разработок. ООО «Алтес» предлагает к внедрению: аппаратуру ручного контроля





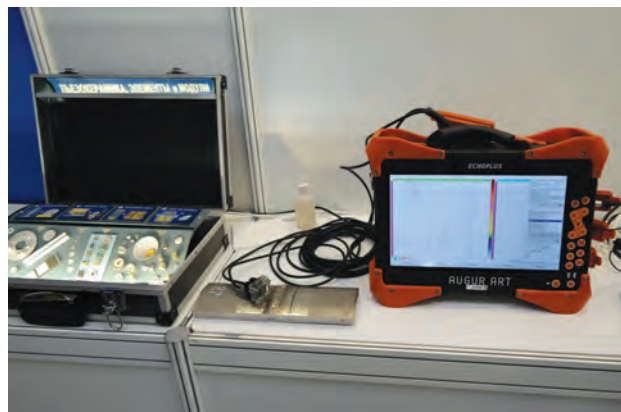
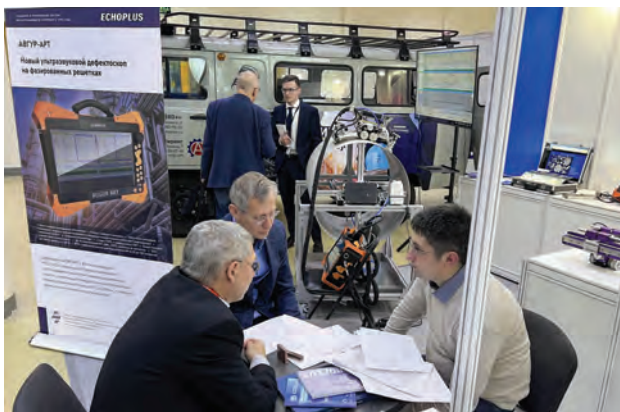
и комплекты ПЭП различного назначения, вспомогательную оснастку; механизированные установки УЗК; автоматизированные установки и системы ультразвукового контроля.

Сотрудники фирмы готовы провести разработку дефектоскопического оборудования, соответствующего самым современным требованиям.

ООО «НПЦ «ЭХО+» является одним из лидеров в России по разработке, производству и запуску современных систем неразрушающего контроля. Не имеющие аналогов методики и продукты ультразвукового контроля «ЭХО+» позволяют выявлять и визуализировать скрытые дефекты сложнейших свар-

ных соединений и основного металла с учетом определения их характера и остаточного ресурса. Приборы НПЦ «ЭХО+» применяются на атомных электростанциях, объектах нефтегазовой и машиностроительной отраслей в России и за рубежом. В перечень продукции, выпускаемой НПЦ «ЭХО+», входят системы автоматизированного ультразвукового контроля (АУЗК), сканеры, дефектоскопы, призмы на фазированных решетках и программное обеспечение. На стенде компания «ЭХО+» представила новую передвижную лабораторию на базе автоматизированной системы ультразвукового контроля «АВГУР-ТФ» для зонального неразрушающего контроля в полевых условиях. Также компания продемонстрировала работу сканеров, установленных на фрагмент трубы, подключенных к дефектоскопу на фазированных решетках «АВГУР-АРТ» производства НПЦ «ЭХО+», и промышленного робота с установленным ультразвуковым датчиком, перемещающимся по заданной траектории.

Применение ультразвука в решении задач неразрушающего контроля и диагностики продукции преобладает на практике, тем не менее на выставочных стендах демонстрировались контрольно-диагностические приборы, основанные и на других физических методах, вплоть до применения комплексных систем.





На стенде АО «НИИ интроскопии МНПО «Спектр» были представлены приборы различных методов неразрушающего контроля и диагностики, среди них: Универсальный шаблон специалиста НК TаріRUS; аппаратно-программный комплекс «ХАМЕЛЕОН» для комплексной оценки качества КСС; акустический дефектоскоп АД-65ИС; вихре-токовый дефектоскоп ВД-41П; вихре-токовый дефектоскоп ВД-90НП нового поколения; магнитный структуроскоп МС 10; прибор для проверки качества магнитных порошков и суспензий МФ-10СП; стенд магнитопорошкового контроля; дефектоскопы семейства «Манул» УНМ-1000, УНМ-2000/6000-01.

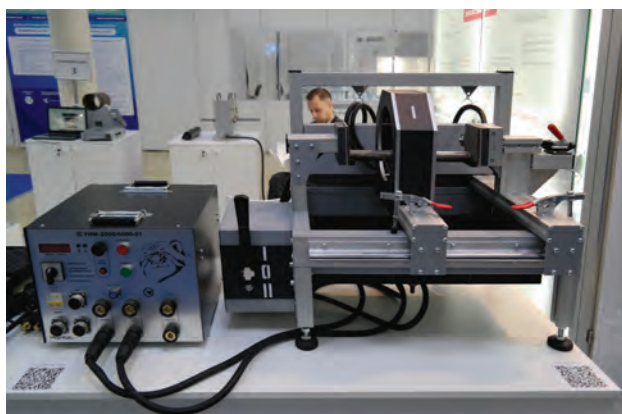
Посетители проявили большой интерес к новым разработкам Института интроскопии. В первую очередь следует отметить аппаратно-программный комплекс «ХАМЕЛЕОН» и универсальный шаблон TаріRUS. Последний был утвержден в качестве обязательного инструмента измерения на конкурсе «Дефектоскопист». НИИИН выступил спонсором конкурса в номинации «ВИК + РК». Высокий профессиональный интерес был отмечен к вихре-токовому дефектоскопу ВД-90НП и семейству магнитопорошковых дефектоскопов «Манул».

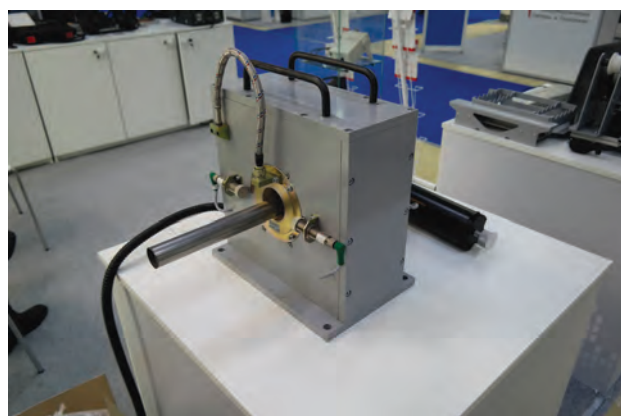
В рамках форума специалистам НИИИН удалось провести переговоры с представителями промыш-

ленных предприятий всех регионов Российской Федерации — от Владивостока до Калининграда.

АО «НПО «Алькор» занимает лидирующее положение на рынке в сегменте мониторинга технического состояния наиболее опасных производственных объектов — изотермических резервуаров (ИР) сжиженных газов, а также статического оборудования нефтеперерабатывающих заводов. Компания выполняет весь спектр услуг под ключ, начиная с предпроектного обследования объектов контроля и разработки технического проекта и заканчивая вводом комплексов в промышленную эксплуатацию, имеет широкий спектр разрешительной документации, является членом СРО. В состав НПО «Алькор» входит аттестованная лаборатория методов неразрушающего контроля и экспертизы промышленной безопасности.

НПО «Алькор» сегодня: уникальный практический опыт в сфере мониторинга и диагностики технического состояния ОПО; десятки внедренных проектов по мониторингу технического состояния статического оборудования нефтеперерабатывающих и нефтехимических заводов на территории России и ближнего зарубежья; надежный подрядчик в сфере проектирования, внедрения комплексов мониторинга статического оборудования и их программной интеграции с системами мониторин-





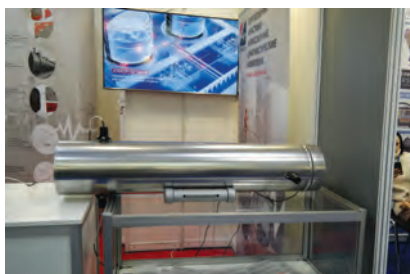
га динамического оборудования, системами управления надежности и АСУ ТООР; объединение высококвалифицированных специалистов в области применения метода акустической эмиссии.

ООО «Мелитэк» поставяет, внедряет и выполняет сервисное обслуживание оборудования по направлениям: спектрометры химического состава материалов; дифрактометры фазового состава материалов; оптическая и масс-спектрометрия; оборудование для подготовки образцов; микроскопы и цифровые камеры; твердомеры; оборудование для измерения в нанометровом диапазоне; сканирующие электронные микроскопы; испытательные машины; высокочастотные (резонансные) испытательные системы; высокоточные рентгенодиагностические системы; термоанализ и реология.

Международный промышленный форум «Территория NDT» традиционно собирает лучшие на-

учные и производственные кадры в области неразрушающего контроля и технической диагностики, руководителей предприятий, испытательных и исследовательских центров, специалистов отделов технического контроля, экспертов в области промышленной безопасности, ведущих ученых, аспирантов и преподавателей вузов.

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности (ИШНКБ) Томского политехнического университета (ТПУ) представила на форуме разработки в области теплового неразрушающего контроля — тепловые дефектоскопы для контроля качества полимерных композиционных материалов авиационной и ракетно-космической техники. Кроме того, были презентованы самоходный рентгеновский комплекс для внутритрубной диагностики сварных соединений и самодвижущийся тепловой дефектоскоп для обнаружения коррозии





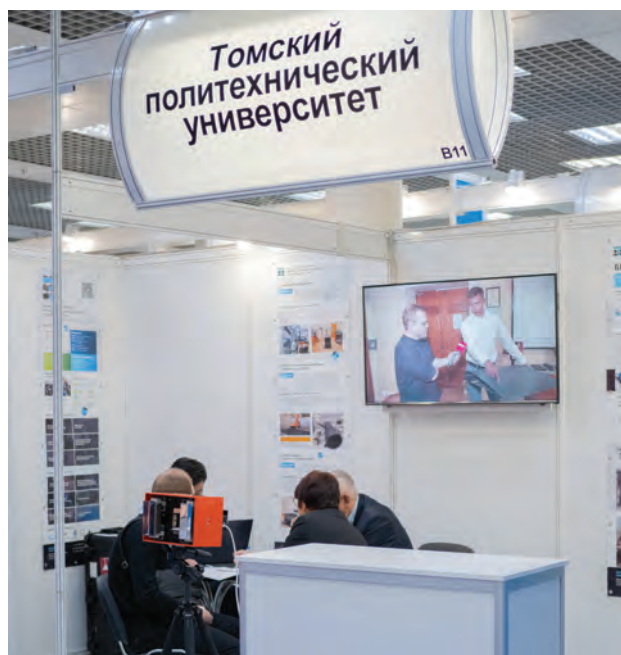
магистральных трубопроводов и резервуаров нефтегазовой отрасли.

В деловой программе форума приняли участие заведующий научно-производственной лабораторией «Тепловой контроль» ТПУ, д-р техн. наук, профессор В.П. Вавилов, член правления Российского общества по неразрушающему контролю и технической диагностике, доцент отделения электронной инженерии ТПУ, канд. техн. наук А.А. Першина, заместитель директора по развитию ИШНКБ ТПУ Д.С. Белкин, аспирант ИШНКБ ТПУ Б.И. Шагдыров.

В ходе работы форума представителями ИШНКБ ТПУ были проведены переговоры о выполнении НИОКР с рядом промышленных предприятий России, а также достигнуты договоренности о взаимодействии с ведущими учеными и специалистами в области неразрушающего контроля и технической диагностики.

Основные направления деятельности ООО «ИНТРОН ПЛЮС»: разработка и производство приборов неразрушающего контроля, оказание услуг с использованием приборов неразрушающего контроля, техническое обслуживание поставленной продукции и консультации по ее применению. Продукция компании: дефектоскопы стальных канатов «ИНТРОС» от 6 до 300 мм; дефектоскопы днищ и стенок наливных резервуаров «ИНТРОКОР»; дефектоскопы конвейерных лент «ИНТРОКОН»; дефектоскопы внутритрубной диагностики магистральных трубопроводов; измерители толщины металлизации в отверстиях печатных плат «ИНТРОМЕТ»; дефектоскопы для контроля обрывов проволок корда «ИНТРОКОРД»; разработка приборов для неразрушающего контроля по индивидуальным заказам; оценка прочности и расчет ресурса контролируемых объектов.

Компания ООО «КОНСТАНТА» занимается разработкой и производством приборов и средств неразрушающего контроля покрытий и материалов, приборов комплексного контроля качества защитных покрытий всех типов, а также поверкой



средств измерений. На форуме компания представила портативный многофункциональный твердомер «Константа КТ» для определения твердости широкого спектра сталей, чугунов, цветных металлов и других материалов.

Твердомер реализует следующие методы определения твердости: динамический метод Либа (Leeb) в соответствии со стандартом ISO 16859 (преобразователи D, DC, DL, G и C); метод ультразвукового контактного импеданса (UCI) в соответствии со стандартами ASTM A1038 и DIN 50159 (преобразователи U-10N, U-50N и U-100N); статический метод измерения твердости в соответствии со стандартом DIN 50157 (преобразователь SPR и его вариация SPR-A); метод определения твердости по Шору A и D в соответствии со стандартами ГОСТ Р ИСО 7619 (преобразователи Shor A и Shor D).

Твердомер обладает следующими особенностями: универсальный прибор, реализующий четыре



метода измерения твердости; большое число сменных преобразователей и оснасток для контроля деталей различной формы и размеров; результаты измерения твердости прямым статическим методом не зависят от модуля упругости испытуемого образца; возможность применения в лабораторных и производственных условиях; широкий выбор функций и настроек: допусковый контроль, статистическая обработка результатов измерений, запись и хранение результатов в памяти прибора; цветной TFT-дисплей с диагональю 2,4" и встроенная аккумуляторная Li-Ion-батарея; ударопрочный эргономичный корпус с прорезиненными вставками, износостойкое стекло; расширенный диапазон рабочих температур.

Сфера деятельности ООО «Ассоциация ВАСТ»: проектирование, разработка, производство, поставка измерительных приборов и систем вибрационного мониторинга, диагностики и балансировки оборудования, аппаратно-программных средств диагностики и мониторинга, оказание услуг по определению технического состояния машин тепловым и вибродиагностическими методами, а также услуг по виброналадке агрегатов. Ассоциация ВАСТ аккре-

дитована в качестве независимого органа по аттестации персонала (НОАП) на соответствие квалификации в области вибродиагностического метода неразрушающего контроля требованиям ПБ 03-440-02.

Оборудование производства ассоциации ВАСТ применяется в авиастроении, автомобилестроении, аэрокосмической промышленности, военно-промышленном комплексе, железнодорожном машиностроении, приборостроении, сельскохозяйственном машиностроении, энергетическом машиностроении, тяжелом машиностроении/станкостроении, судостроении и судоремонте, электронной и электротехнической промышленности, нефтегазовой промышленности, строительстве, коммунальном хозяйстве, химической и нефтехимической промышленности, атомной промышленности, экологии.

На форуме ассоциация ВАСТ представила серийно выпускаемые изделия: виброанализатор СД-23В в комплекте, виброметр СМ-21, модульную систему вибродиагностики ВДМ82 в комплекте, систему лазерной центровки Vibro-Laser 210® и новые разработки, в том числе беспроводную систему вибромониторинга «ТОРОС-22».





Научно-технический центр по разработке роботизированных диагностических систем АО «ИнтроСкан Технолоджи» занимается созданием средств внутритрубной технической диагностики трубопроводов, не подлежащих обследованию снарядами-дефектоскопами, движущихся в потоке транспортируемого продукта. Созданный компанией и допущенный к эксплуатации автономный роботизированный сканер-дефектоскоп A2072 IntroScan предназначен для внутритрубного контроля сложных по конфигурации трубопроводных систем, таких как, например, технологических трубопроводов компрессорных станций ПАО «Газпром». Обследование объекта осуществляется без нарушения его целостности (с загрузкой через технологические люки), без дополнительных мероприятий по очистке внутренней полости от загрязнений перед контролем, с высокой производительностью, на удалении до 1000 м от места загрузки сканера во внутреннюю полость трубопровода. Это достигается за счет применения магнитных мотор-колесных модулей, малогабаритной транспортной платформы, отсутствия линий связи и питания, а также применения акустических датчиков с сухим точечным контактом, реализующих низкочастотный волноводный ультразвуковой контроль. С 2021 г. ведется разработка внутритрубного роботизированного диагностического комплекса A2077 MultiScan, предназначенного для контроля локальных участков магистральных трубопроводов протяженностью до 5 км, таких как, например, подводные переходы трубопроводов.

Компания ООО «Микроакустика-М» работает в области неразрушающего контроля и технической диагностики и занимается разработкой новых приборов и оборудования, а также обучением персонала и метрологией. Основные разработки компания осуществляет в области магнитного и вихретокового контроля.

На стенде компании были представлены новые разработки: автоматизированный сканер-дефектоскоп NDM18 «TESTMASTER» предназначен для





внешнетрубного контроля магнитным методом труб диаметром от 820 до 1420 мм, покрытых изоляционным материалом; измеритель концентрации магнитного порошка в суспензии «ИКС-1»; универсальный магнитопорошковый дефектоскоп МД-50П и многие другие.

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева — один из старейших инженерных вузов Поволжья. В состав НГТУ им. Р.Е. Алексеева входят восемь институтов, два факультета и два филиала — Дзержинский политехнический институт и Арзамасский политехнический институт.

Научно-технический потенциал НГТУ ориентирован на решение задач, определенных программами инновационного развития промышленных партнеров, с которыми выстроены уверенные партнерские отношения, среди которых: Госкорпорация «Росатом», ПАО «НК «Роснефть», ПАО «Объединенная авиастроительная корпорация», ОАО «Российские железные дороги», АО «Концерн ВКО «Алмаз-Антей», АО «Объединенная судостроительная корпорация».

Инфраструктура научного комплекса НГТУ включает более 30 научно-исследовательских лабораторий, научно-образовательных центров, на-





учно-технологический парк, кафедральные научные группы, студенческие конструкторские бюро, бизнес-инкубатор, 23 базовые научные лаборатории, созданные совместно с ведущими научно-исследовательскими институтами и промышленными предприятиями.

НГТУ входит в состав участников НОЦ Нижегородской области, Нижегородского индустриального инновационного кластера в области автомобилестроения и нефтехимии, являясь одним из основных разработчиков его развития, а также партнером Саровского инновационного кластера. В настоящее время при активном участии НГТУ ведется работа по созданию кластера в области атомного машиностроения и промышленного кластера Нижегородской области.

На форуме «Территория NDT» участниками от НГТУ им. Р.Е. Алексеева был представлен ряд разработок. Одна из них — это универсальный аппаратно-программный комплекс «Интеллектуальная диагностика технических объектов», использующий в своем составе различные датчики, в частности акустико-эмиссионные, а также модуль для подключения камер для наблюдения за техническим объектом и контроля его параметров с использованием систем компьютерного (техническо-

го) зрения. Данный аппаратно-программный комплекс прошел апробацию при диагностике станков с ЧПУ и процесса аддитивного электродугового выращивания.

Также был продемонстрирован интеллектуальный датчик для обнаружения препятствий, используемый при разработке беспилотного транспортного средства в НГТУ им. Р.Е. Алексеева.

Специалистами АО «Научно-исследовательский и конструкторский институт монтажной технологии — Атомстрой» (АО «НИКИМТ-Атомстрой» — предприятие Инжинирингового дивизиона Госкорпорации «Росатом») на выставке Международного научно-технического форума «Территория NDT» было представлено разработанное ими программно-аппаратное решение симулятора промышленной радиографии «VR:РАДИОГРАФИЯ», программное обеспечение которого базируется на численном моделировании физических процессов, формировании и использовании цифровых двойников технологического оборудования и объектов контроля с применением технологий виртуальной реальности.

Симулятор промышленной радиографии обеспечивает эффективную практико-ориентированную подготовку специалистов, формирование основных навыков при проведении радиационного



вида контроля, проверку знаний для допуска специалистов к выполнению работ на объекте, что, в том числе, немаловажно для сокращения подготовительно-заключительного и вспомогательного времени при выполнении операций неразрушающего контроля в условиях реальной радиографической лаборатории.

Компания ООО «ИНТЕРЮНИС-ИТ» занимается разработкой и внедрением систем комплексного мониторинга, проектированием и производством средств НК, проведением научно-прикладных исследований и интеллектуальным сопровождением неразрушающего контроля. Основным направлением деятельности компании является разработка и производство уникального акустико-эмиссионного оборудования для мониторинга и контроля без вывода из эксплуатации опасных производственных объектов и ответственных объектов гражданской инфраструктуры. На форуме

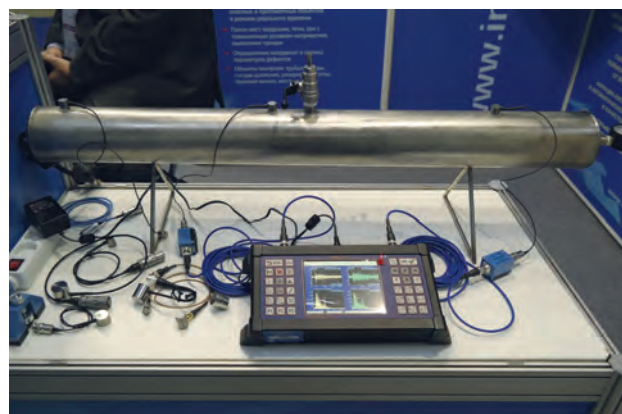
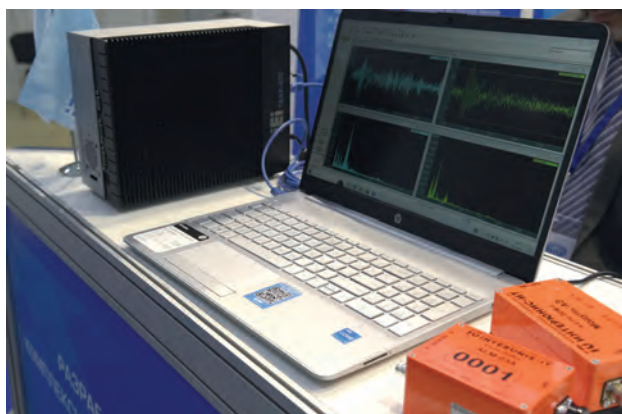


была представлена новая разработка компании — акустико-измерительный комплекс A-Line DDM-3. Новая версия DDM отличается улучшенными техническими характеристиками и уменьшенными габаритами. Выпуск новой системы планируется начать в 2024 г.

ООО «РЕСУРС И СЕРВИС» — специализированная фирма по оказанию полного комплекса услуг, включающего: разработку технологий, методик, инструкций и оборудования неразрушающего контроля; разработку и изготовление учебных, демонстрационных и экзаменационных образцов по всем методам (видам) неразрушающего контроля; разработку дефектоскопических материалов; проведение неразрушающего контроля на объектах заказчика с подбором методов и средств контроля. Оборудование компании побывало даже в космосе! Для работы на модуле «Звезда» РС МКС был разработан инновационный шуп В.238.1 для поиска утечек.

На стенде Научно-учебного центра «Контроль и диагностика» были представлены информативные материалы и интерактивная реклама основных направлений деятельности компании, таких как:

- обучение и сертификация персонала неразрушающего контроля в соответствии с международным стандартом EN ISO 9712:2022, европейским стандартом EN 4179, национальным стан-





дартот ГОСТ Р ИСО 9712, СДАНК 02-2020, подтверждение по Европейской директиве PED 2014/68 по визуальному, ультразвуковому, радиографическому, магнитному, вихретоковому, капиллярному, акустико-эмиссионному, тепловому, вибродиагностическому и электрическому методам, а также теческанию;

- сертификация сварщиков по стандартам серии ISO 9606/ГОСТ Р ИСО 9606, сварочных операторов по стандарту ISO 14732/ГОСТ Р ИСО 14732;
- независимая техническая инспекция (строительный контроль) при строительстве, капитальном ремонте, реконструкции промышленных объектов, осуществлении контроля качества на всех этапах процесса изготовления металлопроката и изделий из него;
- сертификация (аттестация) сварочных технологий (процедур) и сварочного производства;
- разработка систем дистанционного обучения по неразрушающему контролю совместно с компанией партнером ООО «М-Софт».

Широкий спектр литературы по неразрушающему контролю и технической диагностике был представлен на стенде издательского дома «Спектр». Среди новинок книги: «Физические основы и практика радиационного неразрушающего контроля», авторы: Шаблов С.В., Косарина Е.И., Михайлова Н.А., Демидов А.А.; «Ультразвуковой контроль отливок из чугуна», авторы: Воронкова Л.В., Данилов В.Н., «Обследование металлоконструкций на площадочных объектах магистральных трубопроводов», авторы: Могильнер Л.Ю., Неганов Д.А.,

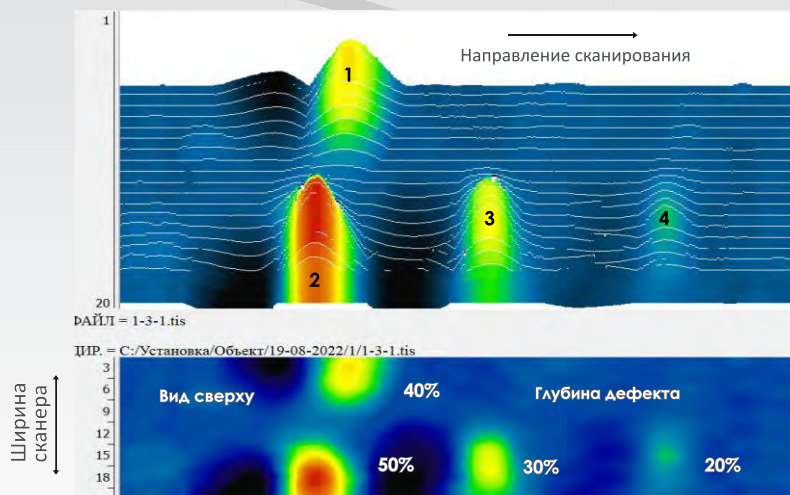
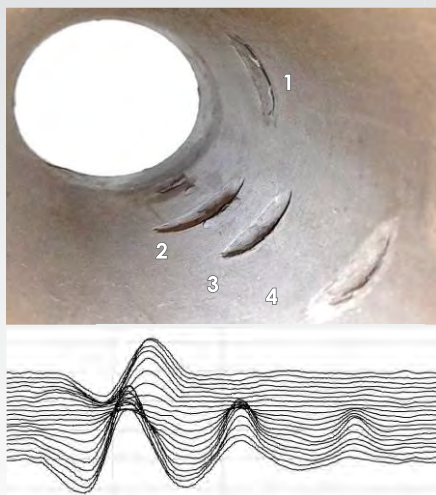


Скуридин Н.Н. Состоялся розыгрыш призов – научно-технической литературы издательского дома «Спектр». Посетители мероприятия с удовольствием приняли участие в розыгрыше. Каждый день разыгрывалось несколько призов, объявлялись победители, каждый из которых получал ценные книги по интересующей тематике. Мероприятие оставило приятное впечатление.

Форум и выставка в целом показали значительный потенциал в развитии отечественных, чисто российских средств неразрушающего контроля и диагностики, а также их современного метрологического обеспечения и сертификации.

СКАНИРУЮЩИЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ ДЕФЕКТОСКОП

- ✓ Обследование трубопроводов, резервуаров, сосудов, теплообменного оборудования
- ✓ Прибор Российского производства
- ✓ Внесен в государственный реестр средств измерений



Пример обнаружения коррозионного повреждения на внутренней поверхности стенки трубопровода

ПРЕИМУЩЕСТВА ДЕФЕКТОСКОПА

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



ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ





АКУСТИЧЕСКИЕ
КОНТРОЛЬНЫЕ
СИСТЕМЫ

142712, МОСКОВСКАЯ ОБЛАСТЬ, ЛЕНИНСКИЙ РАЙОН,
ПОС. ГОРКИ ЛЕНИНСКИЕ, ПРОМЗОНА «ТЕХНОПАРК»,
УЛ. ВОСТОЧНАЯ, ВЛ. 12, СТР. 1
ТЕЛ.: +7 (495) 984-74-62 | +7 (495) 800-74-62
WWW.ACSYS.RU | MARKET@ACSYS.RU



НОВИНКА!

A1201

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ТОЛЩИНОМЕР В КОМПАКТНОМ ИСПОЛНЕНИИ



- Быстрота и эффективность контроля по доступной цене
- Исключительная простота настройки и использования прибора
- Идеален для толщинометрии объектов в труднодоступных местах благодаря малогабаритному раздельно-совмещенному преобразователю со встроенным кабелем, входящему в базовый комплект поставки
- Работа со всей линейкой раздельно-совмещенных преобразователей, выпускаемых ООО «АКС», частотой 4, 5 и 10 МГц
- Малые габариты и вес — всего 160 г
- Длительное время работы — не менее 40 ч без подзарядки
- Bluetooth модуль для передачи результатов измерений (цифра и А-Скан) на мобильное устройство, работающее под управлением ОС Android

Технические характеристики

Диапазон измерений толщины (по стали) с преобразователем частотой 4 МГц, мм	1 – 300
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений толщины (по стали), где d-измеренная толщина, мм	$\pm(0,01 \cdot d + 0,1)$
Диапазон устанавливаемых скоростей распространения ультразвуковых волн, м/с	1 000 – 9 999
Тип дисплея	морозоустойчивый антибликовый монохромный ЖК
Источник питания, мАч	встроенный литий-полимерный аккумулятор, 3400
Продолжительность непрерывной работы, ч, не менее	40
Габаритные размеры электронного блока, мм, не более	120x70x25
Масса электронного блока прибора, г, не более	160
Масса электронного блока прибора с чехлом, г, не более	200
Диапазон рабочих температур °C	от -30 до +55

О РАБОТЕ КРУГЛОГО СТОЛА «РЕФОРМА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ В РОССИИ – НЕИСПОЛЬЗОВАННЫЕ РЕСУРСЫ И ВОЗМОЖНОСТИ»



«Будущее будет похоже на современную школу.»

В.А. Сясько

23 октября 2023 г. в рамках деловой программы X Международного промышленного форума «Территория NDT-2023. Неразрушающий контроль. Испытания. Диагностика» прошло заседание круглого стола «Реформа высшего образования в России – неиспользованные ресурсы и возможности». В заседании круглого стола приняли участие представители Уральского федерального университета им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, Ижевского государственного технического университета им. М.Т. Калашникова, Национального исследовательского университета «МЭИ», Университета ИТМО, ВНИИМ им. Д.И. Менделеева, ООО «Акустические Контрольные Системы».

Перед открытием работы круглого стола его модератор, президент РОНКТД, профессор кафедры теоретической метрологии ВНИИМ им. Д.И. Менделеева д-р техн. наук Владимир Александрович Сясько, кратко остановился на современных тенденциях и вызовах развития высшего образования в Российской Федерации и предложил провести заседание в формате живого конструктивного диалога. Далее Владимир Александрович изложил ключевые моменты международного опыта подготовки специалистов в системе бакалавриат – магистратура по результатам проведения Международного форума по НК в Лиссабоне. Было отмечено,

что 5 июля 2023 г. на совместном заседании Международной академии НК рассматривались вопросы, связанные с образованием в области НК в зарубежных университетах, при этом основной акцент в подготовке специалистов делался на применение цифровых технологий и технологий машинного обучения, сочетание теории и практической работы в производственных организациях.

Профессор кафедры диагностических информационных технологий Национального исследовательского университета «МЭИ», д-р техн. наук Валерий Павлович Лунин обратил внимание слушателей на снижение контрольных цифр приема – количества бюджетных мест в университете по направлению «Приборостроение» (профиль обучения «Приборы и методы контроля качества и диагностики») в бакалавриат и магистратуру очной формы обучения. Также Валерий Павлович отметил снижение уровня успеваемости студентов по техническим дисциплинам, которое вызвано низким уровнем их подготовки по физике и математике.

Заведующий кафедрой диагностических информационных технологий Национального исследовательского университета «МЭИ» д-р техн. наук, профессор Андрей Анатольевич Самокрутов обратил внимание участников круглого стола на то, что в современных условиях при несомненной необходимости изучения и освоения студентами физических основ измерений, неразрушающего контроля, электротехники и электроники и других дисциплин



В.А. Сясько

высшее образование будет расширяться в области освоения передовых информационных и цифровых технологий, технологий моделирования физических объектов и процессов. Для этого в учебном процессе необходимо изучать и широко использовать различные САПР, которые позволяют решать задачи, относящиеся к различным аспектам проектирования (CAD/CAE/CAM). Этот вопрос можно решать с участием корпоративных партнеров университета при прохождении студентами практики на предприятиях. Так, например, при прохождении практики в ООО «Акустические Контрольные Системы» студенты изучают и овладевают навыками использования программных систем Mathcad, COMSOL Multiphysics, Altium Designer.

Дополняя выступление профессора А.А. Самокрутова, профессор В.А. Сясько отметил, что студенты, проходящие практику в ООО «Константа», также овладевают навыками использования современного программного обеспечения.

Профессор факультета систем управления и робототехники Университета ИТМО Алексей Владимирович Федоров в своем выступлении остановился на специфике подготовки специалистов в области неразрушающего контроля в бакалавриате, магистратуре и аспирантуре Университета ИТМО. В выступлении был отмечен переход к формированию образовательных программ, которые включают различные направления подготовки, а также важность формирования компетенций в области создания и использования цифровых технологий и современного оборудования в промышленном производстве на всех этапах жизненного цикла продукции. Так, в магистратуре по образовательной программе «Цифровые технологии в производстве»



В.П. Лунин



А.А. Самокрутов



А.В. Федоров



В.В. Муравьев



обучение построено по схеме «1+1» (1 год – интенсивное обучение и 1 год – практика и подготовка выпускной квалификационной работы). Ведется активное создание учебно-научно-производственного центра «Цифровые промышленные технологии», а в его составе опытно-экспериментального производства ИТМО. Осуществляется тесное взаимодействие с корпоративными партнерами университета. В заключении своего выступления А.В. Федоров пригласил участников круглого стола и их студентов принять участие в научных мероприятиях, организуемых Университетом ИТМО.

Профессор Физико-технологического института Уральского федерального университета им. первого Президента России Б.Н. Ельцина д-р техн. наук, доцент Владимир Николаевич Костин обра-

тил внимание на необходимость обновления и совершенствования учебно-материальной базы. Как главный редактор журнала «Дефектоскопия» он высказал мнение о необходимости формирования у студентов культуры речи (с научной и технической точек зрения), способности должным образом освещать решение своих профессиональных задач, формулировать и защищать свою точку зрения на ту или иную профессиональную проблему, продвигать свои научно-технические разработки.

Заведующий кафедрой «Приборы и методы измерений, контроля, диагностики» Ижевского государственного технического университета им. М.Т. Калашникова д-р техн. наук, профессор Виталий Васильевич Муравьев выступил с докладом, в котором отразил особенности подготовки специалистов в области НК, а также осветил результаты научно-организационной деятельности кафедры университета в данной области. Автор отметил, что в отличие от других вузов на кафедре университета организовано обучение в рамках группы направления подготовки 12.00.00 «Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии» по направлениям среднего профессионального образования («Монтаж, техническое обслуживание и ремонт биотехнических и медицинских аппаратов и систем»), бакалавриата и магистратуры в заочной форме («Приборы и методы контроля качества и диагностики»).

Все участники круглого стола выразили согласованное мнение о необходимости увеличения и доступности образовательных возможностей, совершенствования подготовки специалистов в области приборостроения и неразрушающего контроля с учетом современных тенденций в науке и технике, расширения лабораторной и учебно-производственной базы, укрепления сотрудничества с промышленностью, привлечения студентов к стажировке и выполнению исследовательских и проектных работ на кафедрах, производственных предприятиях и в НИИ, популяризации профессии с использованием конкурсов профессионального мастерства, молодежных конференций и мастер-классов, более широкого привлечения к преподаванию ведущих специалистов предприятий отрасли, расширения сотрудничества с зарубежными коллегами.

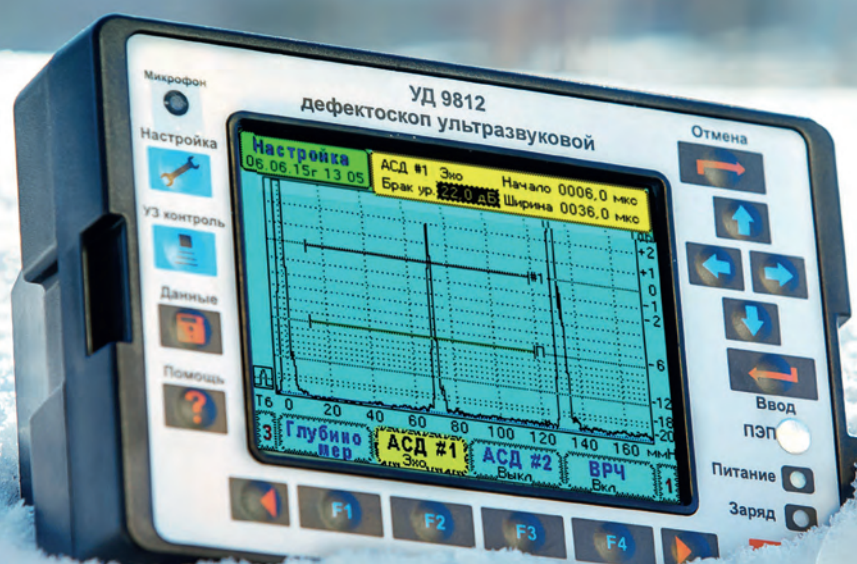
Взаимодействие между вузами, промышленностью, национальными лабораториями, НИИ, федеральными агентствами и профессиональными объединениями должно стать многомерным, многонаправленным и продуктивным.

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



только реальность

Ультразвуковой дефектоскоп УД9812 «УРАЛЕЦ»



ООО «Физприбор»

www.fpribor.ru
620137, г. Екатеринбург, ул. Вилонова, 6А
тел.: +7 (343) 355-00-53; sale@fpribor.ru

КРУГЛЫЙ СТОЛ «ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ И НЕРАЗРУШАЮЩИЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ПРИ ТОВАРНОЙ И ТАМОЖЕННОЙ ЭКСПЕРТИЗЕ»



Кафедра товарной экспертизы и таможенного дела Высшей инженерной школы «Новые материалы и технологии» Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова в рамках юбилейного X Международного промышленного форума «Территория NDT 2023. Неразрушающий контроль. Испытания. Диагностика» провела круглый стол на тему «Цифровая трансформация и неразрушающие методы контроля при товарной и таможенной экспертизе».

В мероприятии приняли участие: сотрудники и студенты ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г.В. Плеханова», а также ЭКЦ МВД РФ; Центральное экспертно-криминалистическое таможенное управление; Научно-исследовательский институт проблем хранения Росрезерва (НИИПХ Росрезерва); ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет»; ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»; ООО «Компания «Азимут Фотоникс»; ООО «Алмазный НТК»; ЗАО «НИИН МНПО «Спектр».

С приветственным словом к участникам круглого стола обратился президент РОНКТД профессор В.А. Сясько, который отметил актуальность и важность проблем, связанных с разработкой и

внедрением методов неразрушающего контроля продукции различного назначения.

Участники круглого стола с интересом выслушали доклад зав. кафедрой товарной экспертизы и таможенного дела РЭУ им Г.В. Плеханова профессора **П.И. Токарева** о перспективах разработок и внедрения технологии цифровой трансформации методов и средств неразрушающего контроля в рамках развития концепции «Индустрия 4.0». В докладе отмечена важность формирования компетенций в



Р.А. Платова, П.И. Токарев

области использования цифровых технологий и использования портативных приборов неразрушающего контроля при тесном взаимодействии с корпоративными партнерами.

В рамках круглого стола «Цифровая трансформация и неразрушающие методы контроля при товарной и таможенной экспертизе» были сделаны следующие сообщения.

Д.А. Метленкин и **Ю.Т. Платов** (ФГБОУ ВО «Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова») рассказали о цифровой трансформации методов и средств неразрушающего контроля, а также об одном из основных научных направлений кафедры товарной экспертизы и таможенного дела — применение портативных технологий оптической спектроскопии и гиперспектрального анализа. В своем докладе авторы представили результаты разработки компьютерных моделей мониторинга качества потребительских продуктов: использование UV-VIS-NIR-спектроскопии и спектроколориметрии (система CIEL*a*b*) для объемно-пространственного картирования условий обжига керамических кирпичей; применение микрофокусной рентгенографии и гиперспектрального изображения для классификации зерна гречихи по степени выполненности; использование гиперспектрального изображения для контроля дефектов авокадо; возможности метода спектроколориметрии для спецификации окраски и мутности слабомутных и мутных напитков.

Н.Л. Кочетова (ЭКЦ МВД РФ) сделала сообщение о геммологической экспертизе, проводимой специалистами органов внутренних дел Российской Федерации. Основной акцент сообщения был сфокусирован на вопросах экспертизы самоцветов, не относящихся к группе драгоценных камней, их



В.А. Сясько

синтетических аналогов и имитаций, а также на правовых аспектах регулирования оборота таких изделий согласно требованиям УК. Были кратко описаны используемые в такой экспертизе методы и направление будущего развития государственной геммологической экспертизы в целом.

В.Р. Климов (Центральное экспертно-криминалистическое таможенное управление) выступил по теме экспертизы государственных наград Российской Федерации с использованием метода и технологий, не разрушающих предметы. Отмечены основные этапы при экспертизе, описаны неразру-



Выступает Н.Л. Кочетова



??????



В.Р. Климов



Вопрос из зала



Участники мероприятия



В.В. Лоозе

шающие методы для определения материала и технологии исполнения, а также результаты проведенных экспертиз по наиболее ценным наградам.

В.В. Лоозе и **И.А. Никитин** (НИИПХ Росрезерва, ФГБОУ ВО «Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова») сообщили о ходе работ по применению инфракрасной термографии и цифровой термометрии в процессе контроля качества при длительном хранении зерна в системе Росрезерва. Разработанные в НИИПХ Росрезерва способы неразрушающего теплового контроля условий хранения и зараженности зерна имеют регистрационные патенты на изобретение. Разработаны, апробированы и утверждены методики про-

ведения контроля. Отмечено, что применение инфракрасной термографии и цифровой термометрии в системе Росрезерва зарекомендовало себя как точные, оперативные и экономически выгодные методы, используемые для товарной экспертизы и контроля условий длительного хранения зерна государственного материального резерва.

П.В. Балабанов (ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет») рассказал об опыте разработки и применения методов неразрушающего контроля дефектов плодоовощной продукции в видимой и инфракрасной областях спектра излучения. В начале выступления была представлена сравнительная характеристика сис-



тем технического и машинного зрения. Далее были показаны общий вид и структурная схема разработанного комплекса теплового контроля. В заключении был описан опыт использования гиперспектрального контроля яблок и картофеля.

А.Ю. Богомоллов (ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет») выступил с сообщением о многомерном анализе гиперспектральных изображений и его аналитических приложениях. Описаны основные вехи в развитии как многомерного анализа данных в общем, так и многомерного анализа изображений, в частности. Представлены аналитические приложения, такие как гиперспектральный анализ аэрофотоснимков в экологическом мониторинге, анализ микроструктуры молока методом КР-микроскопии, разрешение изоб-

ражений методом СИМПЛИЗМА, МРК-анализ КР-гиперспектрального изображения эмульсии, анализ гомогенности таблеток методом БИК-гиперспектральных изображений, а также определение жира и белка в молоке с помощью обычных цифровых изображений. В завершение А.Ю. Богомоллов отметил, что следующим этапом развития неразрушающих методов контроля будет технологический скачок мобильных устройств, которые можно будет использовать в качестве аналитических инструментов.

Е.В. Волкова (ФГБОУ ВО «Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова») рассказала о неразрушающих методах исследования при проведении экспертизы произведений искусства. В обширном сообщении описан процесс выбора метода исследования, который зависит от ма-



Д.А. Метленкин



Е.В. Волкова



Выступает А.О. Таганов



В.А. Склярук

териалов и техники исполнения объекта экспертизы. В качестве примера исследования приведены фотографии фрагментов картины в прямых и косоппадающих лучах с использованием излучения в различных спектральных диапазонах. Продемонстрированы особенности применения ИК-рефлектографии, рентгенографии, микроскопии и гиперспектральной съемки для исследования живописи и графики. В заключении докладчик отметила, что на современном уровне развития технического прогресса проведение технико-технологической экспертизы историко-художественных цен-



Демонстрация работы прибора ADI V1

ностей немыслимо без спектроскопических методов анализа.

К.В. Прокопович (ФГБОУ ВО «Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова», НИТУ МИСиС) доложила о работе по применению импедансной спектроскопии в качестве метода неразрушающего контроля при определении электропроводности полимерных композитов, наполненных углеродными наноматериалами. Проводящие полимеры применяются в качестве антистатических материалов в носимой электронике, используются в коммерческих дисплеях и в альтернативной энергетике.

А.А. Лысенкова (ФГБОУ ВО «Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова») выступила по теме идентификации и контроля качества зерномучных товаров неразрушающими методами исследования. Рассмотрены основные подходы к контролю качества пшеничной муки по силе муки методами оптической спектроскопии, описаны технологии исполнения и анализ полученных данных, продемонстрированы результаты проведенных ранее исследований.

А.О. Таганов (ООО «Компания «Азимут Фотоникс») провел демонстрацию возможностей портативной гиперспектральной камеры, во время которой была осуществлена сортировка пластиковых отходов. Отвечая на вопросы слушателей, А.О. Та-

ганов отметил, что применение гиперспектральных камер возможно для контроля качества пищевой продукции, а также рассказал об особенностях поставки и реализации такого оборудования на отечественном рынке.

В.А. Скляр (ООО «Алмазный НТК») посвятил свое выступление проведению научных исследований и разработке приборов в области идентификации и технологического использования алмазов. Докладчиком с коллегами была проведена демонстрация прибора ADI V1, предназначенного для исследования картин люминесценции природных алмазов бриллиантов, алмазных пластин, кристаллов синтетического происхождения. Демонстрация прошла в интерактивном режиме, где слушатели смогли проверить подлинность своих ювелирных украшений, инкрустированных драгоценными камнями.

«Для нас большая радость сотрудничество с коллегами из РЭУ им. Г.В. Плеханова! Они продемонстрировали один из самых профессиональных и грамотных подходов к вопросам о методах неразрушающего контроля и проявили себя замечательными организаторами нашего научного мероприятия. Таможенная и товарная экспертиза — это огромная и перспективная отрасль для развития на-

шей тематики и дальнейшего сотрудничества наших организаций!» — подытожила работу круглого стола **А.В. Шабаева**, исполнительный директор РОНКТД.

Активные дискуссии в процессе выступлений показали важность и актуальность поставленной проблемы. Все участники круглого стола выразили мнение о необходимости подготовки специалистов и внедрения методов НК при товарной и таможенной экспертизе. Отмечена актуальность создания в РОНКТД экспертной группы в целях систематизации характеристик приборов и аппаратуры, лабораторий и технологий цифровой трансформации НК, использование которых целесообразно при экспертизе продовольственных и непродовольственных товаров. Назрела необходимость объединения научных инженерных школ вузов с привлечением промышленных партнеров для подготовки студентов и аспирантов в области НК потребительских товаров.

*ПЛАТОВА Раиса Абдулгафаровна,
канд. техн. наук,
ФГБОУ ВО «Российский экономический
университет им. Г.В. Плеханова», Москва*



KONSTANTA

Константа ФБ

**Прибор для измерения блеска
и коэффициента яркости**

Госреестр СИ РФ № 86095-22



ПРИБОРЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

constanta.ru

ЗАСЕДАНИЕ ОБЪЕДИНЕННОГО ЭКСПЕРТНОГО СОВЕТА ПО ПРОБЛЕМАМ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ ПРИ РОНКТД

Заседание Объединенного экспертного совета по проблемам применения акустической эмиссии (ОЭС АЭ) при РОНКТД состоялось в рамках деловой программы форума «Территория NDT» в ЦВК «Экспоцентр», Москва, 25 октября 2023 г. На заседании присутствовало 20 специалистов в области АЭ из организаций: НПП «Ресурспроект», Москва; ООО «НДТ-Системы», Москва; ООО «ИНТЕР-ЮНИС-ИТ», Москва; ЗАО «НИИ интроскопии МНПО «Спектр», Москва; СГУПС; АО «ВНИКТИ Нефтехимоборудование», Волгоград; ПАО «Северсталь», Череповец; ООО «НТЦ «ЭгидА», Москва; Омский государственный технический университет; НП «ТЦТД «Химотест», Томск; Тольяттинский государственный университет; АО «Газпром диагностика»; АО «НИЦ «Строительство», Москва; ЗАО «ГИАП-ДИСТ ЦЕНТР», Москва; ООО «Кинеш», Кириши; АО «НПЦ «Молния»; ООО «АКС-Сервис», Московская обл.; МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва.

Вел заседание С.В. Елизаров — председатель ОЭС АЭ. В начале заседания он представил информационные сообщения об ответе Ростехнадзора на направленное от ОЭС АЭ письмо с просьбой внести изменения в ФНП «Правила безопасной эксплуатации технологических трубопроводов», о ходе работы над ГОСТ Р ИСО 12716 по терминам и определениям, о работе над ФНП по изотермическим резервуарам.

В своем сообщении «Применение АЭ в строительстве. Достижения и перспективы» А.И. Сагайдак рассказал о наполнении, ходе разработки и апробации проекта ГОСТ «Конструкции бетонные и железобетонные. Акустико-эмиссионный мониторинг», в котором используется несколько методик, позволяющих в ходе мониторинга оценить повреждения, возникающие в конструкциях. Докладчик отметил, что специалисты строительной отрасли мало знакомы с методом акустической эмиссии,

а в подобных документах используется достаточно сложная и непривычная для них методология. Поэтому успешное применение акустико-эмиссионных стандартов в строительстве обусловлено разработкой специализированного программного встроенного обеспечения.

В ходе развернувшейся дискуссии обсуждались:

- подробное открытое описание расчетов, позволяющее избежать некорректной интерпретации



В.И. Иванов, С.В. Елизаров



Выступает К.А. Медведев

данных при использовании стороннего оборудования;

- важность разработки и использования специализированного программного обеспечения, позволяющего специалисту корректно проводить сложные расчеты и визуализировать результаты;
- состояние дел с одобрением в Росстандарте ранее разработанных методик, связанных с применением акустической эмиссии в строительстве.

К.А. Медведев выступил с анонсом конференции «Актуальные проблемы метода акустической эмиссии» (АПМАЭ), которую в апреле 2024 г. организует НТЦ «ЭгидА» совместно с «ИНТЕРЮНИС-ИТ» и Самарским политехом (СамГТУ). Для участия уже приглашены специалисты, работающие в широком спектре областей. В ходе конференции планируется проведение приема предложений по нормативно-технической документации, их обсуждение в рабочих группах для последующего выпуска с поддержкой Научно-промышленного союза «РИСКОМ».

Члены совета АПМАЭ-2024 будут отслеживать результативность решения поднятых на конференции вопросов создаваемыми для этого рабочими группами. Поскольку одной из актуальных проблем метода является отсутствие молодых кадров, будет проведено несколько конкурсов для специалистов до 35 лет. Докладчик отметил, что сейчас множество производств вынуждено отказываться от аутсорсинга в сфере неразрушающего контроля и возвращаться к практике использования большого собственного отдела технического надзора. Поэтому появляется значительное число новых задач, которые можно решать с помощью акустической



Выступает А.И. Сагайдак

эмиссии. Эти процессы следует использовать для активизации применения данного метода.

Кроме того, на заседании обсуждались следующие вопросы:

- состояние дел с обновлением ПБ по акустической эмиссии;
- необходимость преодоления отставания от других методов путем расчета вероятности разрушения, соответствующей различным классам источников АЭ;
- заинтересованность пользователей в многоканальных не очень дорогих, легко наращиваемых, беспроводных и использующих не только метод АЭ системах;
- создание общего сайта акустико-эмиссионного сообщества, который служил бы обучающим целям и единству методологии измерений и содержал бы ссылки на нормативно-техническую документацию, в том числе находящуюся в разработке, методики, как утвержденные, так и экспериментальные, предоставлял бы возможность обратиться за помощью и консультацией к специалистам, имеющим опыт работы с теми или иными типами объектов;
- сложность и дороговизна создания литературных обзоров в настоящее время.

В заключение С.В. Елизаров поблагодарил коллег за участие в заседании и сообщил, что ближайшая встреча планируется на АПМАЭ в апреле 2024 г.

ТЕРЕНТЬЕВ Денис Анатольевич,
секретарь Объединенного экспертного совета

Ответы на кроссворд

По горизонтали: 1. Демпфер. 2. Волновод. 7. Спектроанализатор. 8. Закат. 12. Производительность. 14. Перекристаллизация. 17. Фон. 18. Окалина. 19. Зарубка. 20. Волна. 23. Кабель. 24. Атенуатор.

По вертикали: 1. Дефектоотметчик. 3. Отжиг. 4. Образец. 5. Кассета. 6. Гармоника. 9. Зазубрина. 10. Оксидирование. 11. Клавиатура. 12. Перебраковка. 13. Достоверность. 15. Подрез. 16. Паз. 21. Узел. 23. Шаг.

60 ЛЕТ

НИИ ИНТРОСКОПИИ «СПЕКТР»!



Институт интроскопии включен в перечень Минэкономразвития в качестве малой технологической компании в соответствии с Федеральным законом № 478-ФЗ «О развитии технологических компаний в Российской Федерации». Этот статус позволяет институту претендовать на особые меры налоговой, финансовой, консультационной и других мер господдержки.



ГАЛКИН Денис Игоревич

Канд. техн. наук, генеральный директор АО «НИИИН МНПО «Спектр», Москва

Институт интроскопии имеет богатую историю. Расскажите об истории создания организации.

6 мая 1964 г. по распоряжению Высшего совета народного хозяйства Совета министров СССР для развития научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по интроскопии и удовлетворения потребностей народного хозяйства и обороны страны в приборах и средствах внутривидения в непрозрачных средах был создан Научно-исследовательский институт интроскопии (далее институт). Возглавил институт известный ученый, один из



П.К. Ощепков

изобретателей радиолокации, доктор технических наук, профессор Павел Кондратьевич Ощепков, идеи которого по применению радиоволн для обнаружения самолетов стали основой в создании систем воздушного наблюдения. Идея объединения в одном институте всех физических методов получения многоэлементной информации для внутривидения в непрозрачных телах оказалась не только своевременной, но и побудившей развитие и внедрение каждого из них с возможностью комплексного объединения для решения сложных отраслевых проблем.

11 июня 1970 г. директором института был назначен канд. техн. наук (впоследствии академик РАН, д-р техн. наук, профессор) Владимир Владимирович Ключев. Работы по всем направлениям деятельности в институте существенно ускорились, и начались многочисленные межведомственные и государственные испытания средств неразрушающего контроля (НК) в целях их мелкосерийного и серийного производства для использования в народном хозяйстве.



Здание института, конец 1960-х — начало 1970-х гг.

Какие цели стояли перед институтом в разные периоды времени?

Институт всегда был на острие инженерной науки, и поэтому основной целью в любой временной промежуток было создание наиболее эффективных инструментов НК и их внедрение в промышленность. В разные годы над достижением этой цели в институте работали десятки ученых с мировым именем, которыми разработано более 770 типов диагностических приборов и установок, опубликовано более 620 монографий, 3300 научных статей, получено более 5100 авторских свидетельств и патентов на изобретения.

Данными результатами институт обязан руководителям — профессору П.К. Ощепкову и академику В.В. Ключеву, серьезный вклад в развитие института внес коллектив ученых: доктора технических наук Б.В. Артемьев, А.А. Буклей, Э.И. Вайнберг, Л.В. Владимиров, Е.А. Гусев, Н.И. Еремин, А.Г. Ефимов, Г.В. Зусман, Б.М. Кантер, В.А. Ключко, А.В. Ковалев, А.Н. Коваленко, М.В. Королев, Б.И. Леонов, Ю.В. Ланге, В.Ф. Мужичский, В.А. Павельев, А.А. Самокрутов, Ф.Р. Соснин, Ю.К. Федосенко, В.Н. Филинов, В.Г. Шевалдыкин, Ю.М. Шкарлет, А.Е. Шубочкин, кандидаты технических наук А.С. Бакунов, Л.А. Хватов, С.Н. Шубаев, Ю.А. Кондратьев, Б.П. Стариков, А.А. Коновалов, Н.В. Коршакова, В.Н. Кольцов, Л.В. Зазинова, Б.В. Туробов, В.Н. Козлов, С.А. Мартынов, А.Г. Алёхин, А.С. Студитский, Д.В. Шлеин, Д.А. Кудрявцев, Е.В. Федоровский, Е.В. Мартыанов и др.

Благодаря этим специалистам создана научная и производственная база для развития новых интеллектуальных технологий и производства комплексных систем НК и ТД, опираясь на которую мы уверенно смотрим в будущее.

Расскажите о самых важных этапах развития института. Какие значимые достижения были сделаны за 60 лет работы?

За 60 лет работы получено немало значимых результатов... Прежде всего, это решения, без которых невозможно было бы организовать производство и безаварийную эксплуатацию важнейших для страны прорывных разработок: узлов и агрегатов многоразового космического корабля «Буран», ракетных двигателей, элементов авиационной техники из специальных материалов. Не менее важными являются решения, позволившие повысить производительность работ и безопасность эксплуатации в металлургической промышленности (линия по комплексному НК цельнометаллических труб, комплекс оптоэлектронных диаметромеров, серия первых российских рентгеновских толщиномеров для измерения толщины проката цветных металлов и сплавов), нефтегазовом секторе (пер-



Рабочие места в лабораториях института



В.В. Ключев



В рамках программы «Буря» НИИИИном было создано 123 вида новых приборов контроля и диагностики дефектов узлов и агрегатов корабля. Среди них роботизированная тепловизионная установка для контроля качества теплозащиты вихревые дефектоскопы для поиска дефектов на поверхности различных деталей и обнаружения трещин в отверстиях и многое другое



В лаборатории института, 1989 г.



Академик В.А. Легасов (второй слева) в лаборатории НИИИИНа

вый в стране магнитный дефектоскоп-снаряд для автоматизированной внутритрубной диагностики магистральных нефтегазопроводов), железнодорожной отрасли (серия магнитных и вихревых дефектоскопов), ВПК (первые быстродействующие тепловизоры, структуроскопы).

Отдельно стоит отметить, что руководство и сотрудники института всегда уделяли особое внимание вопросу подготовки кадров. Так, в 1975 г. в издательстве «Машиностроение» был издан 2-томный справочник «Приборы для неразрушающего контроля материалов и изделий», подготовленный коллективом сотрудников института. В начале XXI века под редакцией академика В.В. Ключева был подготовлен 8-томный справочник «Неразрушающий контроль», по сей день являющийся наиболее авторитетным источником информации в области НК на всем русскоговорящем пространстве.

Диссертационный совет, функционировавший на базе НИИН с 1975 г., стал кузницей кадров высшей квалификации в НК: 178 ученых представили результаты своих исследований для защиты в нашем совете.

Как удалось сохранить и развить компанию в самые сложные времена?

Результатом наступившей рыночной экономики стала децентрализация института: образование самостоятельных компаний по разным направлениям деятельности с сохранением тесных связей с материнской организацией. Так, в период с 1991 по 2007 гг. на базе отделов института были образованы:

- ООО «Акустические Контрольные Системы», являющееся в настоящее время одной из ведущих фирм в России по разработке ультразвуковых и акустических средств промышленного контроля;
- ООО «СпектрАп», специализирующееся на разработке и производстве рентгенодиагностического медицинского оборудования;
- ООО «Флэш Электроникс», сотрудники которого сконцентрировались на разработке и производстве портативной досмотровой рентгеновской техники и рентгеновского оборудования НК;
- Научно-производственный центр антитеррористической и криминалистической техники «Спектр-АТ».

Такая мера была необходима для того, чтобы адаптировать систему управления институтом к новым реалиям и сохранить достижения по отдельным направлениям. В результате принятое академиком В.В. Ключевым решение полностью себя оправдало.

Какие ценности и принципы лежали и лежат сейчас в основе работы вашей организации?

Миссия НИИИН — создание условий, при которых возможности НК, соответствующие текущему уровню развития науки и технологии, будут использоваться для повышения эффективности, безопасности и культуры производства/эксплуатации технических устройств и сооружений на промышленных предприятиях нашей страны.

Цель НИИИН в настоящее время — разработать концепцию и внедрить на федеральном уровне цифровую инфраструктуру данных НК, позволяющую объединить информацию, поступающую от отдельных участников рынка НК (производители и пользователи средств НК, образовательные и аттестационные/сертификационные центры, метрологические службы, производственные предприятия, контрольно-надзорные службы). Тем самым мы стремимся к тому, чтобы потенциал неразрушающего контроля был использован в полной мере, а его ценность стала очевидной для руководителей любого уровня.

Какие задачи необходимо решить для достижения данной цели?

Сформировать систему получения объективных и упорядоченных результатов НК. Для этого прежде всего на федеральном/отраслевом уровне необходимо разработать требования к атрибутивному составу данных НК, соответствие которому позволит использовать их в рамках цифровой инфраструктуры. На следующем этапе производители оборудования НК (и мы в том числе) займемся разработкой/модернизацией приборов НК, обеспечивающих сбор и передачу данных в соответствии с определенным атрибутивным составом. Наряду с этим необходимо перевести традиционные стандарты в разряд «умных» стандартов. «Умный» стандарт — это программный код, содержащий алгоритмы определения параметров контроля и критериев отбраковки, регламентированных конкретным нормативным документом. Он представляет собой базы данных, модели и т.д., ключевым потребителем которых является информационная система. Его можно будет использовать как отдельное приложение — цифровой помощник, встраивать в интерфейс дефектоскопов, применять для фильтрации данных НК для их верификации.

Как это поможет промышленности?

Наличие объективных, упорядоченных результатов НК, относящихся к конкретному элементу технического устройства, делает возможным совместное использование данных, полученных от разных методов НК в различное время (при изготовлении, строительстве, техническом диагности-



Президент Национальной академии наук Украины (изначально президент Академии наук Украинской ССР) академик Б.Е. Патон (второй справа) посещает НИИИН



Президент РАН А.П. Александров (в центре) знакомится с приборами НИИИН



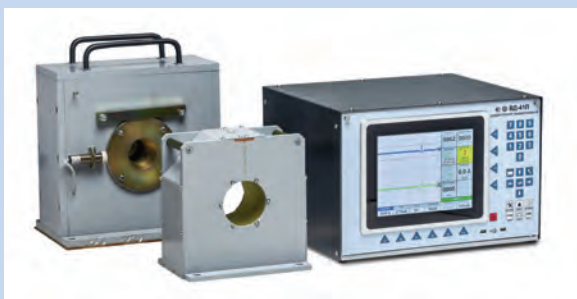
Заместитель министра обороны СССР (1984–1990 гг.) маршал авиации А.Н.Ефимов (в центре) на выставке НИИИНА



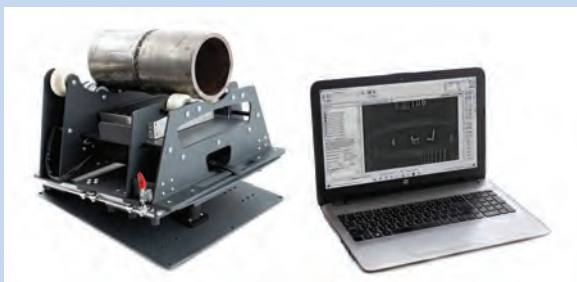
Секретарь ЦК КПСС (1987–1988 гг.) А.И. Лукьянов
(в центре) в стенах НИИИНА



Справочник «Не разрушающий контроль» в 8 томах
под общей редакцией академика В.В. Клюева



Вихревой дефектоскоп ВД-41П



Аппаратно-программный комплекс «Хамелеон»

ровании). Такая база данных станет основой внедрения подходов предиктивной аналитики, обоснования изменения критериев отбраковки под каждый объект контроля и в конечном счете позволит реализовать принцип эксплуатации оборудования по техническому состоянию. Накопленные данные НК можно будет также применять на всех уровнях проектирования, производства и эксплуатации для перехода от неразрушающего контроля к мониторингу состояния изделий, инженерных объектов, технологических процессов и экологических систем. Отдельной составляющей использования данных НК являются системы поддержки управленческих решений в отношении выбора поставщиков/подрядчиков, определения оптимальной технологии производства и режимов эксплуатации.

В чем особенность и преимущества ваших приборов?

Мы в полной мере осознаем свое место в цепочке обеспечения безопасности в техногенной сфере и используем накопленные знания и опыт для того, чтобы повысить надежность эксплуатации продукции отечественных промышленных предприятий и эффективность определения ее технического состояния. Эта парадигма определяет наши решения на всех этапах изготовления приборов НК — от идеи до воплощения.

В настоящее время в институте разрабатывается и производится оборудование для проведения НК визуальным и измерительным, магнитным, вихревым, акустическим, радиационным методами. Приборы НИИИН зарекомендовали себя как надежные средства НК, позволяющие получить повторяемые и достоверные результаты при контроле объектов в стратегических для нашей страны отраслях: авиационной, космической, железнодорожной, нефтяной, газовой и др.

Какой самый востребованный продукт компании, прибор? В чем причины популярности?

В настоящее время нашими наиболее востребованными приборами являются вихревой поточный дефектоскоп ВД-41П, аппаратно-программный комплекс для контроля КСС «Хамелеон» и универсальный шаблон специалиста НК TаріRUS. Если в первом случае популярность прибора отчасти можно связать с уходом с российского рынка зарубежных компаний и необходимостью восполнить возникшую потребность, то два других прибора — это уникальные разработки НИИИН, значительно упрощающие процесс контроля. В ближайшее время мы завершаем изготовление партии TаріRUS в Китае для китайского рынка!

Какие программные продукты вы предлагаете?

В основном это цифровые помощники, которые позволяют избежать ошибок специалиста НК, связанных с сопоставлением результатов контроля с требованиями НТД или выбором параметров контроля, и тем самым сконцентрироваться специалисту на своей основной задаче — обеспечении качественного сбора информации. В таком формате реализованы приложение TарiRUS_ассистент, приложение для выбора параметров по ультразвуковому и радиографическому методам контроля. В настоящее время заканчивается работа по созданию программного продукта, позволяющего специалисту НК на 90 % заполнять протокол на месте выполнения работ в специализированном приложении, а окончательное оформление проводить уже в личном кабинете на ПК. Часть сведений будут передаваться непосредственно с приборов НК. Использование данного приложения также поможет специалисту определиться с тем, какие параметры необходимо измерить в соответствии с требованиями конкретного нормативного документа и минимизирует объем бумажной работы.

Стоит отметить создание системы личных кабинетов участников конкурса «Дефектоскопист» и Международного строительного чемпионата (WCC), позволяющей фиксировать ответы на вопросы, поставленные в теоретической и практической частях, и заполнять отчетные формы по результатам контроля. В личном кабинете специалисту также представляется доступ к нормативным документам, необходимым для выполнения задания, и осуществляется контроль времени выполнения. Оценка результатов, полученных конкурсантом, проводится в автоматическом режиме в соответствии со специально разработанным алгоритмом, позволяющим сопоставлять результаты, полученные конкурсантом, с образцовыми, а также учесть наличие перебраковки и недобраковки. Применение данного решения позволяет сделать конкурсную процедуру максимально открытой и объективной, а также исключить человеческий фактор при подсчете итоговой оценки.

Отдельным достижением является разработка цифровой платформы для ПК 5 «Радиационные методы» технического комитета по стандартизации ТК 371 «Неразрушающий контроль» (<http://pk5.ndtgrad.ru/>). На этом ресурсе участники обсуждения проектов национальных стандартов получают своевременный доступ к актуальной версии разрабатываемого стандарта, имеют возможность публиковать замечания, осуществлять обмен мнениями, голосовать и корректировать проекты стандартов в режиме реального времени.



УИЩ TарiRUS и приложение TарiRUS_ассистент



Жюри международного строительного чемпионата 2023



Использование участниками конкурса «Дефектоскопист 2021» системы личных кабинетов

Использование подобного сервиса позволяет не только сделать работу над проектом более эффективной и учесть мнение всех заинтересованных сторон, но и повысить доверие сообщества специалистов НК к процессу нормотворческой деятельности.

Какие проекты и программы были запущены в последнее время и каковы их результаты?

На финальной стадии находится разработка серверного приложения для удаленного мониторинга, сбора данных и управления средствами неразрушающего контроля по протоколу TCP/IP.

На форуме «Территория NDT», который состоится с 15 по 17 апреля 2024 г., мы представим ручной smart-дефектоскоп серии «Легат», оснащенный специальными модулями, которые не влияют на его основной функционал, но позволяют фиксировать и передавать объективную информацию о проводимом контроле. Само собой, данный дефектоскоп будет иметь возможность интеграции в сеть промышленного предприятия.

Почему «Легат»?

Легат — это личный представитель папы римского на срок, необходимый для выполнения поручения. В нашем случае «папу римского» мы заменяем на «заказчика работ по НК». В результате этого получается, что smart-средство НК серии «Легат» будет выполнять роль личного представителя заказчика при выполнении работ по НК и «следить» за тем, чтобы контроль был проведен в соответствии с требованиями нормативной документации.

Как вы подходите к разработке новых продуктов и услуг, и как вы определяете потребности рынка?

Знать и понимать потребности рынка, безусловно, важно. Для этого используются вполне стандартные технические процедуры: участие в выставках, семинарах и конференциях, получение обратной связи от наших партнеров, применяющих оборудование НИИИН, веб-аналитика. Но более значимой и сложной является способность предвосхитить ожидания рынка, ответить предложением на еще не сформировавшуюся до конца потребность. И в решении данного вопроса мы рассчитываем прежде всего на свой опыт и понимание НК, а также собственную интуицию.

Как вы выбираете своих партнеров и поставщиков, и какие критерии вы используете при принятии решения о сотрудничестве?

Стать нашим партнером очень легко — нужно разделять наши ценности и искренне желать принести пользу промышленности России.

Чем, помимо разработки оборудования и технологий НК, занимается НИИИН?

Институт является методическим центром системы НК РОНКТД. Мы отвечаем за методическое обеспечение процесса аттестации (сертификации) специалистов НК. Отдельное внимание мы уделяем разработке инструментов, повышающих эффективность оценки аттестационных испытаний: внедрение системы автоматизированной оценки результатов контроля экзаменационных образцов, обеспечение аттестационных центров образцами одинаковой сложности.

Также сотрудники института принимают активное участие в работе технического комитета ТК 371 «Неразрушающий контроль». За институтом закреплены два подкомитета: ПК 4 «Вихретоковые методы» и ПК 5 «Радиационные методы». Нашей основной задачей является создание и поддержание необходимых условий для прозрачной разработки проектов национальных стандартов с привлечением к обсуждению авторитетных экспертов и всех заинтересованных сторон.

Одним из важных проектов института является сотрудничество с МГТУ им. Н.Э. Баумана по созданию студенческой проектной лаборатории в области НК. Задачи перед студентами будут ставить разработчики оборудования и технологий НК, сервисные организации, которые также будут помогать в оснащении лаборатории оборудованием, материалами и программными продуктами, необходимыми для достижения результата. Выполняя проект в команде вместе с коллегами, работающими на других кафедрах, научными руководителями и консультантами из организаций-партнеров, студенты будут адаптироваться к работе в реальных условиях. Полученные решения они также смогут оформить в виде курсовых и дипломных работ и пополнить ими свое портфолио.

Институт сотрудничает только с МГТУ им. Н.Э. Баумана?

С МГТУ им. Н.Э.Баумана мы сотрудничаем наиболее активно. Владимир Владимирович Ключев, я и многие сотрудники института являемся его выпускниками. Для нас очень важно, что наш институт имеет статус авторизованного носителя бауманского бренда — лицензиата «Бауманского братства». Бренд «Бауманское братство» был создан для поддержания имиджа и повышения узнаваемости компаний, организаций и индивидуальных предпринимателей, которые тесно связаны с МГТУ им. Н.Э. Баумана, а также для оказания поддержки студентам и выпускникам университета, бизнес-стартапы которых находятся на начальном этапе своего развития.

Но с другими вузами и организациями системы среднего профессионального образования мы тоже сотрудничаем. По нашей инициативе в рамках Российской гильдии предприятий-производителей оборудования и технологий НК был открыт проект комплектации междисциплинарных учебно-испытательных лабораторий НК образовательных организаций. В состав лаборатории, помимо оборудования, будет входить все необходимое для организации учебного процесса: образцы, методические материалы, видеокурсы по работе с оборудованием. Лабораторию смогут использовать студенты и аспиранты различных кафедр по направлениям сварочного производства, технологии машиностроения, приборостроения для проведения как практических занятий, так и исследовательских работ. Перечень оборудования лабораторий будет определяться с учетом потребностей организаций, являющихся основными работодателями для выпускников соответствующих специальностей в регионе. Интерес к подобному формату взаимодействия был проявлен учебными заведениями ДВФУ, КузГТУ, АлтГТУ им. И.И. Ползунова, УГАТУ, ТГУ.

Что сегодня происходит на рынке НК? Как, по вашему мнению, он будет развиваться в ближайшее время?

Неразрушающий контроль «выйдет из тени» и его значимость для промышленных предприятий многократно возрастет. Это произойдет в результате цифровой трансформации, которая сделает возможным собирать, верифицировать и анализировать данные неразрушающего контроля в режиме реального времени. Благодаря этому на производстве в автоматизированном режиме будут фикси-

роваться тенденции и определяться узловые точки для принятия управленческих решений, направленных на совершенствование процесса. Эксплуатация получит объективную и упорядоченную информацию о динамике изменения состояния технических устройств и сооружений, что сделает возможным внедрение риск-ориентированных подходов. Методы, объемы, критерии и периодичность оценки технического состояния не будут жестко привязаны к конкретным нормативным документам, а будут обусловлены степенью поврежденности объекта. Мы будем следить за развитием каждой несплошности в процессе всего жизненного цикла технического устройства.

Все эти изменения повлияют и на требования к квалификации специалистов НК. Ценность специалиста будет определяться не наличием у него большого количества удостоверений, а его способностью корректно получать данные при проведении контроля. Это будет отслеживаться автоматически при верификации данных, формируя рейтинг дефектоскописта. То есть каждый выполненный специалистом контроль будет маленьким экзаменом. В результате процесс аттестации в текущем виде потеряет свое значение и главную роль будет играть подготовка.

Каковы ваши стратегические планы на будущее?

Главное для нас — продолжать и развивать дело тех специалистов, которые принесли славу институту и огромную пользу нашей стране. Мы сделаем все зависящее от нас, чтобы и впредь Институт интроскопии оставался основным центром компетенции в области НК в России.

ЖУРНАЛ «ТЕРРИТОРИЯ NDT»

*У нашей ТЕРРИТОРИИ нет границ –
попасть на нее можно ИЗ ЛЮБОЙ ТОЧКИ МИРА.*

СВЕЖИЙ НОМЕР журнала

[http://tndt.idspektr.ru/
index.php/current-issue](http://tndt.idspektr.ru/index.php/current-issue)



АРХИВЫ номеров

[http://tndt.idspektr.ru/
index.php/archive](http://tndt.idspektr.ru/index.php/archive)



Telegram-канал

https://t.me/tndt_idspektr



Редакция: +7 (499) 393-30-25 • tndt@idspektr.ru



Спектр
Издательский дом

С. В. Шаблов, Е. И. Косарина, Н. А. Михайлова, А. А. Демидов

ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И ПРАКТИКА РАДИАЦИОННОГО НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

ISBN 978-5-4442-0173-2. Формат - 60x88 1/8, мягкий переплет, 168 страниц, год издания - 2023.

Содержит краткое описание физических основ радиографического контроля, используемых технических средств и материалов, описание видов дефектов. Уделено внимание процессам формирования скрытого изображения в эмульсии радиографической пленки. Приводится более 30 репродукций радиографических снимков с артефактами и объяснением вероятных причин их происхождения, а также рекомендациями по их предотвращению. Представлены алгоритмы физических процессов, расчета параметров и оптимальных режимов, которые обеспечивают формирование и преобразование радиационных изображений с объемом полезной информации, позволяющим определить качество объекта контроля. Приведены примеры последовательности разработки технологии, задачи и контрольные вопросы.

В разделе о цифровой радиографии рассмотрены вопросы преобразования, дискретизации, квантования, оцифровки и тестирования дуплексным индикатором цифровых радиационных изображений.

Описаны устройство, принцип работы, калибровка и характеристики плоскостовых детекторов прямого и непрямого преобразования, а также энергетические уровневые переходы в многоразовых фотостимулируемых пластинах при их возбуждении, метастабильном состоянии и индуцировании светового излучения лазером.

Предназначена для специалистов по радиографическому методу неразрушающего контроля для любых отраслей промышленности, проводящих радиационный контроль изделий, полезна для специалистов радиационного контроля, проходящих аттестацию.

Книга издана при финансовой
поддержке:



ПРОДИС.НДТ
ПРОМЫШЛЕННЫЕ ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ



ЦИФРОВЫЕ РЕШЕНИЯ
НИИИИ
ПРОМЫШЛЕННЫЙ МОНИТОРИНГ



ВАСМА
с 1933



1290 руб.

119048, г. Москва, ул. Усачева, д. 35, стр. 1. 000 «Издательский дом «Спектр»
Телефон отдела реализации: (495) 514-26-34. Дополнительный телефон офиса: (926) 615 17 16.

E-mail: zakaz@idspektr.ru. Http://www.idspektr.ru

реклама

www.idspektr.ru



ВСЕРОССИЙСКИЙ КОНКУРС ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ

НАЦИОНАЛЬНАЯ ПРЕМИЯ 2024

ПРЕМИЯ ДЛЯ ЛИДЕРОВ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ В СФЕРЕ НК И ТД

НОМИНАЦИИ



ПРЕМИЯ ЗА ВЫДАЮЩИЙСЯ ВКЛАД В РАЗВИТИЕ СПОСОБОВ И ТЕХНОЛОГИЙ НК, РАЗРАБОТКУ НОВЫХ ПРИБОРОВ И СИСТЕМ НК И ТД
Вручается отдельному участнику или коллективу участников в составе не более трех номинантов



ПРЕМИЯ МОЛОДОМУ СПЕЦИАЛИСТУ (ДО 35 ЛЕТ) ЗА ДОСТИЖЕНИЯ В ОБЛАСТИ НК И ТД
Вручается отдельному участнику

Адреса для отправки заявок: info@ronktd.ru; android@echoplus.ru

ЗАЯВКИ ПРИНИМАЮТСЯ ДО 25.03.2024

ЛАУРЕАТЫ ПРЕМИИ НАГРАЖДАЮТСЯ



ПОЧЕТНЫМ
ЗНАКОМ



ДИПЛОМОМ



ДЕНЕЖНЫМ
ВОЗНАГРАЖДЕНИЕМ

Церемония награждения пройдет в рамках
XI МЕЖДУНАРОДНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ФОРУМА
«ТЕРРИТОРИЯ NDT»

СПОНСОР ПРЕМИИ



ПОДРОБНАЯ ИНФОРМАЦИЯ:



РЕКЛАМА

НЕ ОСТАНАВЛИВАТЬСЯ НА ДОСТИГНУТОМ!



МУРАВЬЕВ Виталий Васильевич

Д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой «Приборы и методы измерений, контроля, диагностики», ИжГТУ имени М.Т. Калашникова, Ижевск

Расскажите о себе. Каковы основные направления и специфика вашей научной работы?

Основные направления моей работы — это акустические методы исследований и структуроскопии сталей и сплавов и неразрушающий контроль изделий из них.

С чего вы начинали?

С 1972 по 1976 гг. я работал инженером в Особом КБ при Новосибирском электровакуумном заводе, занимался научными исследованиями в области электронной микроскопии и рентгеноструктурного анализа материалов электронной техники. В 1976 — 2006 гг. я работал в НИИЖТ (в настоящее время Сибирский государственный университет путей сообщения СГУПС), пройдя путь от научного сотрудника кафедры физики до профессора, заведующего кафедрой «Электротехника, диагностика и сертификация», ученое звание профессора присвоено в 1994 г.

Какие события и люди повлияли на вас в профессиональном плане? Кого бы вы назвали своим учителем и почему?

В 1972 г. я окончил Сибирский металлургический институт им. С. Орджоникидзе (СМИ) в г. Новокузнецке по специальности «Физика металлов», кафедру возглавлял профессор Виктор

Моисеевич Финкель, занимавшийся проблемами возникновения и развития трещин в материалах, автор монографий «Физика разрушения. Рост трещин в твердых телах», «Физические основы торможения разрушения», «Портрет трещины» и др. Решающую роль при выборе специальности при переходе после второго курса со специальности «Автоматизация промышленных установок» вечернего факультета СМИ на дневное обучение сыграла встреча с В.М. Финкелем. Я планировал продолжить обучение в Новосибирском электротехническом институте, куда меня готовы были перевести на машиностроительный факультет. Но когда я пришел забирать документы, ректор СМИ Н.В. Толстогузов предложил мне выбрать любую из специальностей СМИ. Услышав, что мне интересны вопросы физического металловедения, он направил меня к В.М. Финкелю, который оказался на рабочем месте в августе (время отпусков). Посмотрев мою зачетку и увидев отличные оценки по физике и технологии металлов, он решительно заявил — «только в мою группу металлофизики» (специальность была по тем временам элитная, на которую поступали только медалисты). Так моя научная стезя была предрешена. Затем кафедру возглавил Лев Борисович Зуев, именно он оказал наибольшее влияние на мое становление как исследователя. Он был консультантом по кандидатской и докторской диссертациям. Докторскую диссертацию на тему «Закономерности изменения скорости распространения ультразвука при термической обработке сталей и алюминиевых сплавов» я защищал в Институте физики прочности и материаловедения СО РАН в Томске, в 1993 г.

Расскажите о кафедре, которую вы возглавляете. Какие научные проекты ведутся на кафедре в данный момент?

С 2010 г. я стал заведующим кафедрой «Приборы и методы контроля качества» (в настоящее время «Приборы и методы измерений, контроля, диагностики» в ИжГТУ имени М.Т. Калашникова. Кафедра готовит бакалавров по направлению «Приборостроение» по профилям «Приборы и методы контроля и диагностики» и магистрантов по программам «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий» и «Метрология, стандартизация, сертифи-



*Преподаватели и сотрудники кафедры «Электротехника, диагностика, сертификация», СГУПС (Новосибирск).
На верхнем фото вместе с коллективом лаборатории неразрушающего контроля*

кация». А история специальности «Физические методы и приборы контроля качества» начинается в 1981 г. Вновь созданная, она отвечала потребностям промышленности Удмуртской Республики и Волго-Вятского региона с развитыми службами неразрушающего контроля предприятий (Чепецкий механический завод, Воткинский машзавод, Ижсталь, Ижмаш, Ижевский механический завод, ИЭМЗ «Купол» и др.). Поддержка открытию специальности была оказана со стороны Уральского отделения АН СССР в лице чл.-кор. В.Е. Щербинина, акад. С.В. Вонсовского и директора Института физики металлов акад.

М.Н. Михеева, а также созданного Ижевского филиала Уральского отделения АН СССР (директор В.А. Трапезников).

Возглавляемая мной научная школа «Физические методы и средства измерений, контроля и диагностики технических объектов» развивается по следующим основным научным направлениям: разработка акустических методов контроля дефектности, оценки микроструктуры, механических свойств и остаточных напряжений металлопродукции и металлоизделий; а также разработка электромагнитно-акустических технологий НК и волноводных методов акустического контроля.



Выпускники на 75-летию Сибирского металлургического института (ныне Сибирский государственный индустриальный университет), 24 июня 2005 г. Все доктора наук, третий слева Л.Б. Зуев, зам. директора ИФПМ СО РАН, третий справа А.М. Глезер, директор Института металлургии РАН им. А.А. Байкова

Последние два научных направления были организованы на кафедре профессором Гравием Алексеевичем Буденковым и продолжают успешно развиваться и сейчас.

Научных проектов ведется достаточно много и достаточно разнообразных: наряду с грантами Российского научного фонда, которые стабильно выигрывают члены нашей научной школы начиная с 2015 г., грантами Минобрнауки по госзадаанию, силами кафедры были выполнены и выполняются крупные НИОКР с такими предприятиями, как ПАО «Челябинский металлургический комбинат», АО «ЕВРАЗ ЗСМК», АО «Интроскан технолджи», завод «Нефтемаш» (группа компаний «Римера»), ООО «Силур», НПФ «Реалштурм», ООО «Комар», и множество хозяйственных работ по выполнению неразрушающего контроля, разработке технологической документации, методик контроля и пр.

Какое место занимает ваша научная школа в российской (мировой) науке, и какие достижения вы можете отметить?

Судить о месте нашей научной школы в российской (мировой) науке можно, например, по числу цитирований наших публикаций, а их только на мои труды более 4 тысяч, в том числе цитирований из зарубежных и переводных журналов более 600.

Наша научная школа «Физические методы и средства измерений, контроля и диагностики технических объектов» с 2012 г. регулярно при подведении итогов занимает 1 место среди 15 научных школ ИжГТУ имени М.Т. Калашникова. Коллектив нашей научной школы на сегодняшний день — это четыре профессора, доктора наук, 12 доцентов, кандидатов наук, научных сотрудников, аспирантов, инженеров. За последние 5 лет (2017–2022) члены научной школы опубликовали 7 монографий, 78 публикаций в российских научных изданиях, входящих в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий ВАК, среди которых 50 — в журналах Web of Science и Scopus, около 30 патентов и зарегистрированных программных продуктов, выиграли 7 грантов, выполнили 390 хозяйственных договоров по сертификации персонала и повышению квалификации, договоров на НИОКР и НИР.

Члены коллектива научной школы дважды становились лауреатами Государственной премии Удмуртской Республики: в 2006 г. — Г.А. Буденков и О.В. Муравьева в составе коллектива авторов за работу «Комплексная технология дефектоскопии и упрочнения насосных штанг»; в 2020 г. — авторский коллектив в составе В.В. Муравьева, Д.В. Злобина, О.В. Муравьевой, А.В. Пряхина, В.А. Стрижака «За создание и внедрение инновационных (электромагнитно-акустических) технологий и прибо-



Кафедра «Приборы и методы измерений, контроля, диагностики» в полном составе с ректором и деканом на 70-летнем юбилее В.В. Муравьева вместе с коллективом центра по НК и гостями ФТИ КрО РАН

ров контроля металлоконструкций для устранения аварийности на объектах машиностроения, металлургии, нефтяной промышленности, железнодорожного транспорта».

Об уникальности разрабатываемого нами оборудования и методик свидетельствует факт их объединения в уникальную научную установку

(УНУ) «Информационно-измерительный комплекс для исследования акустических свойств материалов и изделий», зарегистрированную на портале научно-технологической инфраструктуры РФ (<http://ckp-rf.ru>), с использованием которой мы выполняем большинство научных договоров и грантов.



И.В. Разуваев в гостях у кафедры в ноябре 2019 г. во время проведения конференции «Приборостроение в XXI веке»



О.В. Муравьева, В.В. Муравьев на УЗДМ в Санкт-Петербурге, 10 июня 2010 г.



На вручении Госпремии Удмуртской Республики, в центре губернатор

Считаю, что наша научная школа — одна из ведущих в области развития методик волноводного акустического контроля линейно-протяженных объектов (прутки, трубы), а также развития бесконтактных электромагнитно-акустических технологий.

Где используются разработанные вами методики и приборы? В чем их особенность? Расскажите о новых технологиях и продуктах. Какими функциями и возможностями они обладают?

Начиная с 1980-х гг. под моим руководством были обеспечены разработка, изготовление, плановые поставки и техническое обслуживание акустических и акустико-эмиссионных диагностических комплексов для всех железных дорог России (более 200 средств контроля ИСП-12 и ИСП-21, СЦАД 16, УДС1-СИН), которыми оснащены 110 вагонных и локомотивных ремонтных предприятий ОАО «РЖД».

Методики акустического контроля, основанные на использовании нормальных волн Похгаммера реализованы в линейке акустических дефектоскопов насосно-компрессорных труб АДНКТ, насосных штанг АДНШ, прутков АДП и внедрены на предприятиях машиностроения и нефтяной промышленности. За период эксплуатации дефектоскопов АДНШ и АДНКТ с 2000 г. экономический эффект за счет продления срока службы элементов глубинно-насосного оборудования составил более 20 млрд рублей, в 4 раза увеличен межремонтный период работы нефтяных скважин вследствие сокращения числа подземных ремонтов за счет исключения из эксплуатации насосных штанг, насосно-компрессорных труб с пониженным ресурсом работы.

Среди современных разработок кафедры можно назвать: структуроскоп электромагнитно-акустический для оценки остаточных напряжений в металлоконструкциях «СЭМА», дефектоскоп электромагнитно-акустический прутков «ДЭМА-П», акустический измеритель длин труб «ЭХО-3.2» и уровня жидкости в скважине «ЭХО-2.2».

Особенности разрабатываемого нами специализированного оборудования:

- возможности возбуждения-приема практически любых типов упругих волн в твердых телах (продольных, поперечных, в том числе горизонтально-поляризованных, поверхностных — рэлеевских, головных, нормальных волн Похгаммера и Лэмба различных мод и порядков) в широком частотном диапазоне для широкого класса изделий (проволока, листы, прутки, трубы, рельсы, железнодорожные колеса и др.) и различных материалов (металлы, композиты, пористые и вязкоупругие среды);
- использование для возбуждения-приема акустических волн бесконтактных электромагнитно-акустических преобразователей и преобразователей с «сухим» контактом, обеспечивающих высокую достоверность и воспроизводимость измерений в отсутствии контактной жидкости, при шероховатой и загрязненной поверхности, при высоких скоростях сканирования;
- высокая точность измерения информативных параметров акустических волн (время распространения и амплитуда) за счет реализации метода многократных отражений, а также благодаря использованию высокочастотных и высокочастотных АЦП, специализированному программному обеспечению для управления, регистрации, обработки и анализа результатов измерений;
- возможность получения информации об упругих модулях, анизотропии свойств, структурном состоянии материалов, остаточных механических напряжениях при одноосном и двухосном напряженно-деформированном состоянии, внутренних и поверхностных дефектах.

Структуроскоп «СЭМА»
внесен в реестр средств измерений
№ 61957-15 RU.C.36.003.A № 60174



Дефектоскоп «ДЭМА-П»



Структуроскоп «ИСАВ-12М»



Уникальная научная установка «Информационно-измерительный комплекс для исследования акустических свойств материалов и изделий»

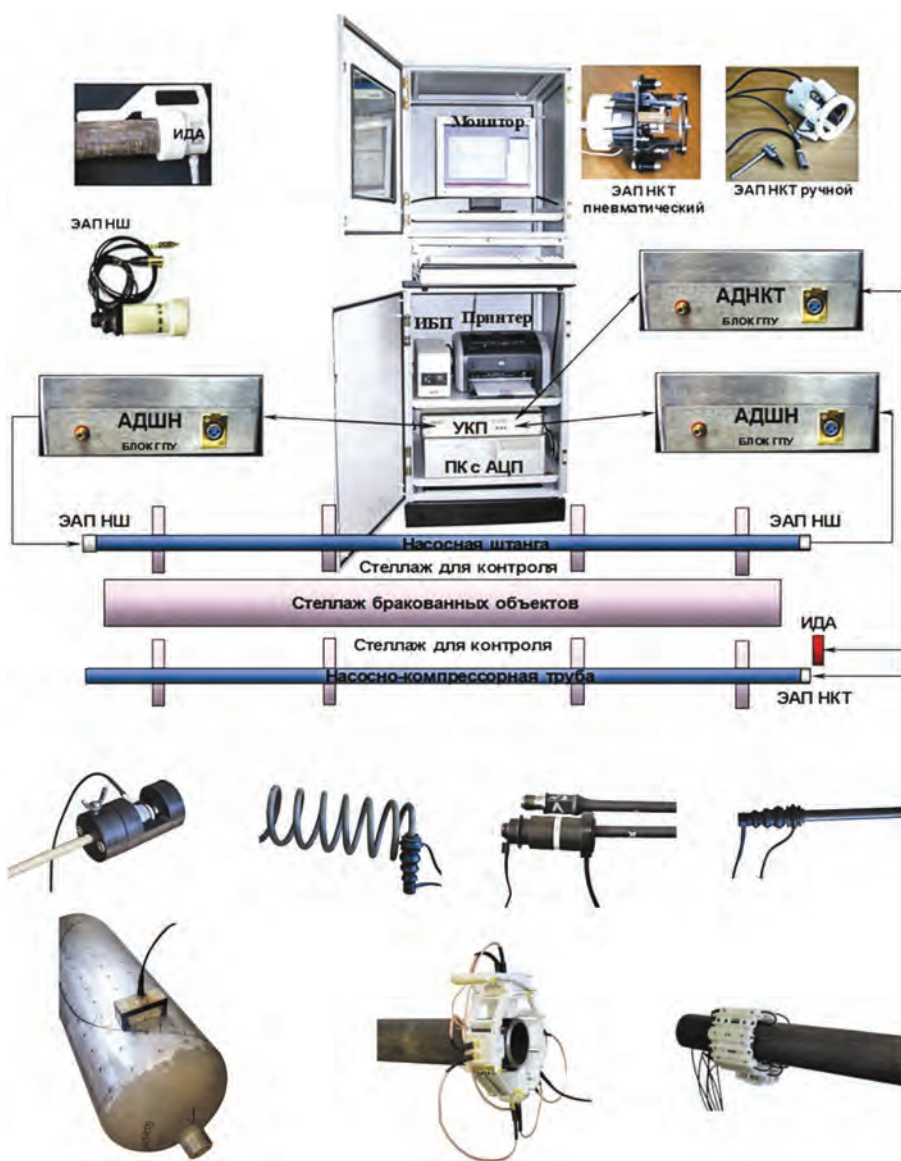
Как вы оцениваете уровень подготовки специалистов на сегодняшний день?

Уровень подготовки специалистов на сегодняшний день в целом считаю удовлетворительным, но попадают очень успешные ребята, ежегодно занимающие призовые места во Всероссийском конкурсе выпускных квалификационных работ студентов и магистрантов «Новая генерация», проводимом РОНКТД, а также Всероссийском конкурсе ВКР, проводимом Федеральным УМО по УГСНП 12.00.00 «Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии» (Университет ИТМО) и в конкурсах научных работ, проводимых другими университетами.

Как на вашей кафедре осуществляется поддержка и развитие талантливых студентов и молодых ученых?

Наряду с профессорско-преподавательской деятельностью, наши молодые ученые, в том числе аспиранты, ежегодно участвуют в заявочных компаниях и конкурсах на получение грантов Российского научного фонда, на договоры по госзаданию Минобрнауки, в хозяйственных проектах, являются стипендиатами Правительства РФ, Президента РФ, Правительства Удмуртской Республики, победителями конкурса «УМНИК». Молодые ученые постоянно участвуют в научно-технических конференциях и выставках.

Неотъемлемой частью деятельности нашего научно-педагогического коллектива является работа в Уполномоченном органе и экзаменационном центре по сертификации персонала в области неразрушающего контроля технических объектов железнодорожного транспорта, машиностроения и металлопроизводства. Организованный мной



Дефектоскоп АДШН внесен в реестр средств измерений № 34044-07, RU.C.27.005.A № 26957

Дефектоскоп АДНКТ внесен в реестр средств измерений № 54084-13, RU.C.27.003.A № 51415

Дефектоскоп АДП

в 2008 г. в ИжГТУ имени М.Т. Калашникова центр сертифицировал свыше 4500 специалистов по акустическому, магнитному, вихре токовому, акустико-эмиссионному, визуально-измерительному, капиллярному видам и методам неразрушающего контроля. В центре работают семь специалистов 3-го уровня по каждому виду контроля и девять специалистов 2-го уровня по соответствующим технологиям и объектам контроля. Работа в центре – это возможность всегда находиться на переднем крае использования приборов и технологий в реальном секторе экономики и решать проблемы контроля опасных производственных объектов. Надо сказать, что уполномоченный орган и экзаменационный центр по сертификации персонала предоставляет дополнительное финансовое обеспечение нашим молодым ученым.

Благодаря такому разнообразию видов деятельности в нашем коллективе удается удерживать талантливую молодежь и не только удерживать, но и прирастать новыми кадрами.

Какие советы вы можете дать студентам, которые хотят заниматься научной работой?

На занятиях я рассказываю о множестве нерешенных проблем в области НК металлоизделий и конструкций, о том, что решать их интересно и перспективно. Говорю о возможностях коммерциализации научных исследований в рамках конкурсов «УМНИК», «СТАРТ», о том, что для молодых исследователей открыты все пути в плане поддержки со стороны государства в виде грантов РНФ, стипендий и пр.

Прививать интерес студентам к научным исследованиям мы пытаемся уже на третьем курсе. Сле-

дует отметить, что практически все наши ВКР не являются типовыми, а имеют научную составляющую и выполняются по заказам предприятий, а большинство бакалавров и магистров имеют свои собственные публикации.

Расскажите о своих лучших учениках.

Всего за время моей научной деятельности в СГУПС и ИжГТУ имени М.Т. Калашникова мною было подготовлено два доктора наук и 17 кандидатов наук. Наибольшую гордость испытываю за моего коллегу, друга и по совместительству «ученика» Александра Николаевича Смирнова, профессора кафедры технологии машиностроения КузГТУ им. Т.Р. Горбачева, организовавшего центр сварки и контроля КЦСК (г. Кемерово), а также за моих учеников из СГУПС Сергея Алексеевича Бехера и Алексея Леонидовича Боброва, защитивших докторские диссертации по тематике НК. Е.В. Бояркин, К.В. Власов и Е.М. Сухарев работают доцентами в СГУПС. Один из первых подготовленных мною кандидатов наук – Р.Р. Рамазанов работает преподавателем в техническом университете г. Дортмунда (Германия).

Отрадно, что, работая в ИжГТУ имени М.Т. Калашникова, мне удалось подготовить научные кадры для предприятий ОПК Удмуртской республики (А.В. Байтерьяков, К.А. Тапков, В.А. Кузнецова и П.Л. Кузнецов). Удалось укрепить нашу кафедру молодыми перспективными учеными, канд. техн. наук – Людмилой Владимировной Волковой, Андреем Валерьевичем Платуновым, Евгением Николаевичем Балобановым.

Ваш прогноз: какие технологии НК будут востребованы через 5, 10, 15 лет?

Прогноз могу дать по технологиям УЗК. На мой взгляд, безусловно востребованными останутся: технологии с использованием фазированных антенных решеток; механизация и роботизация средств НК; комплексирование различных методов в системах мониторинга опасных производственных объектов; использование «дальнодействующего» ультразвука; использование технологий лазерного возбуждения, которые только выйдут на рынок средств контроля; технологии оценки остаточного ресурса по результатам дефектоскопии; методы раннего обнаружения трещинообразования.

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

Если бы представилась возможность начать все сначала, однозначно выбрал бы вновь то же направление и тот же путь. И обязательно бы приехал в



Апробация разработанной методики ультразвукового контроля оси для специального подвижного состава на Камбарском машзаводе



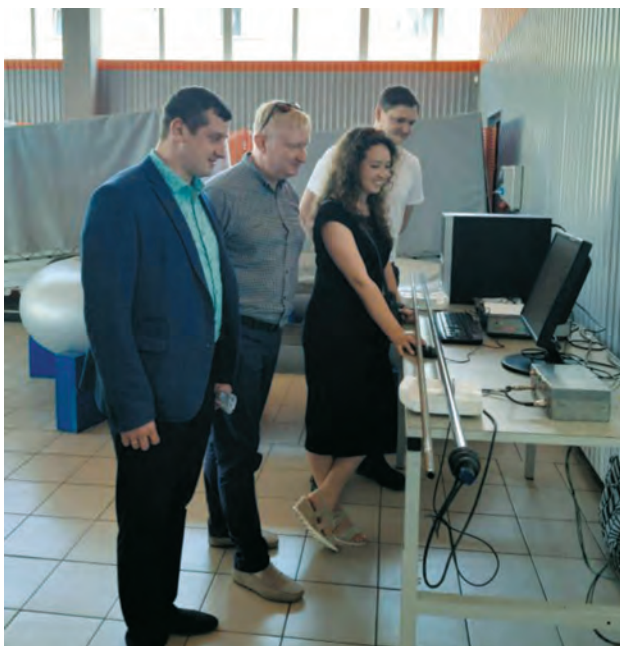
Конференция «Приборостроение в XXI веке. Интеграция науки, образования и производства»

Ижевск, чтобы встретить свою вторую половинку, друга, соратника, коллегу Ольгу Владимировну...

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

Внедрение акустико-эмиссионных диагностических комплексов в РЖД, 110 предприятий оснащены этими комплексами, включающими АЭ-системы и нагружающие устройства для создания механических напряжений в литых деталях тележек грузовых вагонов.

С начала 2000-х гг. на РЖД сложилась опасная ситуация: металлургические заводы почти прекратили выпуск литых деталей (боковых рам и надрессорных балок). Чтобы не остановить грузовое движение, было принято единственно правильное решение: обеспечить технологию продления срока службы этих деталей, отработавших 30-летний срок. К этому времени у нас был выполнен комплекс исследований по разработке и созданию АЭ-систем и технологий по контролю литья (надо отметить, что ранее акустическую эмиссию не применяли для контроля литых деталей).



Демонстрация волноводного акустического контроля насосных штанг



Доклад профессора О. В. Муравьевой на мероприятии АО «ИнтроСкан Технолоджи», г. Чайковский

Это бесконечные командировки, совещания, согласования, связанные с продвижением разработанного оборудования для широкомасштабного внедрения на предприятиях РЖД. По результатам АЭ-контроля с 2004 по 2015 гг. продлен срок службы более 1 млн шт. боковых рам и свыше 0,2 млн шт. надрессорных балок с 30 до 38 лет полезного использования. При этом ни одна из деталей с продленным сроком службы после АЭ-контроля не отказала в процессе эксплуатации. Внедрение работ по продлению срока службы литых деталей тележек грузовых вагонов позволило сэкономить ОАО «РЖД» только к 2010 г. более 12 млрд рублей. Именно за эти разработки и широкомасштабное их внедрение я был удостоен самой высокой для меня награды — звания заслуженного деятеля науки РФ.

У Игоря Николаевича Ермолова есть брошюра «Дефектоскопические истории», где приведены интересные, смешные или курьезные случаи, связанные с его профессиональной деятельностью. Наверняка в вашей карьере были такие случаи тоже. Поделитесь ими с нами и нашими читателями.

Курьезы... Ну, например, такой... Один из членов диссертационного совета, кандидат наук, при защите моей кандидатской диссертации, впоследствии защищал свою докторскую диссертацию в совете, в котором я, уже в качестве доктора, оценивал его докторскую диссертацию. А после защиты, уже в узком кругу, он признался, что боялся «черного шара» с моей стороны, так как помнит, что на защите моей кандидатской был «черный шар». Вот такая коллизия...

Очень много курьезов можно услышать от наших студентов и сертифицируемых специалистов. Мы их собираем и складываем в «копилку». Вот некоторые из них:

- Студент при защите лабораторной работы называет единицы измерения длины: миллиметры, миниметры, нанометры...
- Мертвая зона — это не ближняя зона и даже не дальняя зона.
- Депрессионные кривые (вместо дисперсионные).
- Предел тянучести (вместо текучести).
- Депрессия скорости (вместо дисперсии скорости).

На защите лабораторных работ:

- Вопрос: Откуда берется зондирующий импульс?
Ответ: Из розетки.
- Я знаю формулу, но писать ее бесполезно, потому что объяснить не смогу.
- Я с этой физикой скоро в петлю гистерезиса залезу!

На защите ВКР на вопрос: «Вы пойдете в магистратуру?» бакалавр честно ответил: «Нет, я же тупенький!»

Студентка 3 курса бакалавриата так ответила на вопрос, зачем нужен демпфер в акустическом пьезопреобразователе: чтобы пьезопластина не перемещалась внутри пьезопреобразователя. Пользоваться ПЭП можно после того, как остынет демпфер.

- Вопрос: какой импульс формируется в преобразователе в начале развертки?
Ответ: зомбирующий импульс...
- Вопрос: единица измерения магнитного потока?
Ответ: вайбер!
- Вопрос: глубина проникновения вихревых токов?
Ответ: от 100 до 300 микромиллиметров.

Каковы ваши планы на будущее?

В мои планы входит развитие высокочувствительных методов акустической структуроскопии для раннего обнаружения микрповрежденности металла и поиска локальных очагов предразрушения; подготовка молодых кадров для нашей кафедры и организаций ОПК.

Блиц (кратко ваше личное мнение):

Ваше жизненное кредо?

Движение. Никогда не сидеть на месте и не останавливаться на достигнутом.

Три самых значительных, на ваш взгляд, события в истории НК?

- Создание первых универсальных дефектоскопов ДУК-66, УД2-12;
- использование явления АЭ в НК;
- появление бесконтактного ультразвука (ЭМА, лазер).

Самая лучшая книга в области НК?

Неразрушающий контроль: в 5 кн. / под ред. В.В. Сухорукова. Москва: Высшая школа, 1992.

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

Петербургские научно-технические конференции — детище Анатолия Константиновича Гурвича с теплой незабываемой атмосферой на Финском заливе, на которых встречаются все единомышленники в области УЗК.

Кто, на ваш взгляд, внес самый значительный вклад в развитие методов (или метода) НК?

- Игорь Николаевич Ермолов — построение акустического тракта;

— Анатолий Константинович Гурвич — рельсовая дефектоскопия;

— Виктор Григорьевич Щербинский, Николай Павлович Алешин — методы контроля сварных соединений.

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

Среди российских компаний в области НК лидерами я бы назвал: «Эхоплюс», «Константа», «Радиовионика», «Твема», «АКС».

Лучший интернет-ресурс или научный журнал по НК?

— Старейший (1965 г.) академический журнал «Дефектоскопия», единственное переводное издание в области НК, через которое весь мир узнавал об успехах российских ученых в области НК;

— журнал «Контроль. Диагностика», в создании которого я принимал участие в качестве члена редколлегии...

— созданный А.К. Гурвичем практический журнал «В мире НК» с множеством интересных рубрик — «Колонка главного редактора», «По следам зарубежных изданий» и многое другое;

— «Территория NDT» — журнал, который читают все, начиная от рядового дефектоскописта;

— сайт **defektoskopist.ru**

— незаменимый помощник в поиске архивных материалов по УЗК — сайт **defectosopia.narod.ru** ■



Спектр
Издательский дом

Л. В. Воронкова, В. Н. Данилов

УЛЬТРАЗВУКОВОЙ КОНТРОЛЬ ОТЛИВОК ИЗ ЧУГУНА

ISBN 978-5-4442-0179-4. Формат – 60х90 1/16, твердый переплет, 190 страниц, год издания – 2023.

На основе известной теории распространения ультразвуковых волн в металлах разработаны модели распространения ультразвуковой продольной волны в такой гетерогенной среде, как чугун с пластинчатой и шаровидной формами графита, показаны особенности влияния подобной среды на спектры и импульсы распространяющихся в ней ультразвуковых сигналов, на диаграммы направленности преобразователей, на отношение сигнал/шум сигналов для нескольких моделей дефектов, рассмотрены возможности использования преобразователей с фазированными решетками и др. Приведены расчетные и экспериментальные частотные спектры и импульсы донных сигналов для образцов из чугуна с использованием стандартных прямых преобразователей. Предложен выбор параметров ультразвукового контроля для эхо- и теневого (зеркально-теневого) методов дефектоскопии (рабочая частота, размер пьезопластины, форма спектра (длительность излучаемого импульса)) отливки из чугуна с пластинчатым и шаровидным графитом различных толщин. Представлены примеры практического применения методов ультразвуковой дефектоскопии для контроля чугунных отливок.

Издание предназначено для специалистов, занимающихся ультразвуковой дефектоскопией металлов, а также может быть полезным для студентов и аспирантов соответствующей специальности.

Книга отмечена серебряной медалью 29-й Международной промышленной выставки «Металл-Экспо'2023».



119048, г. Москва, ул. Усачева, д. 35, стр. 1. 000 «Издательский дом «Спектр»

Телефон отдела реализации: (495) 514-26-34. Дополнительный телефон офиса: (926) 615-17-16.

E-mail: zakaz@idspektr.ru. [Http://www.idspektr.ru](http://www.idspektr.ru)

ЮБИЛЯРЫ НОМЕРА

От имени Российского общества по неразрушающему контролю и технической диагностике, коллективов АО «НИИ интроскопии МНПО «Спектр», ООО «НПЦ «ЭХО+», редакции журнала «Территория NDT», а также многочисленных коллег и друзей сердечно поздравляем Валерия Ивановича Иванова и Дмитрия Сергеевича Тихонова с Юбилеями, желаем крепкого неразрушаемого здоровья, долгих счастливых лет жизни, благополучия и дальнейших успехов в научной деятельности.

ВАЛЕРИЮ ИВАНОВИЧУ ИВАНОВУ – 85 ЛЕТ!



8 февраля 2024 г. исполнилось 85 лет Валерию Ивановичу Иванову, доктору технических наук, профессору, почетному члену РОНКТД, члену-корреспонденту АЭН, главному научному сотруднику АО «НИИИН МНПО «Спектр».

Валерий Иванович родился 8 февраля 1939 г. в городе Саранске Мордовской АССР. В 1962 г. В.И. Иванов окончил Ленинградский электротехнический институт (ЛЭТИ) по специальности «радиоинженер конструктор-технолог», после окончания вуза работал на закрытом предприятии. В 1967 г. В.И. Иванов поступил в аспирантуру Московского горного института, в 1970 г. защитил кандидатскую диссертацию и начал работу в Центральном научно-исследовательском институте технологии машиностроения (ЦНИИТМАШ), где прошел путь от младшего научного сотрудника до заведующего отделом.

В 1986 г. В.И. Иванов участвовал в ликвидации последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС (удостоверение серии Р № 001524 от 20.11.2001).

В 1990 г. Валерий Иванович защитил докторскую диссертацию, а в 1992 г. получил звание профессора. В 1978 – 1991 гг. В.И. Иванов был председателем

лем рабочей группы по акустической эмиссии (АЭ) при ГКНТ СССР, с 1996 г. В.И. Иванов являлся заместителем председателя Экспертно-консультационного совета по проблемам применения метода АЭ для контроля производственных объектов Госгортехнадзора России, ведущим специалистом в области АЭ-контроля.

С 1995 по 2005 гг. Валерий Иванович Иванов работал заместителем директора ОАО «Оргэнергонефть» (Самарский филиал). С 2005 по 2009 гг. В.И. Иванов – заместитель директора НОУ УЦ «Самара». С 2009 по 2012 гг. он работал старшим научным сотрудником в ООО «НТЦ «Промышленная безопасность». С 2014 г. Валерий Иванович – главный научный сотрудник ЗАО «НИИИН МНПО «Спектр».

Валерий Иванович Иванов разработал локально-динамический критерий оценки источников акустической эмиссии (АЭ-критерий Иванова–Быкова), методику оценки предельного срока эксплуатации объектов по результатам АЭ-диагностирования, создал модель формирования единичного импульса АЭ, модель роста усталостной трещины с использованием сигналов АЭ, ввел понятие устойчивости параметров акустической эмиссии, адаптировал методику оценки достоверности АЭ-диагностирования; создал четырехуровневую систему классификации и оценки источников АЭ с введением критериев бракования, методику численного анализа прохождения сигналов АЭ через преобразователь. В.И. Иванов являлся руководителем и принимал участие в разработке большинства общегосударственных нормативно-технических документов в области АЭ. Под его научным руководством было подготовлено и защищено шесть кандидатских диссертаций.

В последнее время разработан метод использования информации, получаемой при выполнении неразрушающего контроля, включая погрешности измерения параметров и вероятности обнаружения дефектов для расчета вероятности разрушения объектов и риска аварии.

В.И. Иванов – автор пяти монографий, соавтор шести справочников и учебных пособий, сорока изобретений и четырех патентов. Он опубликовал более 250 научных работ в ведущих журналах страны, включая «Доклады РАН» (три статьи), «Дефектоскопия», «Контроль. Диагностика», «Заводская лаборатория», «Безопасность труда в промышленности», «Территория NDT» и др.

Владимир Иванович награжден нагрудным знаком «В память о ликвидации катастрофы на ЧАЭС 1986 – 2011», медалью «Ветеран труда».

ДМИТРИЮ СЕРГЕЕВИЧУ ТИХОНОВУ – 60 ЛЕТ!



3 февраля 2024 г. исполнилось 60 лет Дмитрию Сергеевичу Тихонову, доктору технических наук, заместителю генерального директора ООО «НПЦ «ЭХО+».

Дмитрий Сергеевич родился в Москве, в 1987 г. окончил Московский институт радиотехники, электроники и автоматики по специальности «Электроакустика и ультразвуковая техника» с присвоением квалификации инженера-электрофизика.

С создания ООО НПЦ «ЭХО+» в 1990 г. по настоящее время Д.С. Тихонов работает в этой компании. За этот период он прошел путь от младшего научного сотрудника до заместителя генерального директора – технического директора, участвовал непосредственно и руководил созданием нового поколения средств и методик автоматизированного ультразвукового контроля (АУЗК) сварных соединений оборудования и трубопроводов АЭС. В 2003 г. под руководством д-ра техн. наук В.Г. Бадаляна в диссертационном совете при ОАО «НПО «ЦНИИТМАШ» защитил кандидатскую диссертацию по теме «Разработка методов и аппаратуры для ультразвуковой дефектометрии сварных соединений трубопроводов АЭС».

В 2006 г. Д.С. Тихонову присуждена Премия Правительства РФ в составе коллектива ученых за разработку импортозамещающих приборов и технологий неразрушающего контроля объектов повышенной опасности. За глубокую приверженность одной из основных ценностей корпорации «Росатом», связанной с достижением полной безопасности людей и окружающей среды, а также устремленность, настойчивость и личную ответственность за результат и качество своей работы Д.С. Тихонов неоднократно награждался грамотами корпорации. Награжден медалью «За вклад в развитие атомной отрасли» 2-й степени.

За время работы в НПЦ «ЭХО+» под руководством Д.С. Тихонова разработаны, испытаны, аттестованы и внедрены в эксплуатацию более пятидесяти систем АУЗК с дефектометрией. Для этих и других систем контроля разработаны и аттестованы 49 методик контроля сварных соединений оборудования и трубопроводов АЭС и нефтегазового комплекса. Среди методик АУЗК для АЭС впервые за историю атомной энергетики внедрены методики УЗК с верифицированной возможностью измерения реальных размеров опасных дефектов.

Разработанные методики АУЗК оборудования и трубопроводов АЭС включены в типовые программы периодического эксплуатационного неразрушающего контроля. Контроль по ним проводится на всех российских АЭС с реакторными установками РБМК и ВВЭР.

В 2021 г. в диссертационном совете при МГТУ им. Н.Э. Баумана Дмитрий Сергеевич защитил докторскую диссертацию на тему «Развитие теории, создание систем и верификация методик ультразвуковой дефектометрии сварных соединений», развивая основное направление своей научной деятельности.

Д.С. Тихонов является автором ряда научных работ по методам ультразвуковой интроскопии, изложенных в 102 научных публикациях, в состав которых входит четыре монографии, 50 статей в научно-технических журналах, 38 тезисов докладов на научно-технических конференциях, 10 патентов на изобретения.

ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ ЦИФРОВОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ДАННЫХ В НК



ГАЛКИН Денис Игоревич

Канд. техн. наук,
АО «НИИИИИ МНПО «Спектр», Москва



ЕФИМОВ Алексей Геннадьевич

Д-р техн. наук,
АО «НИИИИИ МНПО «Спектр», Москва



ЧЕСАЛОВ Александр Юрьевич

Д-р техн. наук,
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва

Обосновывается целесообразность цифровой трансформации неразрушающего контроля (НК). В качестве ключевого направления трансформации предлагается создание цифровой инфраструктуры, составными элементами которой являются: модернизированные средства НК, реализующие передачу данных НК в соответствии с утвержденным атрибутивным составом, «умные» стандарты НК, сервисы по верификации и обработке результатов НК.

Приводятся результаты реализованной в АО «НИИИИИ МНПО «Спектр» тестовой системы сбора и верификации данных НК.

Приводятся результаты реализованной в АО «НИИИИИ МНПО «Спектр» тестовой системы сбора и верификации данных НК.

По результатам анонимного опроса более 100 дефектоскопистов со стажем более трех лет установлены следующие наиболее значимые факторы, приводящие к ошибкам при проведении неразрушающего контроля (НК):

- 1) сознательное нарушение технологии контроля в целях упрощения работы;
- 2) слишком жесткие временные рамки для НК / недостаточно времени для качественного контроля;
- 3) указание руководителя о необходимости оформления положительного заключения вне зависимости от результатов контроля;
- 4) слишком большая нагрузка на специалиста: не хватает времени на качественное выполнение работ;
- 5) недостаточная квалификация специалиста.

На практике нередко встречаются случаи, когда результаты НК не могут быть признаны леги-

тимными вследствие того, что они получены специалистом, не имеющим соответствующей аттестации, или с использованием оборудования с истекшим сроком поверки. Кроме того, не исключены неточности, обусловленные отсутствием у специалиста НК должной компетентности: при проведении НК применяются средства (настроечные образцы, преобразователи и т.д.), не соответствующие требованиям нормативной документации, неверно трактуются критерии отбраковки.

Недостовверные результаты НК также могут быть определены функциональной зависимостью специалистов НК от служб, для которых приоритетным является соблюдение сроков реализации проектов независимо от качества выполненных работ.

На основании данных НК, собранных или проанализированных с ошибками, принимаются некорректные решения на уровне выпуска продукции, ввода оборудования в эксплуатацию и т.д.

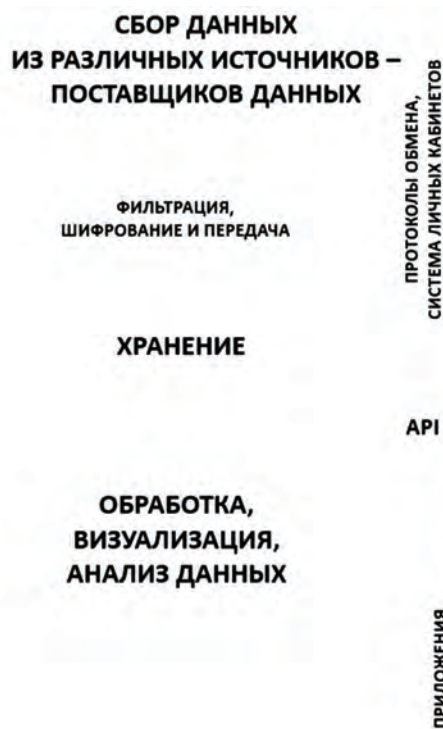


Рис. 1. Модель цифровой инфраструктуры данных НК

Следствием таких решений часто являются отказы и аварии на оборудовании и связанные с этим простои мощностей. Так, по официальным данным Ростехнадзора, только экономический ущерб на магистральных трубопроводах из-за аварий, связанных с неудовлетворительной организацией работ по НК, в период с 2018 по 2021 гг. составил 1,7 млрд рублей.

Этих проблем можно было бы избежать при условии наличия автоматизированной системы получения объективных и упорядоченных данных НК в режиме реального времени для последующего анализа с применением технологий обработки больших массивов данных, глубокого машинного обучения. Для этого необходимо:

- получать реальные данные НК и информацию о НК в режиме реального времени;
- верифицировать данные НК;
- объединить данные из различных источников;
- иметь возможность обрабатывать всю информацию в одном месте в одно время.

Наличие объективных упорядоченных результатов НК, относящихся к конкретному элементу технического устройства, делает возможным совместное использование данных, полученных разными методами НК в различное время (при

изготовлении, строительстве, техническом диагностировании). Такая база данных станет основой внедрения подходов предиктивной аналитики, обоснования изменения критериев отбраковки под каждый объект контроля и в конечном счете позволит реализовать принцип эксплуатации оборудования по техническому состоянию [1] и риск-ориентированный подход – определять наиболее опасные участки, методы, объемы, критерии и периодичность оценки их технического состояния. Накопленные данные НК можно будет также применять на всех уровнях проектирования, производства и эксплуатации для перехода от неразрушающего контроля к мониторингу состояния изделий, инженерных объектов, технологических процессов и экологических систем [2, 3]. Отдельной составляющей использования данных НК являются системы поддержки управленческих решений в отношении выбора поставщиков/подрядчиков, определения оптимальной технологии производства и режимов эксплуатации.

При существенном потенциале развертывание и функционирование цифровой инфраструктуры данных НК (рис. 1) не требует колоссальных ресурсов.

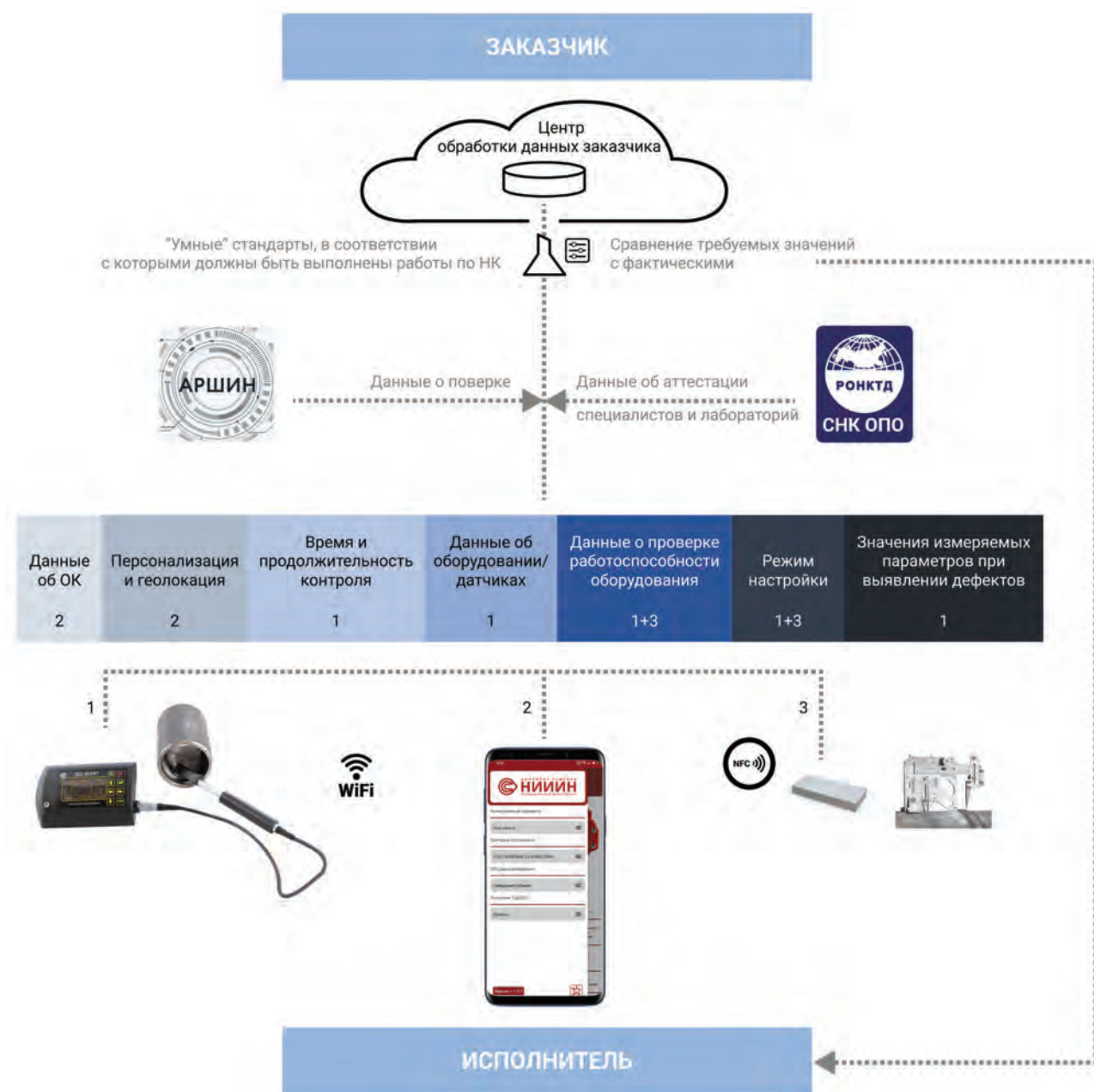


Рис. 2. Реализация сбора и верификации данных НК в соответствии с протоколом:

1 – средство НК; 2 – Android-устройство; 3 – настроечный образец / мера / средство НК с визуальным считыванием результатов измерения по шкалам

На первом шаге основному интересанту работ по НК необходимо определить требования к атрибутивному составу данных НК, соответствие которому позволяет использовать их в рамках единой цифровой инфраструктуры. В перечень данных должны входить сведения об: объекте контроля (наименование, характеристики, местоположение, научно-техническая документация); специалисте НК; времени и месте проведения контроля; средствах НК (в том числе сведения о проверке работо-

способности), режимах настройки, значениях измеренных параметров оборудования при выявлении дефектов.

Передача данных по протоколу позволит проводить их обработку с использованием стороннего (не связанного с производителем оборудования) программного обеспечения, оценивать прослеживаемость измерений и готовить результаты для последующей верификации поступающих данных НК путем сравнения с требованиями

НТД. Процесс верификации будет реализован на программном уровне.

После этого разработчики средств НК создадут инструменты для сбора данных в соответствии с протоколом заказчика. То есть приборы будут собирать данные при проведении контроля и передавать их в неизменяемом формате при последующем подключении к ПК [4]. Для большинства современных цифровых приборов (как ручных, так и автоматизированных) это потребует лишь незначительной программной модернизации.

Одновременно с этим необходима разработка «умных» стандартов, которые обеспечат сравнение поступающих данных с требованиями нормативной документации. По сути, «умный» стандарт — это программный код, содержащий алгоритмы определения параметров контроля и критериев отбраковки, регламентированные конкретным нормативным документом. «Умный» стандарт представляет собой базы данных, модели и т.д., ключевым потребителем которых является информационная система. «Умный» стандарт будет использоваться как отдельное приложение — цифровой помощник [5], «встраиваться» в интерфейс дефектоскопов, применяться в сквозном фильтре, расположенном на пути следования данных от источника к серверу.

Подключение к цифровой инфраструктуре через API данных об аттестованных специалистах/лабораториях (ЭДО СНК ОПО РОНКТД), сведениях о проверке оборудования (ФГИС Росстандарта «Аршин») позволит на входе в ЦОД заказчика максимально эффективно провести фильтрацию данных и минимизировать поступление необъективной информации [6].

Пример реализованной в АО «НИИИН МНПО «Спектр» тестовой системы сбора и верификации данных НК представлен на рис. 2.

Выполненные работы позволяют уверенно смотреть в цифровое будущее НК, в котором ста-

новится возможным максимально использовать потенциал технологий неразрушающего контроля в рамках Индустрии 4.0.

Библиографический список

1. Бигус Г.А., Галкин Д.И. Методы неразрушающего контроля при проведении периодического контроля и мониторинга опасных производственных объектов // Сварка и диагностика. 2007. № 1. С. 13–16.
2. Гоголинский К.В., Сясько В.А. Метрологическое обеспечение и стандартизация НК в эпоху 4-й промышленной революции // Технология машиностроения. 2021. № 8. С. 38–43.
3. Сясько В.А., Гоголинский К.В. Стратегия цифровой трансформации неразрушающего контроля и мониторинга технического состояния / Физические методы неразрушающего контроля (Янусовские чтения). Тезисы докладов XXXIV Уральской конференции с международным участием. Екатеринбург, 2023. С. 7–8.
4. Сясько В.А., Галкин Д.И. Перспективы развития приборостроения в неразрушающем контроле // Инновации в топливно-энергетическом комплексе и машиностроении (ТЭК-2022): сб. тр. III Междунар. науч.-практ. конф. Кемерово, 2022. С. 136–140.
5. Галкин Д.И., Клейзер М.П., Шубочкин А.Е. Современный подход к визуальному и измерительному контролю сварных соединений // Ползуновский альманах. 2022. № 4-2. С. 55–60.
6. Галкин Д.И. Повышение эффективности производства и эксплуатации за счет формирования цифровой экосистемы неразрушающего контроля // Состояние и основные направления развития сварочного производства ПАО «Газпром»: Тезисы XI отраслевого совещания «Сварка-2022». пос. Развилка, 23–25 авг. 2022 г. Москва, 2022. С. 34.

СКОРОСТЬ СКАНИРОВАНИЯ ПРИ УЗК ФАЗИРОВАННЫМИ РЕШЕТКАМИ



ПЕПЕЛЯЕВ Андрей Валентинович
ООО «ТЕХКОН», Москва

Скорость сканирования — важный параметр, который определяет как надежность, так и производительность контроля. Ее нужно правильно настроить и постоянно отслеживать, чтобы обеспечить баланс между этими показателями. Кроме того, учет скорости сканирования необходим при планировании работ по контролю: объемов и сроков выполнения, количества и квалификации персонала, комплектации и характеристик оборудования. Показано, от каких факторов зависит скорость сканирования и какими средствами можно обеспечить ее оптимальные значения.

Общие положения

Одна из основных целей, для которых стали применять фазированные решетки сначала в радиолокации, а потом и в ультразвуковом контроле (УЗК), состояла в замене некоторых видов механического сканирования электронным, что позволяло резко повысить общую скорость данного процесса.

В УЗК с преобразователями — фазированными решетками (ПФР) обычно выполняют комбинацию электронного и механического сканирования. Например, ПФР механически перемещается в направлении продольной оси сварного шва, поперечные сечения которого контролируются при этом за счет электронного сканирования. В первую очередь это относится к автоматизированному и механизированному УЗК (АУЗК и МУЗК).

Под скоростью сканирования будем понимать скорость механического перемещения ПФР по заданной координатной оси S при проведении контроля импульсным эхометодом. Другие мето-

ды, которые используют специальные алгоритмы сбора первичных данных и их последующей математической обработки, например метод общей фокусировки TFM, должны быть рассмотрены отдельно.

В большинстве систем АУЗК и МУЗК блок акустических преобразователей непрерывно перемещается по оси механического сканирования S . Скорость такого сканирования ограничена тем, что за время смещения на заданный шаг ΔS должен быть выполнен полный цикл электронного сканирования в контрольном сечении — в заданном объеме объекта контроля (ОК), с автоматической регистрацией и сохранением полученных данных.

Если пренебречь временем, которое занимает электронная обработка сигнала в дефектоскопе, и учесть только факторы акустического тракта, то максимальную скорость механического сканирования ПФР $v_{C\max}$ можно определить по формуле

$$v_{C\max} = (f_{3И}/N_F) \Delta S, \quad (1)$$

где $f_{3И}$ — частота посылок зондирующих импульсов (ЗИ), которая зависит в том числе от диапазона развертки; N_F — общее число законов фокусировки или лучей электронного сканирования, которые реализуются ПФР по данным законам фокусировки в каждом контрольном сечении ОК; ΔS — шаг механического сканирования по заданной координатной оси (разрешение по оси сканирования S).

Выбор N_F и ΔS

N_F определяется диапазоном и шагом электронного сканирования. Эти параметры, а также ΔS должны быть указаны в документации на контроль, поскольку их оптимальные значения не всегда можно быстро и просто обосновать. Например, шаг электронного и механического сканирования должен быть достаточно малым, чтобы обеспечить такое перекрытие соседних диаграмм направленности во всей зоне контроля, при котором достигается надежное выявление дефектов на требуемой чувствительности, а также необходимое фронтальное разрешение. Но начиная с некоторых значений, дальнейшее уменьшение шага сканирования не улучшает параметры контроля и не повышает

информативности полученных результатов. Происходит только излишнее дублирование собранных данных, при этом пропорционально уменьшению шага сканирования падает v_{Cmax} и растет объем файлов данных.

При контроле сварных швов поперечными волнами чаще используют секторное или комбинированное (линейное и секторное) электронное сканирование с диапазоном углов ввода от 35...40 до 70...75° шагом по углу 0,5...1,0°. При контроле основного металла и композитов в режиме линейного сканирования его шаг обычно равен смещению активной группы на один элемент ПФР. Но поскольку этот параметр у большинства ПФР не превышает 1 мм, в некоторых случаях можно увеличить шаг линейного сканирования до двух элементов. Это повысит в 2 раза не только v_{Cmax} , но и площадь зоны контроля, массив А-сканов для которой нужно сохранить в файле заданного размера.

К шагу механического сканирования ΔS можно применить распространенное в УЗК требование, что данный параметр не должен превышать половину размера пьезоэлемента в направлении сканирования. Но в системах АУЗК и МУЗК для более надежного выявления дефектов и более точного определения их характеристик чаще применяют меньшие значения $\Delta S = 1...2$ мм.

Настройка $f_{3И}$

Параметр $f_{3И}$ является не менее важным, но в документации на контроль он иногда не указывается. В результате его не настраивают, а используют то значение, которое устанавливается в дефектоскопе автоматически. Поэтому рассмотрим настройку $f_{3И}$ подробнее. Сделаем это на примере дефектоскопов модельного ряда OmniScan, включая OmniScan X3.

Одним из удачных решений, реализованных в этих дефектоскопах, является встроенный калькулятор скорости сканирования. После настройки всех необходимых параметров контроля на дисплее в специальном поле отображаются значения v_{Cmax} и $f_{3И}$. Примеры приведены на рис. 1 и 2. Для компактности рисунков поле с указанными параметрами показано в окне секторного S-скана.

Параметр v_{Cmax} зависит от $f_{3И}$ прямо пропорционально (1), поэтому для роста v_{Cmax} нужно увеличивать $f_{3И}$. Максимальное значение $f_{3И}$ является одной из важных характеристик дефектоскопа, которые определяют его быстродействие. Для дефектоскопов OmniScan максимальное значение $f_{3И}$ составляет 20 кГц. В некоторых случаях в дефектоскопе отображается не $f_{3И}$, а параметр «скорость сбора». Он равен отношению $f_{3И}/N_F$, т.е. числу циклов электронного сканирования в секунду.

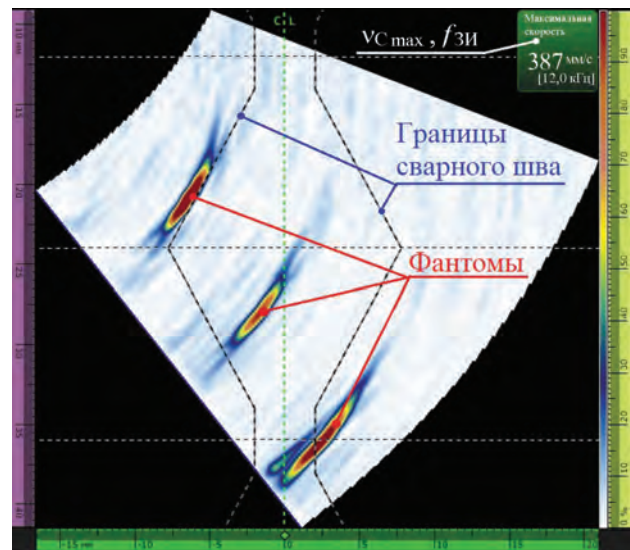


Рис. 1. S-скан с индикациями-фантомами

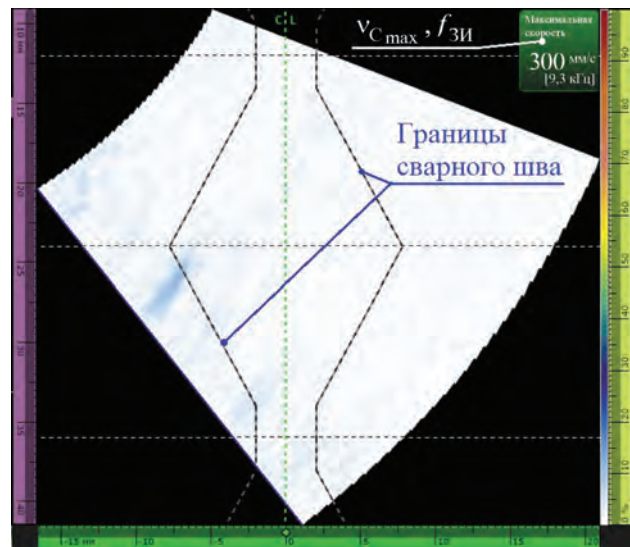


Рис. 2. S-скан без индикаций-фантомов

Смысл настройки $f_{3И}$ для конкретного ОК заключается в следующем. При контроле эхометодом ЗИ должен пройти от излучателя до возможного отражателя на дальней границе развертки и вернуться назад к приемнику до того, как будет излучен следующий ЗИ.

Для выполнения данного условия $f_{3И}$ в дефектоскопе задается автоматически. Это значение будет верным после корректной настройки скорости звука в материале ОК, акустической задержки и диапазона развертки. При этом по умолчанию в настройках генератора дефектоскопа устанавливается некоторое оптимальное значение $f_{3И}$ Default, которое ниже максимального. Для получения максимальных значений $f_{3И}$ и, соответственно, v_{Cmax} необходимо выбрать в настройках значение $f_{3И}$ «Авто max».

Но в некоторых случаях требуется дальнейшая корректировка $f_{3И}$. Это связано с возможным появлением такого вида помех, как сигналы-фантомы. Фантомы — это сигналы от предыдущих ЗИ, которые распространяются в ОК дальше, чем один цикл излучения-приема, не успевают при этом затухнуть и потому регистрируются в следующих циклах. Причины появления фантомов — различные переотражения сигналов в ОК или приход эхосигналов от отражателей, которые находятся за границами развертки.

Фантомы могут проявляться в виде роста уровня шумов или как нехарактерные для данного ОК цепочки индикаций, которые имеют вид явных артефактов. Но могут наблюдаться и индикации, схожие с дефектами по своей форме и расположению на развертке. Фантомы перемещаются по развертке при изменении $f_{3И}$ — именно так их можно идентифицировать. При снижении $f_{3И}$ до некоторого значения, которое зависит от конкретных параметров контроля, фантомы исчезают: это один из способов борьбы с помехами данного вида.

Другой способ борьбы с фантомами — включить в настройках дефектоскопа режим «Чередование». Данный режим меняет последовательность генерации лучей в процессе электронного сканирования и тем самым снижает вероятность появления фантомов. Опыт применения показал, что в некоторых случаях режим «Чередование» действительно устраняет фантомы без снижения $f_{3И}$, но в других случаях его использование может не дать нужного эффекта.

Таким образом, для настройки максимальных значений $f_{3И}$ без сигналов-помех рекомендуется следующее.

1. Настроить скорость звука в материале ОК, параметры электронного сканирования, диапазон развертки, акустическую задержку и чувствительность контроля.
2. Включить значение $f_{3И}$ «Авто max».
3. Установить ПФР на ОК или настроечный образец (НО); поскольку ситуация с фантомами для ОК и НО может различаться, окончательную настройку $f_{3И}$ нужно выполнить на ОК.
4. При наличии сигналов-фантомов включить режим генератора «Чередование».

5. Если сигналы-фантомы останутся, не выключая режим «Чередование», снизить $f_{3И}$ до исчезновения указанных помех.

Пример — контроль сварного шва толщиной 12 мм поперечными волнами в режиме секторного сканирования $40...70^\circ$. Начальное значение $f_{3И} = 12$ кГц («Авто max»), что при ΔS , равном 1 мм, соответствует v_{Cmax} 387 мм/с. Поскольку в конкретном случае на небольшом расстоянии за ПФР (т.е. не в зоне контроля) находился конструктивный отражатель, при указанных значениях возникли сигналы-фантомы. К таковым относятся все индикации на S-скане, показанные на рис. 1, в том числе расположенные в зоне сварного шва. После включения режима «Чередование» и снижения $f_{3И}$ до значения 9,3 кГц, что соответствует v_{Cmax} 300 мм/с, все индикации-фантомы на S-скане исчезли (см. рис. 2).

Применение сканеров

Параметр v_{Cmax} является расчетным, поэтому для практического применения можно ввести дополнительный термин «рабочая скорость (СР) сканирования v_{Cp} ». Это действительное значение скорости, с которой выполняют механическое сканирование конкретного ОК. Значения v_{Cp} не должны превышать v_{Cmax} , иначе будут происходить пропуски данных по целым контрольным сечениям (рис. 3).

Но v_{Cp} может быть значительно ниже v_{Cmax} , поскольку при сканировании требуется выполнить ряд задач:

- поддерживать высокую скорость перемещения ПФР во всех зонах ОК, в том числе на участках с затрудненным доступом, например в районе нижней образующей трубопровода;
- обеспечить в течение всего процесса сканирования надежный акустический контакт между ПФР и ОК;
- реализовать нужную траекторию перемещения блоков ПФР по поверхности ОК, например соблюдать заданное расстояние между продольной осью сварного шва и передней гранью призмы ПФР.

Легче всего решить данные задачи позволяют системы АУЗК, в которых автоматизированы как

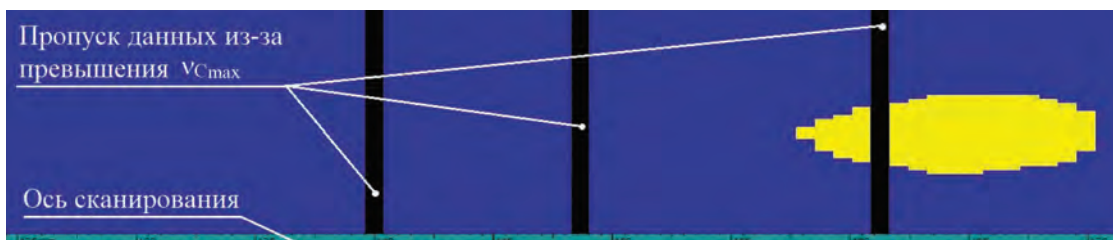


Рис. 3. С-скан с пропусками данных

перемещение блоков ПФР, так и подача контактной жидкости. Такие средства позволяют достичь максимальной скорости сканирования. Единственное, по сути, условие – система АУЗК должна быть разработана или адаптирована для применения на конкретных ОК. Чаще всего системы АУЗК применяют для контроля кольцевых сварных швов трубопроводов.

Но системы АУЗК бывает сложно или вообще невозможно перенастраивать на ОК разного типа. Кроме того, они имеют высокую стоимость. Поэтому в качестве более универсального варианта можно рассмотреть системы МУЗК. Особенность данного термина в том, что при МУЗК выполняется автоматический сбор данных (как при АУЗК), но ручное перемещение ПФР. Для этого в простейшем случае на ПФР с призмой нужно установить датчик пути (энкодер). Но очевидно, что такой комплект не обеспечит высокую v_{CP} .

Чтобы приблизить v_{CP} к v_{Cmax} , нужно применять сканеры с плавающей пружинной подвеской ПФР, системой подачи контактной жидкости и другими устройствами, которые позволяют решать задачи сканирования. Сканеры бывают двух основных типов по способу их крепления на ОК – бандажные (цепные) и на магнитных колесах (магнитные).

Пример универсального сканера на магнитных колесах – модель AxSEAM (рис. 4) [2]. Данный сканер позволяет контролировать кольцевые сварные швы наружным диаметром от 114 мм и выше, а также продольные сварные швы наружным диаметром от 152 мм и выше. Одновременно может проводиться двухсторонний контроль эхометодом и методом TOFD, что уже сокращает время контроля примерно в 3 раза. Если применяются призмы ПФР соответствующих моделей (подробнее о призмах см. работу [1]), то к сканеру можно подключить систему подачи контактной жидкости с ручным или электрической помпой.

Особенность данного сканера – встроенный модуль ScanDeck, который содержит кнопки управления процессом сканирования, а также индикаторы скорости сканирования и акустического контакта. Наличие данных индикаторов позволяет оператору, который перемещает сканер по ОК, оперативно устранять возникающие проблемы. Это не только повышает v_{CP} , но и резко сокращает время повторного сканирования, которое обязательно нужно проводить в случаях превышения v_{Cmax} или пропадания акустического контакта.

Опыт применения показал, что с помощью сканеров МУЗК при определенных условиях можно достичь весьма высоких значений v_{CP} , например 200...300 мм/с, или 12...18 м/мин. Эти показатели относятся к УЗК с ПФР как сварных швов, так и



Рис. 4. Сканер AxSEAM для МУЗК

основного металла и композитов. И они значительно, иногда в десятки раз превышают скорость сканирования аналогичных ОК при ручном УЗК (РУЗК) обычными преобразователями.

Отметим еще одно важное преимущество АУЗК и МУЗК по сравнению с РУЗК. Надежность контроля зависит в том числе от строгого соблюдения параметров сканирования. Для РУЗК сварных швов это, как правило, скорость и предел поперечного перемещения, а также шаг продольного сканирования. Но при РУЗК объективные средства контроля данных параметров отсутствуют. Поэтому встречаются случаи, когда РУЗК выполняют с достаточно высокой скоростью, но достигается она с грубым несоблюдением параметров сканирования. А это, в свою очередь, приводит к пропуску дефектов, включая недопустимые. В отличие от РУЗК, при АУЗК и МУЗК документируются не только результаты контроля и наличие акустического контакта, но и превышение v_{Cmax} (контроль целостности данных), а заданный шаг электронного и механического сканирования поддерживается автоматически.

При превышении v_{Cmax} на С-скане возникают характерные индикации в виде сплошных полос черного цвета, которые указывают на пропуск данных в соответствующих зонах контроля (см. рис. 3). Поскольку С-скан при сканировании отображается в реальном времени, то есть возможность сразу переместить сканер назад на необходимое расстояние и провести повторное сканирование проблемного участка, но уже с допустимой скоростью и без потери данных.

Организация работ по контролю

В заключение отметим важные мероприятия, которые могут не только повысить v_{CP} , но и улучшить другие показатели контроля.

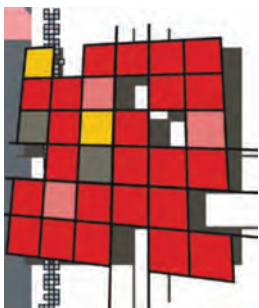
1. Поверхность ОК, по которой проводится сканирование, должна соответствовать установленным требованиям по шероховатости, волнистости, отсутствию различных загрязнений и ширине зоны зачистки, причем ширину зоны зачистки нужно определять с учетом размеров применяемого сканера.
2. На ОК должно быть обеспечено удобное и безопасное размещение персонала и средств контроля.
3. На ОК необходимо нанести разметку, по которой будет быстрее и удобнее выполнить сканирова-

ние. Разметка обеспечивает также более точную координатную привязку полученных результатов и отсутствие непроконтролированных участков.

4. Персонал должен быть аттестован и иметь достаточный опыт работы не только по УЗК и УЗК с ПФР, но и конкретно по применяемым установкам АУЗК и МУЗК.

Библиографический список

1. Пепеляев А.В. Проблемы износа ультразвуковых преобразователей и способы их решения для фазированных решеток // Территория NDT. 2023. № 3. С. 34–38.
2. Промышленные сканеры // Evident-Olympus: сайт, 2023.



9-я Международная научно-техническая конференция «СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И ПРИБОРЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА И ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ ОБЪЕКТОВ»

Республика Беларусь, г. Могилев • 26–27 сентября 2024

Организаторы

- Научный совет Международной ассоциации академий наук по неразрушающему контролю и технической диагностике
- Российское общество по неразрушающему контролю и технической диагностике
- Институт прикладной физики НАН Беларуси
- Белорусско-Российский университет

Основная тематика

1. Дефектоскопия материалов и промышленных изделий.
2. Контроль структуры и физико-механических характеристик материалов и изделий.
3. Контроль геометрических параметров объектов.
4. Мониторинг, диагностика и прогнозирование остаточного ресурса технических объектов.
5. Компьютерные технологии в неразрушающем контроле.

Круглые столы

- Передовые технологии неразрушающего контроля и диагностики: нормативная база, приборное обеспечение, проблемы и перспективы.
- Подготовка кадров и сертификация персонала в области НК и ТД.

**Вся информация о конференции будет размещена
в разделе «Наука» на сайте: www.bru.by**

Адрес оргкомитета, контактные телефоны, электронная почта

- Белорусско-Российский университет
212000, Республика Беларусь, г. Могилев, пр-т Мира, д. 43, оргкомитет конференции
- СЕРГЕЕВ Сергей Сергеевич
(+375) 297 433868 • sss.bru@tut.by
- БРИСКИНА Ирина Владимировна
(+375) 222 713347 • onti336-341@yandex.ru • Факс: (+375) 222 713591

РЕКЛАМА

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФОРУМ ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ 2024

**25-27 ИЮНЯ 2024 ГОДА
ГОРОД ЧЖУНШАНЬ · ПРОВИНЦИЯ ГУАНДУН**



**БОЛЕЕ 50
КОМПАНИЙ
ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ**



**НАУЧНЫЕ
ИНСТИТУТЫ**



**ЛАБОРАТОРИИ
НЕРАЗРУШАЮЩЕГО
КОНТРОЛЯ**

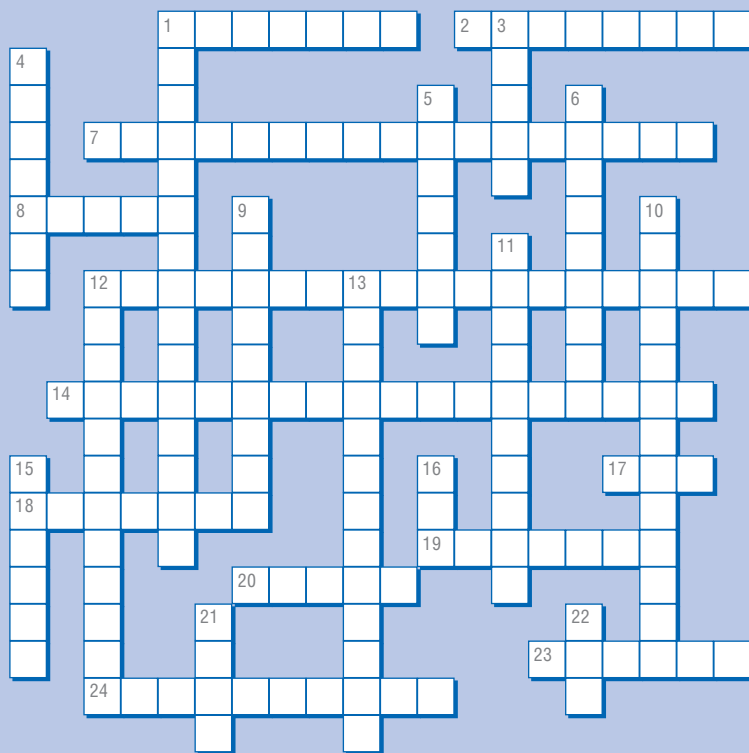


**МИНИСТЕРСТВО
ПРОМЫШЛЕННОСТИ
И ИНФОРМАЦИОННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ КНР**

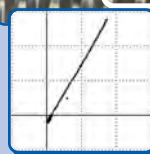
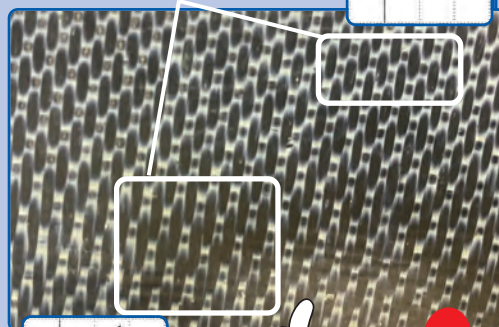
Организаторы Форума

- Гуандунский научно-исследовательский институт испытаний специального оборудования
- Южно-Китайский технологический университет
- Пекинский технологический институт
- Отделение неразрушающего контроля Гуандунского общества машиностроения
- Чжуншаньский профессионально-технический колледж
- Чжуншаньский научно-исследовательский институт передовых криогенных технологий
- Чжухайский неразрушающий контроль Общество разрушительных испытаний
- Нанкинская компания Huanqiu East Testing Technology Co., Ltd.

НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ + МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ



Участки с различной плотностью плетения углеродного волокна и сигналы, полученные с этих участков



Подбор и поставка специалистами оборудования для вихретокового контроля ответственных деталей и конструкций из углепластиков: выявление неоднородности структуры, участков с нарушенными пропорциями армирующего и связующего материалов, разрывов нитей, расслоений, пористости, отклонения толщины стенки.

По горизонтали

1. Деталь преобразователя, предназначенная для увеличения затухания колебаний его активного элемента. 2. Пассивный элемент акустической системы, служащий для передачи упругих волн между элементами акустической системы. 7. Электронное устройство, служащее для анализа спектра исследуемого сигнала. 8. Дефект поверхности, представляющий собой прикатанный продольный выступ, образовавшийся в результате закатывания уса, подреза, грубых следов зачистки и грубых рисок. 12. Площадь проконтролированной поверхности или количество объектов контроля, проверяемых в единицу времени. Единица измерения $\text{м}^2/\text{ч}$ или шт./ч. 14. Упрочнение в результате измельчения зерна при полиморфном превращении. 17. Равномерное окрашивание проявителя при проявлении контрастного пенетранта или равномерное свечение проявителя при проявлении люминесцентного пенетранта, вызванное микрорельефом бездефектной поверхности объекта контроля. 18. Продукт окисления поверхности металла при взаимодействии с внешней средой. Ухудшает качество поверхности и приводит к потерям металла. 19. Плоский угловой отражатель. 20. Распространяющиеся в среде упругие колебания. 23. Экранированный проводник, соединяющий электронный блок с преобразователем. 24. Узел ультразвукового дефектоскопа, служащий для измерения отношения амплитуд сигналов, выражаемого обычно в децибелах.

По вертикали

1. Устройство, отмечающее места расположения дефектов на поверхности объекта контроля. 3. Термическая обработка, заключающаяся в нагреве сплава выше температур фазовых превращений, выдержке и последующем медленном охлаждении (обычно с печью), приводящая к получению равновесной структуры. 4. Используемое на предприятии изделие с дефектами, предназначенное для проверки работоспособности средств неразрушающего контроля. 5. Жесткий или гибкий светонепроницаемый контейнер для размещения радиографической пленки или бумаги при экспозиции с усиливающим экраном или без него. 6. Собственная частота колебательной системы, кратная основной частоте. Единица измерения Гц. 9. Дефект поверхности в виде выступов и углублений на кромках листа и ленты, образовавшихся при нарушении технологии резки или неисправности оборудования. 10. Преднамеренное окисление поверхностного слоя металлических изделий в целях предохранения их от коррозии. 11. Устройство с набором кнопок для управления параметрами компьютеризированных приборов и установок. 12. Результат контроля, при котором годный объект контроля признается браком. 13. Показатель неразрушающего контроля (количественный или качественный), связанный с вероятностями принятия безошибочных решений о наличии или отсутствии дефектов. 15. Дефект в виде углубления по линии сплавления сварного шва с основным металлом. 16. Плоский угловой отражатель, высота которого находится целиком в зоне акустического пучка, а длина выходит за его края. 21. Точка (линия, поверхность), в которой амплитуда колебательной величины, характеризующей стоячую волну, имеет минимальное значение. 22. Расстояние между соседними траекториями перемещения преобразователя.



Составил: А.В. Семеренко, ООО «ПАНАТЕСТ»

Кроссворды по теме НК он-лайн см. http://www.sonatest.ru/defektoskop_11.html