

ТЕРРИТОРИЯ NDT

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ

1, 2026

январь – март (57)


11:00 - 16:00

15 Май, Пятница

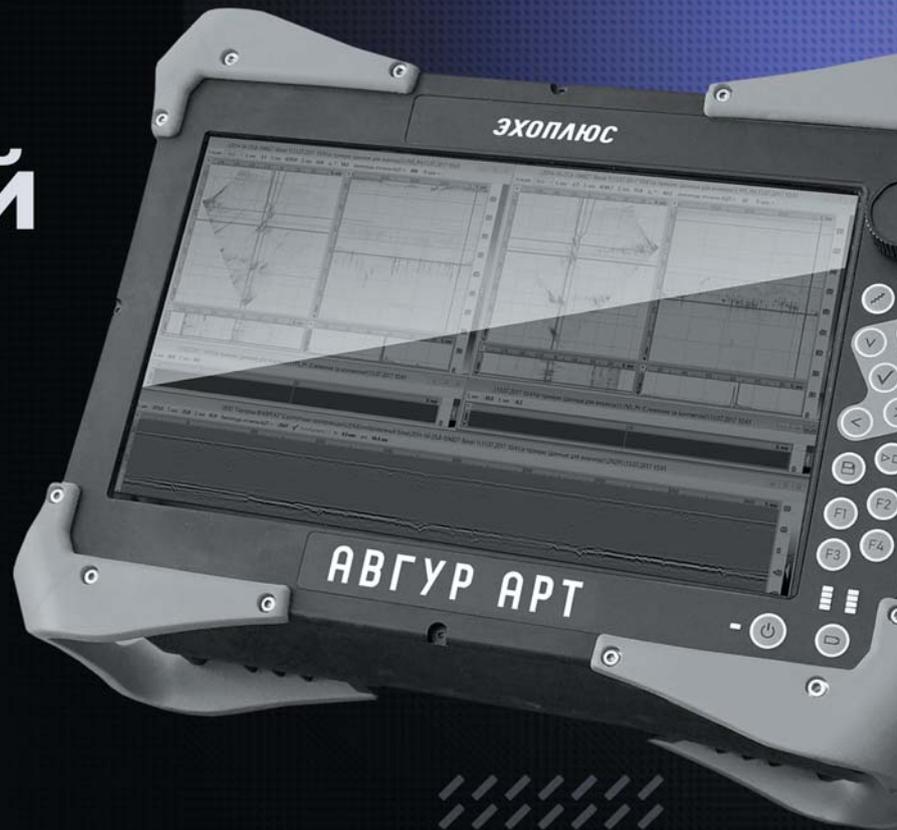
#НеразрушающийКонтроль

#ЭхоПлюс

LIVE

Онлайн Авторский Семинар

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЯ
С ПРИМЕНЕНИЕМ СИСТЕМ
НПЦ «ЭХО+»



Узнать подробнее
и зарегистрироваться
на сайте
echoplus.ru



Узнать подробнее:
+7 (495) 780-92-50



Напишите нам:
seminar@echoplus.ru



СОВМЕСТНЫЙ ПРОЕКТ ДЕСЯТИ НАЦИОНАЛЬНЫХ ОБЩЕСТВ ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ

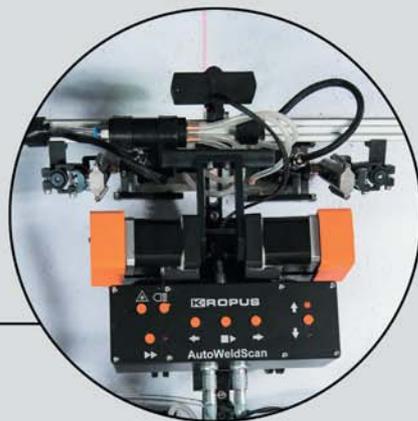
AutoWeldScan



Точность в контроле трубопроводов

Система использует сочетание передовых методов ФР + TOFD для комплексной инспекции всего объема сварного шва.

Интеллектуальная система насоса обеспечивает бесперебойную и эффективную подачу контактной жидкости при температурах до -35°C



реклама



8 (495) 229 42 96 8 (800) 500 62 98
www.kropus.com sales@kropus.com

КРОПУС
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР



ВСЕРОССИЙСКИЙ КОНКУРС ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ ДЕФЕКТОСКОПИСТ 2026

В 2025 ГОДУ В КОНКУРСЕ ПРИНЯЛИ УЧАСТИЕ



30 +
РЕГИОНОВ



410 +
УЧАСТНИКОВ



230 +
ОРГАНИЗАЦИЙ

1. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП

Пройдет в 32 регионах на базах аттестационных центров СНК ОПО РОНКТД

01 НОЯБРЯ 2025 – 30 АПРЕЛЯ 2026 г.

2. ФИНАЛЬНЫЙ ЭТАП

Состоится в рамках XIII международного промышленного форума «ТЕРРИТОРИЯ NDT»

13-15 МАЯ 2026 г.

КОНГРЕСС-ЦЕНТР «ИЗМАЙЛОВО БЕТА»

ИЗМАЙЛОВСКОЕ Ш., 71, КОРП. 2Б, МОСКВА

НОМИНАЦИИ

- Визуальный и измерительный контроль (ВИК)
- Ультразвуковой контроль (УК)
- Радиационный контроль (РК)
- Капиллярный контроль (ПВК)
- Магнитный контроль (МК)
- Электрический контроль (ЭК)

ОРГАНИЗАТОР



ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ОРГАН СНК ОПО



СПОНСОРЫ НОМИНАЦИЙ



КОНСТАНТА



КОНСТАНТА-М

XXIV ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКЕ



ОРГАНИЗАТОР
RONKTD.RU

13-15 МАЯ 2026 Г.

КОНГРЕСС-ЦЕНТР
«ИЗМАЙЛОВО БЕТА»

Измайловское ш., 71, корп. 2Б, Москва

В РАМКАХ XIII МЕЖДУНАРОДНОГО ФОРУМА «ТЕРРИТОРИЯ NDT»



НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ 21 ВЕКА: СИНЕРГИЯ ТЕХНОЛОГИЙ И РАЗУМА



200 +
ДОКЛАДЧИКОВ



1500 +
ПОСЕТИТЕЛЕЙ



10 +
СЕКЦИЙ



15 +
СТРАН-УЧАСТНИЦ

ТЕМАТИКА КОНФЕРЕНЦИИ

- Перспективы развития методов и технологий НК
- Искусственные нейронные сети и искусственный интеллект
- Интерактивные системы и комплексы
- Моделирование средств и процессов НК, валидация и верификация
- МС и ТД сложных инфраструктурных объектов и распределенных систем
- Стандартизация и метрологическое обеспечение НК, МС и ТД
- Подготовка и аттестация специалистов НК и ТД

ОФИЦИАЛЬНЫЙ СПОНСОР ФОРУМА
И XXIV ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-
ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ



ОФИЦИАЛЬНЫЙ СПОНСОР
XXIV ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-
ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ



CONF.ROKTD.RU



XIII МЕЖДУНАРОДНЫЙ
ПРОМЫШЛЕННЫЙ ФОРУМ

НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ
ИСПЫТАНИЯ · ДИАГНОСТИКА

XIII МЕЖДУНАРОДНЫЙ ПРОМЫШЛЕННЫЙ ФОРУМ

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

13-15 мая 2026 г.

КОНГРЕСС-ЦЕНТР «ИЗМАЙЛОВО БЕТА»

ИЗМАЙЛОВСКОЕ Ш., 71, КОРП. 2Б, МОСКВА



15+

КРУГЛЫХ СТОЛОВ
С УЧАСТИЕМ ЭКСПЕРТОВ



3000+

РУКОВОДИТЕЛЕЙ
И СПЕЦИАЛИСТОВ



50+

КОМПАНИЙ - ЛИДЕРОВ
В ОБЛАСТИ НК И ТД

КОНГРЕСС-ЦЕНТР «ИЗМАЙЛОВО БЕТА»:

- Площадь выставки более 2200 м²;
- Просторные выставочные залы с естественным освещением;
- Конференц-залы, переговорные комнаты;
- Более 45 лет опыта в проведении мероприятий, в том числе международного уровня;



ОРГАНИЗАТОР
ФОРУМА

РОССИЙСКОЕ ОБЩЕСТВО
ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ
КОНТРОЛЮ И ТЕХНИЧЕСКОЙ
ДИАГНОСТИКЕ

ОФИЦИАЛЬНЫЙ СПОНСОР ФОРУМА И XXIV
ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

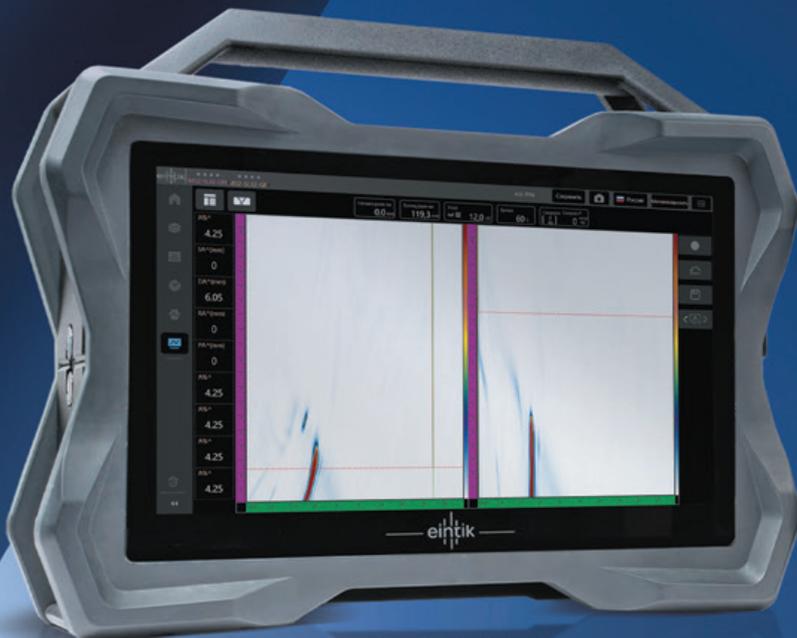


КОНСТАНТА

RONKTD.RU
EXPO.ROKNTD.RU

PHASEYE S

Ещё меньше, ещё легче, но всё тот же PHASEYE



PHASEYE



PHASEYE S



Контроль элементов и узлов



Контроль композитных материалов



Контроль изделий из алюминия и сотовых панелей



Контроль наличия расслоений и коррозионный мониторинг



Контроль фюзеляжа авиалайнеров



Контроль труб из полиэтилена высокой плотности



Контроль шестерней



Контроль сварных соединений

Видеть всё, фокусироваться на главном



ООО «ЭДВАНСТ НДТ»
Официальный представитель
Eintik Technology (Shanghai) Co., Ltd в России и странах СНГ
info@advanced-ndt.ru
www.advanced-ndt.ru

Территория NDT

СОДЕРЖАНИЕ

1 (январь – март), 2026

Главный редактор

Клюев В.В.

(Россия, академик РАН)

Заместитель главного редактора:

Клейзер П.Е. (Россия)

Редакционный совет:

Аугутис В. (Литва)

Гафуров Б.К. (Узбекистан, заместитель
председателя совета УзОНК)

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 TDGCM)

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,

000 «Издательский дом «Спектр»,

редакция журнала «Территория NDT»

Http://www.tndt.idspektr.ru

E-mail: tndt@idspektr.ru

Телефон редакции +7 (499) 393-30-25

Журнал зарегистрирован

в Федеральной службе по надзору
в сфере связи, информационных тех-
нологий и массовых коммуникаций
(Роскомнадзор). Свидетельство ре-
гистрации средства массовой инфор-
мации ПИ № ФС77-47005

Учредители:

АО Московское научно-производ-
ственное объединение «СПЕКТР»

(АО МНПО «СПЕКТР»);

Общероссийская общественная
организация «Российское общество
по неразрушающему контролю и
технической диагностике» (РОНКТД)

Издатель:

000 «Издательский дом «Спектр»,

119048, Москва,

ул. Усачева, д. 35, стр. 1

Http://www.idspektr.ru

E-mail: info@idspektr.ru

Телефон +7 (495) 514-76-50

Корректор Смольянина Н.И.

Компьютерное макетирование
Смольянина Н.И.

Сдано в набор 14 января 2026

Подписано в печать 13 февраля 2026

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 000 «Издательский дом «Спектр».

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

ВЫСТАВКИ. СЕМИНАРЫ. КОНФЕРЕНЦИИ

Шабеева А.В. Поездка рабочей делегации РОНКТД в Индию	4
Делегация РОНКТД на V Конгрессе молодых ученых в «Сириусе»	10
Интервью с участниками Конгресса молодых ученых	12

ИНТЕРВЬЮ НОМЕРА

Многоканальная ультразвуковая установка A2030 PLIMUT как пример эффективного импортозамещения	20
--	----

ИНФОРМАЦИЯ ОТ НАЦИОНАЛЬНЫХ ОБЩЕСТВ

Чувашское республиканское региональное отделение РОНКТД	24
---	----

НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ И СТАНДАРТЫ

Алехнович В.В. Отчет о деятельности ТК 371 «Неразрушающий контроль» за 2025 год	26
--	----

ФОТОАЛЬБОМ ДЕФЕКТОВ С ОПИСАНИЕМ

.....	28
-------	----

ПОЗДРАВЛЯЕМ

С.В. Шаблову — 80 лет!	30
Лауреаты Премии Правительства РФ в области науки и техники для молодых ученых 2025	31
А. Чулков стал победителем Всероссийского конкурса «Изобретатель года»	32

МЕТОДЫ, ПРИБОРЫ, ТЕХНОЛОГИИ

Вечёра М.С. Описание и применение прямых пьезоэлектрических преобразователей поперечных волн серии SHR	33
Пепеляев А.В. Ультразвуковые фазированные решетки специального назначения. Часть 2	38
Идентификация эхосигналов и локализация дефектов при УЗК сложных изделий	42
Хайруллин А.А., Исмагилов М.М., Костянец В.А., Елышев Н.А. Применение нейросетей для автоматизированного анализа данных ультразвукового контроля с фазированными решетками	44

ИСТОРИЯ НК

Разыграев А.Н., Разыграев Н.П. Ультразвуковой контроль исторических колоколов Московского Свято-Данилова монастыря	50
---	----

ПАМЯТИ УЧЕНОГО

Ушаков В.М., Ерофеев Л.Б. Воспоминания о жизни замечательного человека	56
---	----

ДЕФЕКТОСКОПИЧЕСКИЕ ИСТОРИИ

Пепеляев А.В. Диагностика как экстрим	60
---	----

ПОЕЗДКА РАБОЧЕЙ ДЕЛЕГАЦИИ РОНКТД В ИНДИЮ



ШАБАЕВА Алиса Владимировна
Исполнительный директор РОНКТД, Москва

Российский опыт представлен на престижной конференции в Индии

Международная конференция и выставка NDE 2025, проходившая в столице финансов и экономики Индии, городе Мумбаи, собрала огромное количество экспертов и специалистов, заинтересованных в развитии технологий неразрушающего контроля и диагностики. Мероприятие стало важной площадкой для обмена опытом и укрепления международного сотрудничества в отрасли.

Особое внимание привлекла российская делегация, в том числе представлявшая Российское общество по неразрушающему контролю и технической диагностике (РОНКТД). Эксперты из России приняли участие в ключевых мероприятиях форума, продемонстрировав высокий уровень развития научно-технического потенциала и предложив перспективные направления взаимодействия с зарубежными коллегами.



Выступления российских ученых и специалистов

Одним из центральных моментов конференции стали доклады российских ученых, специалистов и экспертов. Президент РОНКТД доктор технических наук, профессор Владимир Александрович Сясько представил уникальный материал “Monitoring systems for the technical condition and integrity of stationary equipment of oil and gas facilities”. Его выступление вызвало живой интерес аудитории, подчеркнув значимость инновационных подходов и передового опыта России в обеспечении надежности и безопасности критически важных инфраструктурных объектов.

Исполнительный директор РОНКТД Алиса Владимировна Шабаетва выступила с докладом “The system of attestation (certification) of NDT personnel in Russia”. Она подробно рассказала об особенностях СНК ОПО и СДСПНК РОНКТД. Ее доклад стал основой для конструктивного диалога с пред-





ставителями зарубежных сообществ, стремящихся внедрить аналогичные подходы в своей практике.

Соглашение о сотрудничестве с Индией

Торжественное открытие мероприятия было отмечено знаменательным событием: представители российского и индийского обществ подписали двустороннее соглашение о сотрудничестве. Документ предусматривает активизацию контактов между обществами НК двух стран в сфере науки, образования и бизнеса. Основные положения договора включают взаимное участие в специализированных конференциях и выставках, организацию профессиональных соревнований для дефектоскопистов, реализацию совместных исследовательских проектов и интеграцию молодых специалистов в международные мероприятия.



ВЫСТАВКИ, СЕМИНАРЫ, КОНФЕРЕНЦИИ



Это событие подчеркивает важность глобального партнерства, укрепляя позиции нашей страны на международном уровне.

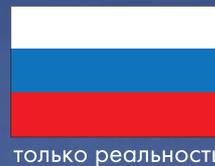
Презентация оборудования российских производителей

Стенд РОНКТД на выставке также был насыщенным и информативным. Здесь была представлена информация о приборах и оборудовании ведущих отечественных компаний — разработчиков приборов и оборудования неразрушающего кон-

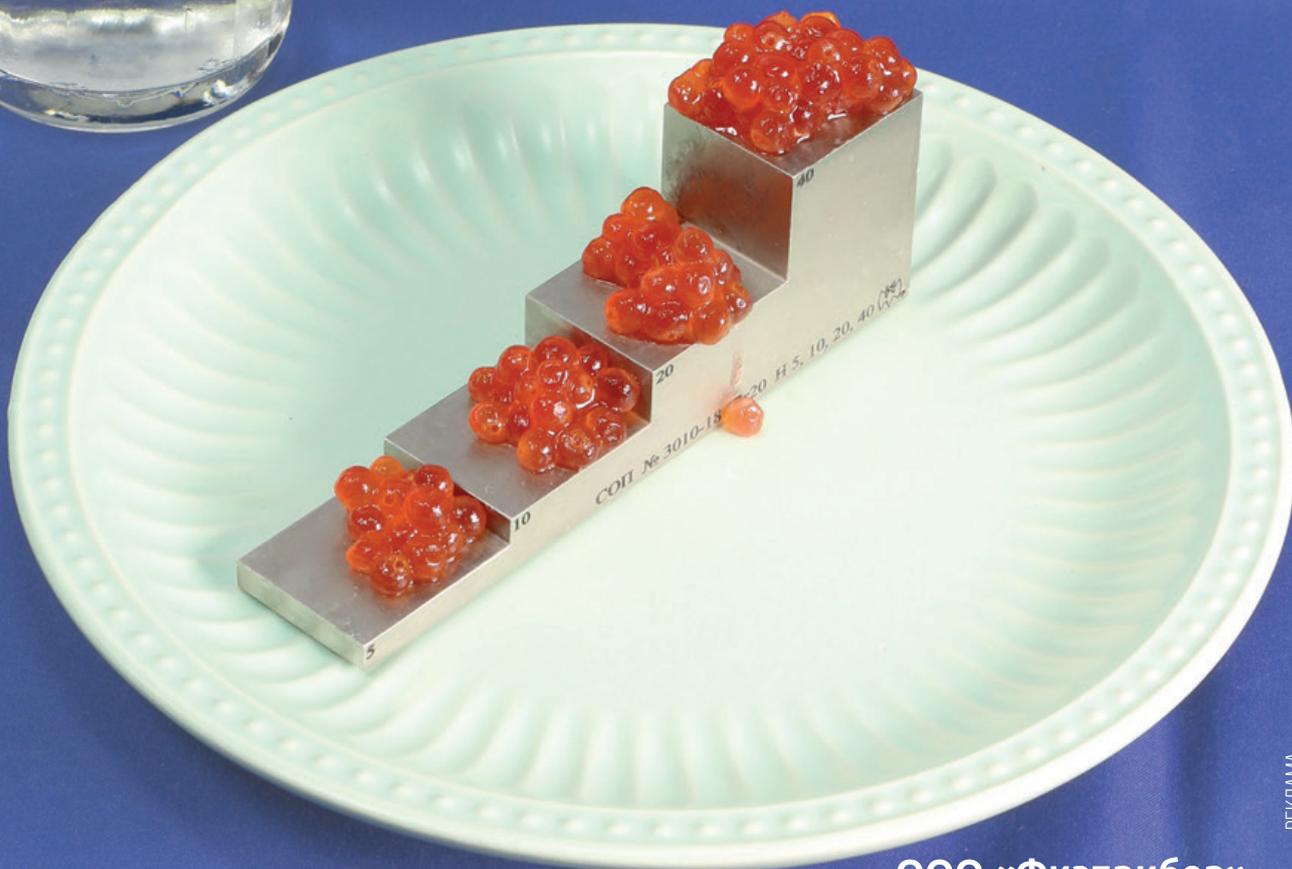
троля: ООО «КОНСТАНТА», ООО «НПЦ «ЭХО+» и ООО «Синтез НДТ». Эти компании демонстрируют высокие стандарты качества и инновационные решения, востребованные как внутри страны, так и за рубежом.

Также среди участников были ведущие российские специалисты и компании — производители оборудования для неразрушающего контроля, такие как ООО «АКС», компания «Нординкрафт», ЕЦНК, НПФ «АВЭК».

Таким образом, участие делегации РОНКТД и российских компаний — производителей оборудования НК и ТД в Международной конференции и выставке NDE 2025 вновь подтвердило лидирующие позиции России в области неразрушающего контроля. Усилия наших ученых, исследователей, экспертов и специалистов способствуют укреплению позиций отечественной промышленности на мировом рынке, развитию профессиональной среды и повышению уровня конкурентоспособности российской продукции.



Что есть СОП?



РЕКЛАМА

ООО «Физприбор»
620137, Екатеринбург, ул.Вилонова, 6А
+7 (343) 355-00-53, www.fpribor.ru



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



A2030 ПЛИМУТ

МНОГОКАНАЛЬНАЯ УЛЬТРАЗВУКОВАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ПОИСКА
РАССЛОЕНИЙ И ДРУГИХ ДЕФЕКТОВ В ПРОЦЕССЕ ПРОВЕДЕНИЯ КОНТРОЛЯ
ФАНЕРНЫХ ПЛИТ И КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ



- Дефектоскопия изделий из фанеры
- Выявление несплошностей в углепластике, стеклопластике, сотовых панелях

Технические характеристики

Рабочая частота контрольного канала	100 кГц
Количество каналов	33 шт
Максимальная ширина контролируемого изделия	1525 мм
Размер минимально выявляемого дефекта	50x50 мм
Максимальная скорость контроля	40 м/мин
Максимальная толщина контролируемого изделия	40 мм

*Возможно изменение параметров согласно техническому заданию заказчика



Особенности

- 33 канальная ультразвуковая установка
- Специализированные бесконтактные низкочастотные ультразвуковые преобразователи частотой 100 кГц



- Теневой метод прозвучивания изделия через воздушный зазор
- Контроль фанерных плит шириной до 1525 мм, при максимальной толщине 40 мм
- Скорость контроля до 40 м/мин



Возможности

- Специализированное программное обеспечение
- Автоматическая отбраковка изделий согласно заданной площади расслоения
- Выявление дефектов с минимальным размером 50x50 мм
- Возможность установки индивидуальных настроек под различные параметры листов

Комплект поставки

- Каркас для установки контрольных каналов
- 33 контрольных канала*
- Блок управления
- Персональный компьютер с установленным ПО
- Источник бесперебойного питания
- Комплект механических элементов

*Количество каналов подбирается исходя из параметров объекта 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

ДЕЛЕГАЦИЯ РОНКТД НА V КОНГРЕССЕ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ В «СИРИУСЕ»

Активные участники — члены Российского общества по неразрушающему контролю и технической диагностике (РОНКТД) посетили V Конгресс молодых ученых, который проходил на площадке Научно-технологического университета «Сириус» (Краснодарский край, федеральная территория «Сириус»). Мероприятие собрало талантливых ученых, исследователей и инженеров со всей страны, представивших новейшие разработки в области приборостроения, современных материалов, цифровых технологий, робототехники и химии.

Одним из ключевых моментов стала презентация приборов неразрушающего контроля от ООО «КОНСТАНТА» на стенде проекта «НАША ЛАБА». Этот проект является известным каталогом российского оборудования, открывающим широкие возможности для сотрудничества ученых и приборостроителей. Представленное российское оборудование для неразрушающего контроля привлекло внимание аудитории своими инновационными возможностями и высоким качеством исполнения.

Конгресс стал площадкой для демонстрации множества новых разработок молодых ученых и студентов технических вузов. На многих стендах были представлены решения в сфере неразрушающего контроля пищевых продуктов, а также приборы ультразвукового и акустико-эмиссионного (АЭ) методов. Эксперты и специалисты по неразрушающему контролю активно участвовали в научных секциях и дискуссиях, делились профессиональным мнением

и опытом с коллегами. Среди участников конгресса от РОНКТД были д-р техн. наук А. С. Мачихин, канд. техн. наук О. Н. Василенко, ответственный секретарь ТК 371 В. В. Алехнович, исполнительный директор РОНКТД А. В. Шабаева, инженер-конструктор ООО «КОНСТАНТА» Д. И. Антонов и др.

Мероприятие подчеркнуло важность интеграции передовых технологий и современных методов исследования в промышленную практику для развития отечественной науки и техники. Участники отметили значимость сотрудничества между научным сообществом и промышленностью для повышения качества продукции и конкурентоспособности российских предприятий.

Таким образом, V Конгресс молодых ученых подтвердил свой статус значимого события для профессионального сообщества, открывающего новые перспективы развития отрасли и поддерживающего инициативы молодых исследователей и разработчиков.

РОНКТД выражает благодарность за плодотворное сотрудничество О. Е. Тарасовой, директору АНО «Центр развития научных и образовательных инициатив», члену Координационного совета по делам молодежи в научной и образовательной сферах Совета при Президенте Российской Федерации по науке и образованию, соавтору проекта «НАША ЛАБА».

По материалам дирекции РОНКТД





КОНСТАНТА УЗК



Контактная
паста
УЗК-SHR

Преобразователи
для научно-инженерных
исследований и решения
метрологических
задач.

П111-5-SHR

П111-2-SHR



**Прямые совмещённые
преобразователи
поперечных волн**

constanta-us.com

Разработка и производство стандартного и
специализированного оборудования
для ультразвукового контроля.



РЕКЛАМА

ИНТЕРВЬЮ С УЧАСТНИКАМИ КОНГРЕССА МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ



Александр Мачихин

Д-р техн. наук, заведующий лабораторией акустооптической спектроскопии ИТЦ УП РАН, профессор кафедры диагностических информационных технологий Национального исследовательского университета «МЭИ», Москва

Как бы вы оценили общий уровень и атмосферу конгресса с точки зрения профессионального сообщества НК и ТД? Что было самым ценным для вас лично?

Конгресс собрал несколько тысяч молодых исследователей со всей страны, работающих в области медицины, биологии, информационных технологий, атомной промышленности и других направлений фундаментальной и прикладной науки. Участие с докладами в конгрессе приня-

ли известные ученые, представители федеральных органов исполнительной власти и бизнес-сообщества. На многочисленных стендах были продемонстрированы разработки в рамках мегагрантов, грантов Российского научного фонда, проекта «НАША ЛАБА» и других проектов. К сожалению, в тематике круглых столов, лекций и панельных дискуссий практически отсутствовала тематика, связанная с приборостроением и, в частности, с НК и ТД.

Расскажите о вашем участии в научных секциях и дискуссиях. В каких темах или дискуссиях, не связанных напрямую с НК, вы почерпнули наиболее интересные идеи, которые можно интегрировать в техническую диагностику?

Мне удалось посетить несколько панельных дискуссий и лекций, посвященных современным достижениям и задачам в области биомедицины и сельского хозяйства. Могу отметить большую востребованность российских технологий, методов и приборов в этих областях. При этом используемые физические принципы (ультразвуковые, оптические и др.) те же, что лежат в основе приборов НК и ТД. Многие из них при некоторой доработке могут быть достаточно оперативно адаптированы под решение биомедицинских, сельскохозяйственных и других задач.



Конгресс позиционируется как площадка для молодых ученых. Удалось ли, на ваш взгляд, увидеть действительно перспективные для отрасли НК молодежные проекты? В каком состоянии, по вашему мнению, находится преемственность в нашей области?

Мне кажется, конгресс уже перерос возрастные ограничения и стал площадкой для встречи и обмена мнениями ученых всех возрастов, объединенных тем, что они молоды душой и открыты новым вызовам. В области НК и ТД, на мой взгляд, достаточно много молодых и перспективных исследователей и ученых, имеющих не только и не столько карьерные амбиции, сколько настроенных на развитие отечественного приборостроения. Поэтому считаю необходимым обратиться к организаторам конгресса с просьбой рассмотреть возможность организации в следующем году круглых столов и панельных дискуссий, посвященных развитию приборостроения, стандартизации и метрологического обеспечения, в частности в области НК и ТД.



Алиса Шабаета

Исполнительный директор РОНКТД, Москва

Как бы вы оценили общий уровень и атмосферу конгресса с точки зрения профессионального сообщества НК и ТД? Что было самым ценным для вас лично?

Для меня как исполнительного директора Российского общества по неразрушающему контролю и технической диагностике (РОНКТД) главной ценностью Конгресса молодых ученых (КМУ) стало установление новых деловых контактов и укрепление существующих партнерских взаимоотношений. Четвертый визит подтвердил мою уверенность в высоком уровне форума и позволил расширить круг полезных знакомств внутри профессионального сообщества.

За четыре года участия я отметила ряд важных изменений:

- повышение внимания к проблемам промышленной безопасности и устойчивости инфраструктуры;
- активизацию международной составляющей мероприятия;



- рост реальных разработок, российских приборов и оборудования, развитием которых занимается в первую очередь проект «НАША ЛАБА».

Наиболее ценной частью мероприятия лично для меня стал процесс знакомства с новыми компаниями, действующими в сфере НК и ТД. Мы смогли провести плодотворные беседы, обсудили планы сотрудничества и договорились продолжить диалог в дальнейшем. Эти встречи позволяют уси-



лит в взаимодействие между бизнесом и наукой, что обеспечит дальнейшее развитие отечественного рынка.

Еще одним позитивным моментом стало знакомство с молодыми талантливыми исследователями, чьи свежие взгляды и смелые идеи способны внести весомый вклад в будущее отрасли. Важно поддержать инициативу молодежи и создать благоприятные условия для реализации их инициатив и разработок.

Атмосфера конгресса отличалась высоким уровнем профессионализма и конструктивной открытостью. Были организованы важные сессии, дискуссии и круглые столы, где специалисты могли обсудить самые острые проблемы, поделиться своим уникальным опытом и услышать мнение коллег. Большое количество молодых исследователей и студентов, участвующих в работе КМУ, свидетельствует о наличии свежих идей и заинтересованности нового поколения ученых и исследователей и развитии российской науки.

Отдельно стоит отметить выставку новейшего оборудования и технологий, представленного отечественными компаниями, в том числе на стенде проекта «НАША ЛАБА». Многие приборы — это уникальные разработки, ранее неизвестные широкому кругу посетителей, что создает дополнительную ценность мероприятия.

Как вы считаете, изменился ли после конгресса образ отрасли неразрушающего контроля в глазах более широкой научно-технической общественности? И если да, то в какую сторону?

Да, несомненно, проведение конгресса способствует изменению восприятия отрасли НК в положительную сторону. Вот почему:

- возрастает осведомленность о роли НК в обеспечении безопасности.

Одним из важнейших результатов конгресса становится распространение информации о вкладе неразрушающего контроля в обеспечение безопасности промышленных объектов, транспорта, зданий и инфраструктурных сооружений. Регулярные аварии и инциденты, вызванные недостаточным контролем качества, делают тему особенно актуальной. Участие в мероприятии ученых, исследователей, технических специалистов, компаний — производителей оборудования НК усиливает доверие к самой отрасли;

- происходит демонстрация инновационного потенциала.

Современные тенденции показывают, что отрасль НК активно развивается и внедряет цифровые технологии, интеллектуальное управление качеством, искусственный интеллект и машинное зрение. Такие новинки привлекают внимание не только профильных специалистов, но и широкого круга лиц, заинтересованных в повышении эффективности производственного процесса. Успешная презентация достижений ведет к формированию позитивного имиджа отрасли как технологичного и прогрессивного сегмента отечественной промышленности;

- расширяется международное присутствие.

Интерес зарубежных специалистов и представителей зарубежных компаний подтверждает растущую значимость российского рынка НК и показывает привлекательность российских разработок для международного бизнеса. Это открывает двери для дальнейших инвестиций и расширения глобальных возможностей российских компаний;

- идет развитие взаимодействия с образовательными учреждениями.

Присутствие преподавателей, аспирантов и студентов демонстрирует тесную связь образовательных учреждений с промышленностью. Такое сотрудничество позволяет готовить квалифицированные кадры, удовлетворяющие требования работодателей, а также способствует обновлению учебной программы и повышению престижа профессии.

Ваша итоговая оценка мероприятия.

Прошедший конгресс однозначно повлиял на изменение образа отрасли НК в лучшую сторону. Осведомленность о методах неразрушающего кон-

троля выросла, появились новые проекты, стимулирующие рост и развитие отрасли. Если продолжать поддерживать инициативы по популяризации НК, систематическому проведению и участию в мероприятиях такого масштаба и формата, мы можем рассчитывать на то, что все больше и больше людей смогут не только познакомиться с неразрушающим контролем, но и выбрать для себя соответствующую профессию.

Какие шаги или инициативы (возможно, совместные с «НАШЕЙ ЛАБОЙ» или другими участниками) планирует РОНКТД после установленных на Конгрессе молодых ученых контактов?

РОНКТД намерено закреплять и развивать профессиональные контакты, установленные с молодыми учеными на конгрессе. В частности, планируется реализовать ряд инициатив, нацеленных на содействие развитию карьеры молодых специалистов, популяризацию актуальных методов НК и поощрение активного участия молодежи в научных и практических мероприятиях. Проект «НАША ЛАБА» является давним другом РОНКТД, Ольга Тарасова, соавтор проекта, директор АНО «Центр развития научных и образовательных инициатив», член Координационного совета по делам молодежи в научной и образовательной сферах Совета при Президенте Российской Федерации по науке и образованию, всегда обращает внимание на актуальные технологии НК и ТД. В дальнейшем планируется развивать проекты расширения сотрудничества с «НАШЕЙ ЛАБОЙ» и другими партнерами, направив силы на реализацию инновационных проектов и продвижение технологий неразрушающего контроля.

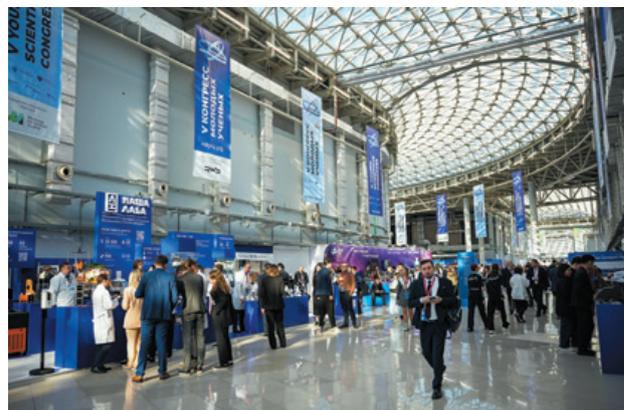


Варвара Алехнович

Канд. техн. наук, ответственный секретарь ТК 371, Санкт-Петербург

Как бы вы оценили общий уровень и атмосферу конгресса с точки зрения профессионального сообщества НК и ТД? Что было самым ценным для вас лично?

Конгресс молодых ученых в «Сириусе» в ноябре 2025 г. ощущался не просто как очередной



форум «про науку», а как большая, собранная воедино интеллектуальная энергия страны. Стоит отметить масштаб и «многоязычность» среды КМУ: тысячи участников, широкая география, участие представителей бизнеса, университетов, институтов, промышленных партнеров — все это создает редкую концентрацию компетенций на одной площадке.

Для профессионального сообщества неразрушающего контроля и технического диагностирования особенно важно, что на конгрессе чувствовался правильный настрой — ориентация на практику и технологическое лидерство. КМУ-2025 заявлял ключевую тему «Энергия науки: от потенциала знаний к созиданию будущего», и это как раз очень близко отрасли НК.

Самое ценное лично для меня — ощущение запроса на точность проводимого НК.

Конгресс позиционируется как площадка для молодых ученых. Удалось ли, на ваш взгляд, увидеть действительно перспективные для отрасли НК молодежные проекты? В каком состоянии, по вашему, находится преемственность в нашей области?

Да, по общему ощущению, «перспективность» на конгрессе была заметна именно там, где молодежные идеи опираются на инженерную дисциплину:



на понимание ограничений методов, на культуру эксперимента, на верификацию и валидацию результатов.

Для себя удалось отметить молодежный потенциал для НК в трех направлениях:

- 1) интеллектуализация НК: переход от разрозненных измерений к интерпретации данных, цифровым моделям процессов и цифровым двойникам, риск-ориентированным подходам;
- 2) встраивание контроля в жизненный цикл продукции: мониторинг, предиктивное диагностирование, взаимосвязка НК с цифровыми двойниками;
- 3) новая приборная база: компактные решения, роботизация/автоматизация, обеспечение стабильных метрологических характеристик при измерениях, проводимых в «тяжелых» условиях, интеграция новых методов.

Преимственность в НК, на мой взгляд, есть и укрепляется, но она не возникает «сама». НК требует школы и наставничества: доверие к методам строится годами, через стандарты, практику, ответственность.

Как вы считаете, изменился ли после конгресса образ отрасли неразрушающего контроля в глазах более широкой научно-технической общественности? И если да, то в какую сторону?

Мне кажется, да, изменения образа отрасли очевидны и в положительную сторону. На сегодняшний день неразрушающий контроль все чаще воспринимается не как «контроль ради контроля», не как постфактум-проверка на выходе, а как высокотехнологичная система обеспечения надежности, часть научно-технологического суверенитета Российской Федерации.

Во многом это связано с тем, как сам конгресс был устроен: масштабная программа (сообщалось о более чем 170 мероприятиях), фокус на больших вызовах, кадрах, инфраструктуре и международном научном взаимодействии — все это формирует у внешней аудитории понимание: наука в России не замкнута в «кабинетах», она разворачивается в сторону задач, отраслей, производств.

И, что особенно важно для нашей области, на конгрессе присутствовала сильная «точка узнавания»: на стенде проекта «НАША ЛАБА» были представлены приборы НК ООО «КОНСТАНТА». Российское оборудование НК привлекло внимание широкой аудитории своими реализованными возможностями и качеством исполнения.

Это как раз тот момент, когда у внешнего наблюдателя складывается простой вывод: НК и ТД — это не «про прошлое», это про собственную школу, про развитие, про инженерную компетенцию.



Денис Антонов (на фото слева)

Инженер-конструктор ООО «КОНСТАНТА», Санкт-Петербург

Дмитрий Ахмадуллин (на фото справа)

Инженер ООО «КОНСТАНТА», Санкт-Петербург

О выставке приборов ООО «КОНСТАНТА» на стенде «НАША ЛАБА»

С каким запросом чаще всего подходили посетители к вашему стенду?

Чаще всего к нашему стенду подходили люди, которые имели ограниченный опыт или вовсе были незнакомы с такими дисциплинами, как неразрушающий контроль и метрология. Наибольшее внимание привлекал именно наш компактный прибор — портативный твердомер серии «Константа КТ». Посетители также уточняли особенности эксплуатации прибора, удобство измерений на производстве и возможные варианты применения твердомера для конкретных производственных нужд. Таким образом, наиболее частым мотивирующим фактором для обращения к нам было желание ознакомиться с современным оборудованием неразрушающего контроля и определить возможности его интеграции в производственные процессы.

Что больше всего оценили в оборудовании (точность, цифровизация, простота применения и т.п.)?

Посетители нашего стенда особенно выделяли два ключевых аспекта наших приборов, подчеркивая их преимущества перед стационарными твердомерами:

- компактность оборудования.

Многие участники отметили, насколько удобно иметь небольшой и мобильный прибор, который легко переносится и позволяет проводить замеры практически в любых условиях. Возможность отказаться от громоздких лабораторных установок оказалась весьма привлекательной для тех компаний и организаций, которым важна мобильность и оперативность исследований прямо на месте;

- простота применения.

Другое важное достоинство, которое подчеркивалось большинством гостей, — это легкость работы с приборами. Интуитивно понятный интерфейс, минимум настроек и необходимость минимального уровня подготовки сделали наши приборы доступными для большинства сотрудников.

Помимо указанных факторов, некоторые гости отмечали и дополнительные плюсы, такие как высокая точность показаний и надежность конструкции. Все указанные факторы позволяют быстро внедрить оборудование в повседневную работу предприятий, существенно сокращая временные затраты на обучение персонала и организацию рабочего процесса.

Создалось ли у вас ощущение роста интереса к методам НК в смежных областях?

Да, безусловно, у нас создалось впечатление значительного роста интереса к методам неразрушающего контроля среди представителей разных профессиональных областей. Одним из ярких примеров стала встреча с представителем Пермского политехнического университета, кафедра «Безопасность жизнедеятельности».

Подобные контакты свидетельствуют о расширении сферы применения технологий неразрушающего контроля и углублении понимания важности качественного анализа состояния конструкций, механизмов и материалов. Понимание преимуществ методов оценки неразрушающего контроля привлекает специалистов различных отраслей промышленности, строительства и образования, демонстрируя уверенное развитие междисциплинарного подхода к вопросам диагностики и предотвращения аварийных ситуаций.

Заметили ли вы потенциальных новых партнеров или заказчиков для отрасли?

Да, наше участие в конгрессе позволило установить полезные связи и выявить перспективных партнеров и заказчиков. Среди особо заметных контактов хочется отметить встречи с представителями



зарубежных делегаций, чьи запросы показали высокий потенциал дальнейшего сотрудничества.

Во-первых, значительное внимание привлекла делегация из Катара. Участники выразили живой интерес к возможностям российского оборудования, продемонстрировали намерение изучить условия поставок, техническое сопровождение и сервисное обслуживание.

Также значительный интерес проявила делегация из Ирана. Специалисты обратили внимание на широкий спектр применимости российских приборов, включая электромагнитные толщиномеры серии «Константа». Отмечалась важность совместных решений в области повышения точности диагностирования трубопроводных сетей и резервуарных парков.

Таким образом, успешные переговоры с зарубежными участниками выставки подтверждают наличие высокого спроса на российскую продукцию в сфере неразрушающего контроля и открывают перспективы долгосрочного партнерства с крупными заказчиками.

Конгресс собрал специалистов из разных научно-технических областей. Удалось ли установить новые междисциплинарные контакты, которые могут привести к совместным проектам на стыке, например, материаловедения, робототехники и НК?

Да, конгресс действительно собрал участников из множества научных дисциплин и сфер технической деятельности, что открыло широкие возможности для установления новых междисциплинарных связей. Примечательно, что одна из организаций, обративших на себя внимание, занимается производством высококлассных деревянных изделий. Представителей этой компании активно интересовали современные методы контроля качества собственной продукции, направленные на повышение ее долговечности и конкурентоспособности.

Материал подготовлен редакцией журнала и дирекцией РОНКТД



II Всероссийская научно-техническая конференция с международным участием «Сварка и диагностика» имени академика РАН Н. П. Алешина 22 – 24 апреля 2026 г. | МГТУ им. Н. Э. Баумана

Конференция посвящена исследованию состояния и перспектив развития новых конструкционных материалов в области сварки и родственных процессов, сварочных и наплавочных материалов, а также современным разработкам в сварочном производстве, неразрушающем контроле и диагностике. Особое внимание будет уделено применению цифровых технологий в сварочном производстве и системах неразрушающего контроля.

В ПРОГРАММЕ ЗАПЛАНИРОВАНЫ ПЛЕНАРНЫЕ И СЕКЦИОННЫЕ ЗАСЕДАНИЯ ПО НАПРАВЛЕНИЯМ:

- оборудование, технологии и материалы для сварки и родственных процессов;
- диагностика и контроль качества изделий;
- расчетные методы в задачах сварки, диагностики и контроля качества сварных соединений.

ПО ИТОГАМ МЕРОПРИЯТИЯ БУДЕТ ИЗДАН СБОРНИК ТРУДОВ В ЭЛЕКТРОННОМ И ПЕЧАТНОМ ВИДЕ, ИНДЕКСИРУЕМЫЙ В РИНЦ.

Условия участия, правила оформления материалов и форма регистрации доступны на официальном сайте конференции: <https://weldingconf.bmstu.ru>

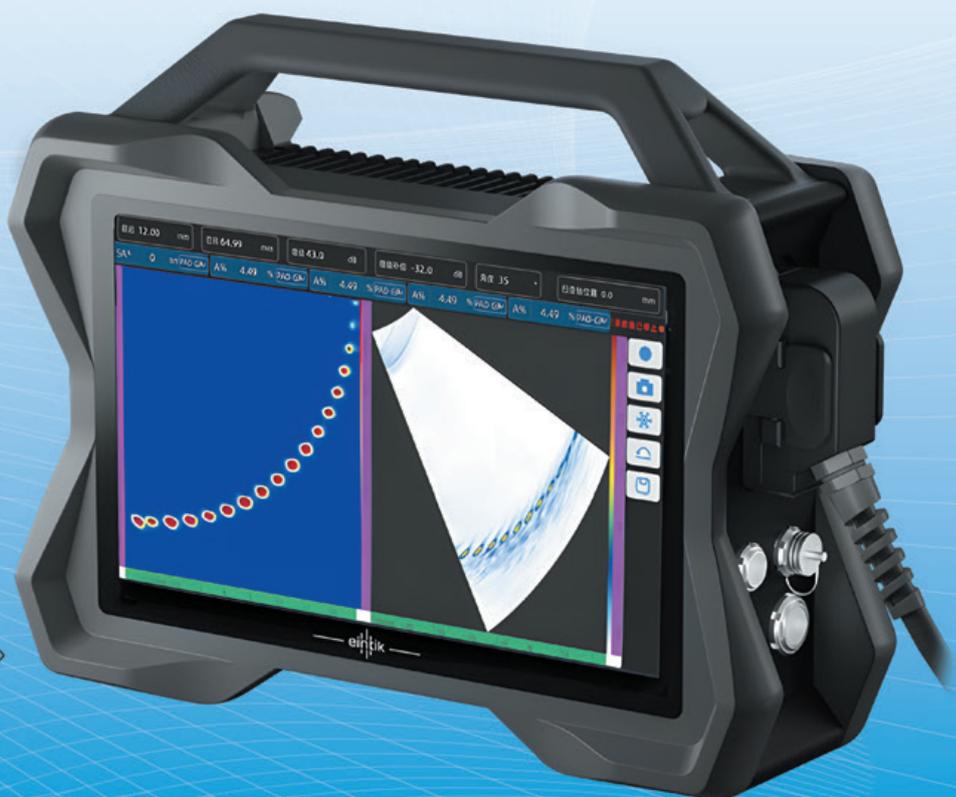
По всем организационным вопросам обращаться в оргкомитет по электронной почте: mt7kafedra@bmstu.ru



Новое поколение TFM/FMC PHASEYE FMC-64

Ультразвуковой дефектоскоп на фазированных решетках

- Различные конфигурации для оптимального решения задач контроля:
32:64PR, 32:128PR, 64:128PR
- Позволяет быстро получить 2D- и 3D-отображения в режиме реального времени
- Поддерживает одновременный контроль технологиями FMC/TFM и УЗК ФР до 8 «Мультигрупп»



Метод полной фокусировки (TFM)

Основан на прозвучивании каждой точки объекта контроля множества раз различными комбинациями приемных и излучающих элементов PR, при этом метод амплитуда сигнала менее зависит от ориентации дефектов по сравнению с методом фазированных решеток.

Фазово-когерентная визуализация (PCI)

Метод, основанный на анализе когерентности (повторяемости формы сигналов в каждой точке объектов контроля). Данный метод не амплитудный, отбраковка идет по размерам обнаруженного дефекта. Для контроля не требуется настроечный образец.

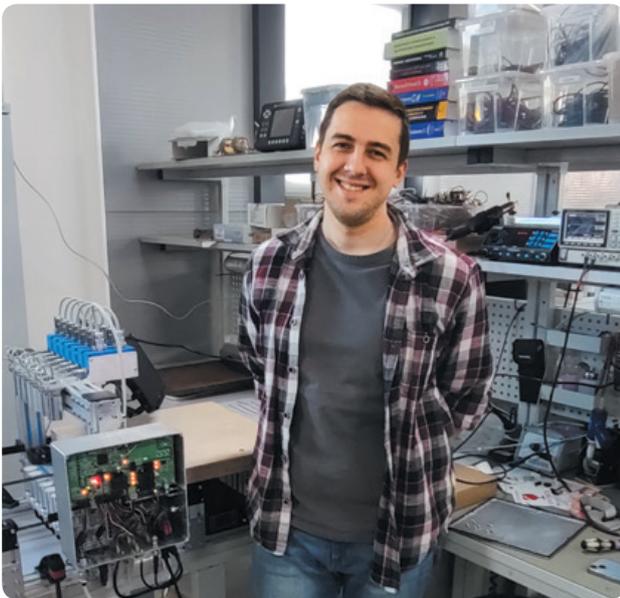
Контроль матричными (DMA) преобразователями

Это улучшенное проникновение в нержавеющих сталях, включая аустенитные и коррозионностойкие сплавы, а также сварные соединения разнородных металлов.

РЕКЛАМА

МНОГОКАНАЛЬНАЯ УЛЬТРАЗВУКОВАЯ УСТАНОВКА A2030 PLIMUT КАК ПРИМЕР ЭФФЕКТИВНОГО ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ

Редакция журнала «Территория NDT» в гостях у компании ООО «АКС». Ведущий инженер-разработчик Сергей Михайличенко рассказывает историю создания и принципы работы умной системы отбраковки фанерных плит.



МИХАЙЛИЧЕНКО Сергей Сергеевич

Ведущий инженер-разработчик, ООО «АКС»,
Москва

Система уже работает на одном из заводов. Расскажите, для чего она создана?

Установка A2030 PLIMUT предназначена для автоматического неразрушающего контроля фанерных плит и композитных материалов, таких как углепластик, стеклопластик, сотовые панели. Ее главная задача — выявлять внутренние дефекты: расслоения, несплошности, воздушные включения, отсутствие клевого соединения прямо на производственной линии.

В чем принципиальная особенность вашей технологии?

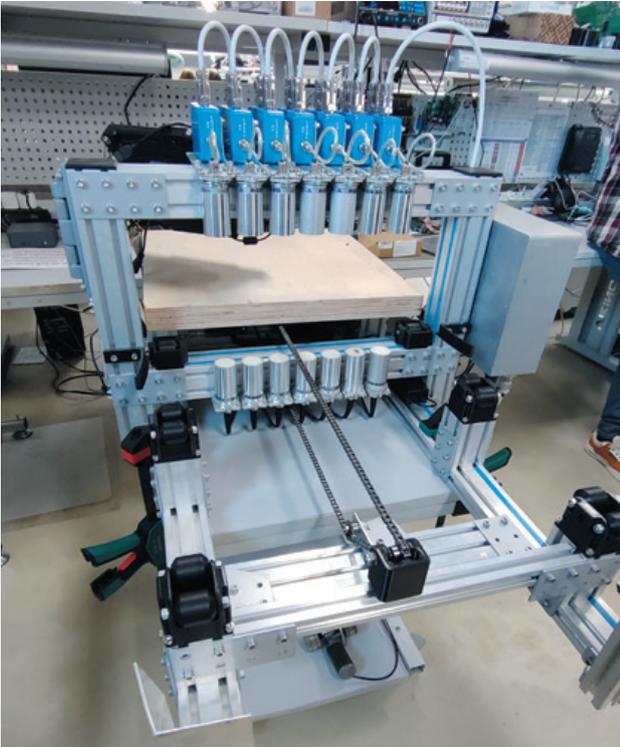
Мы используем теневой метод прозвучивания через воздушный зазор. Это означает, что датчики не контактируют с поверхностью материала. С одной стороны листа располагаются излучатели, с другой — приемники. Если в материале есть пустота (дефект), ультразвуковой сигнал ослабевает или не проходит, и это фиксируется. Работают специализированные низкочастотные (100 кГц) пьезоэлектрические преобразователи, которые эффективно прозвучивают такие материалы.

Установка называется многоканальной. Сколько же этих каналов?

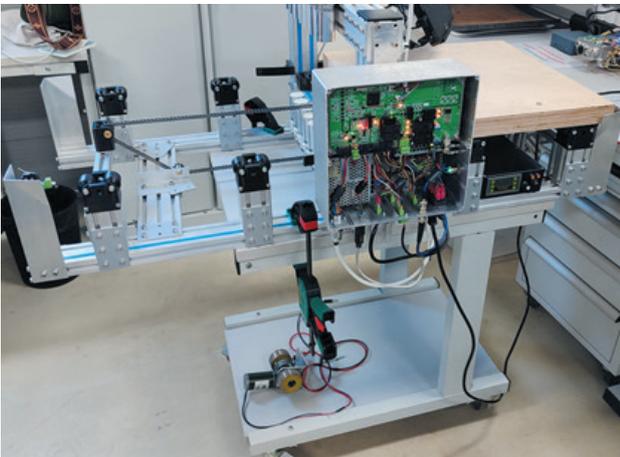
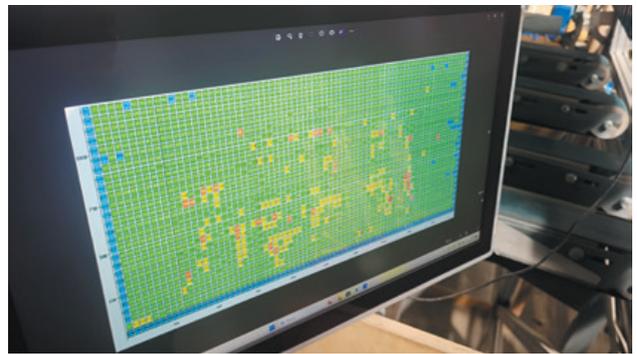
Это гибкий параметр. Стандартная комплектация, как на первом заводе внедрения нашей системы в Смоленске, включает 33 контрольных канала (по количеству преобразователей). Этого хватает для контроля листа шириной до 1525 мм. Но количество каналов всегда подбирается под конкретные нужды заказчика. Например, для другого завода мы проектируем систему уже на 27–28 каналов.

Как происходит процесс контроля на линии?

Лист движется по конвейеру через установку со скоростью до 40 м/мин. Данные со всех датчиков в реальном времени поступают в блок управления, а затем на компьютер со специализированным программным обеспечением (ПО). Программа строит цветную карту-срез (C-scan) всего листа. Бездефектные участки отображаются одним цветом (например, зеленым), а области с дефектами, превышающими заданный порог (минимальные размеры 50×50 мм), выделяются, допустим, красным.



C-scan на экране монитора, демонстрация работы переносной установки



Переносной стенд



C-scan на экране монитора, на заводе в Смоленске

И система сама принимает решение?

Совершенно верно. Оператор заранее задает критерии отбраковки, например допустимую суммарную площадь дефектов. Если лист им не соответствует, программа автоматически отправляет дискретный сигнал в систему управления линией. И дальше срабатывает механизм сортировки, который перенаправляет дефектный лист на отдельный стол. Оператор только наблюдает за процессом на экране и вмешивается в исключительных случаях.

Как появился этот проект?

Предприятие в Смоленске изначально заказало и оплатило немецкую установку, но из-за известных

событий поставка и обслуживание стали невозможны. Тогда из Смоленска обратились к нам. На нашем предприятии уже были наработки по воздушному ультразвуку и созданию преобразователей, так что мы смогли разработать и изготовить установку «под ключ» примерно за полгода активной работы. Получилось полностью отечественное решение, замещающее иностранный аналог.

А что с другими заводами? Есть спрос?

Да, ситуация на смоленском заводе — не единственная. Многие предприятия столкнулись с тем, что импортное оборудование вышло из строя, а обслуживать его некому. Например,



Рабочая установка A2030 PLIMUT на заводе в Смоленске
на одном из заводов немецкая установка отработала год-два и встала. Сейчас у нас есть несколько обращений от отечественных заводов, которые рассматривают внедрение нашей установки в свои производственные линии. То есть рынок есть, и он движется в сторону технологического суверенитета.

У вас есть демонстрационный образец?

Да, у нас есть переносной стенд. Мы возим его на выставки, в том числе представляли в Москве.



Это уменьшенная, но полностью рабочая модель: можно прокатать лист фанеры и в реальном времени увидеть на экране ноутбука, как строится карта дефектов. Переносной стенд очень наглядно показывает работу установки и саму суть технологии.

Сергей, спасибо вам большое за интересный рассказ о высокотехнологичном отечественном решении для промышленности! Удачи вашему проекту!



УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ ДЕФЕКТОСКОПЫ SIUI SYNCSCAN

с применением фазированных решеток и TOFD для контроля основного металла, сварных швов, плоских изделий и труб

Где применяется:

- в машиностроении,
- авиастроении,
- судостроении,
- строительстве
- нефтегазовой отрасли

novotexsys.ru

Telegram

Max



III МЕЖДУНАРОДНЫЙ САЛОН ИННОВАЦИЙ

В ОБЛАСТИ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ,
ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ И МОНИТОРИНГА
СОСТОЯНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

10 ЛУЧШИХ ПРОЕКТОВ

КРИТЕРИИ ОТБОРА:

- Экономический эффект (создание высокотехнологичных рабочих мест, сокращение затрат на операции по контролю качества, импортозамещение, потенциал применения для целей цифровой трансформации);
- Технико-экономический эффект (повышение достоверности и повторяемости контроля, повышение прослеживаемости результатов, повышение производительности контроля);
- Конкурентоспособность на внешнем рынке;
- Востребованность на внутреннем рынке;
- Инвестиционная привлекательность;
- Критстепень готовности;
- Качество презентации;
- Актуальность;

13-15 мая 2026 г.
КОНГРЕСС-ЦЕНТР
«ИЗМАЙЛОВО БЕТА»

В РАМКАХ XIII МЕЖДУНАРОДНОГО
ПРОМЫШЛЕННОГО ФОРУМА «ТЕРРИТОРИЯ NDT.
НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ.
ИСПЫТАНИЯ. ДИАГНОСТИКА»

УЧАСТИЕ В САЛОНЕ БЕСПЛАТНОЕ

Адрес для приема заявок: INFO@RONKTD.RU



ОРГАНИЗАТОР
EXPO.RONKTD.RU

СПОНСОР
САЛОНА
ИННОВАЦИЙ



ЧУВАШСКОЕ РЕСПУБЛИКАНСКОЕ РЕГИОНАЛЬНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РОНКТД

Адрес отделения: 428027, Россия, Чувашская Республика, г. Чебоксары, пр. Ивана Яковлева, 25
Тел.: +7 (917) 671-14-74 • **E-mail:** reshetov2006@mail.ru • **Сайт:** <https://n-novgorod-tr.gazprom.ru>



РЕШЕТОВ Анатолий Анатольевич

Ведущий специалист Чебоксарского ЛПУМГ – филиала ООО «Газпром трансгаз Нижний Новгород», канд. техн. наук, эксперт ПАО «Газпром» по НИОКР, руководитель РО

Чувашское республиканское региональное отделение РОНКТД работает на базе Чебоксарского линейного производственного управления магистральных газопроводов – филиала ООО «Газпром трансгаз Нижний Новгород». Предприятие ведет комплексную работу по нескольким направлениям: транспортирует природный газ и поставляет его потребителям, внедряет новые технологии на производстве, разрабатывает собственные инновации и взаимодействует с ведущими отечественными компаниями по вопросам технологического развития, в том числе импортозамещения.

Достижения РО:

патент РФ на изобретение «Способ вибродиагностики технического состояния газоперекачивающего агрегата», 2023; патент РФ на полезную модель «Устройство крепления датчика контроля параметров крутильных колебаний валопровода газоперекачивающего агрегата», 2023; диплом Салона инноваций РОНКТД в области НК, ТД и мониторинга состояния промышленных объектов, 2020; диплом ООО «Газпром трансгаз Нижний Новгород» «Лучшее техническое средство обучения работников на основе QR-технологии», 2019; учебное пособие «Не разрушающий контроль и техническая диагностика энергетических объектов», 2010.

Участники РО:

работники ООО «Газпром трансгаз Нижний Новгород», ООО «НАКС-Чебоксары» и др.

Регион деятельности РО:

ведущее место в экономике Чувашии занимают топливно-энергетический и промышленный комплексы, которые включают: производство и распределение электро- и теплоэнергии, природного газа и воды, обрабатывающее производство, прежде всего: ООО «Газпром трансгаз Нижний Новго-

род», АО «Газпром газораспределение Чебоксары», ПАО «Т Плюс», АО «Энергоремонт Плюс», филиал ПАО «РусГидро» — Чебоксарская ГЭС, АО «НПП «Элара», ООО НПП «ЭКРА», ООО «НПП «Динамика», АО «Чебоксарский электроаппаратный завод», ООО «МИКОНТ», ООО «ПК «Промтрактор», ООО «ЧЕТРА», ПАО «Химпром», ЗАО ЧП «Сеспель», ООО «Шумерлинский завод специализированных автомобилей» и др.

Основные задачи РО:

- контроль, диагностика и прогнозирование состояния систем любой природы;
- подготовка кадров, генерация новых знаний;
- внедрение в практику собственных разработок;
- применение «сквозных» цифровых технологий при технической диагностике оборудования.

Мероприятия РО:

- подготовка кадров в образовательных организациях в областях «техносферная безопасность», «нефтегазовое дело» с обязательным обучением студентов в области НК, технической диагностики;
- организация радиопередач «Работай правильно!» в прямом эфире на национальном радио Чувашии «Чăваш Ен» по актуальным темам: создание

в Чебоксарах аллеи «Безопасность жизнедеятельности»; диагностика как основа безопасности; применение технологий ранней диагностики как ключевых факторов управления рисками в области производственной безопасности и др.

Направления деятельности РОНКТД в регионе:

республиканские мероприятия (конференции, семинары, выставки и др.) совместно с Минпромэнерго Чувашской Республики в рамках всероссийского фестиваля энергосбережения и экологии «ВместеЯрче» (ежегодно) для достижения установленных показателей энерго-, ресурсосбережения, энергоэффективности путем применения методов, средств и технологий НК и технической диагностики.

Практическая деятельность РО

С 21 по 25 апреля 2025 г. на базе инженерно-технического центра «Видное» АО «Газпром диагностика» (Московская область) под руководством заместителя председателя правления — начальника департамента ПАО «Газпром» Олега Аксютиня состоялась VI Отраслевая научно-практическая конференция «Диагностика объектов ПАО «Газпром». Прогноз технического состояния оборудования. Новые вызовы — другие решения». В рамках конференции были организованы круглые столы по перспективным направлениям технического диагностирования объектов добычи, переработки, транспортировки и сжижения природного газа, а также выставка «Оборудование и перспективные технологии технического диагностирования объектов ПАО «Газпром».

А. А. Решетов выступил с докладом «Технология диагностики магистральных газопроводов, подверженных коррозионному растрескиванию под напряжением (КРН), по параметрам акустических колебаний». По результатам анализа ключевых причин и особенностей образования дефектов КРН МГ определено, что высокий уровень напряжений стенок газопроводных труб имеет как статическую, так и динамическую (вибрационную) составляющие.

Примечательно, что изучение напряжений металла труб от вибраций магистральных газопроводов (МГ) в случае их подземной прокладки, степени влияния вибраций МГ на нарушение целостности изоляционного покрытия (показателей диэлектрической сплошности и адгезии) проводится в существенно меньших объемах. Однако акустические колебания в природном газе внутри трубопровода могут приводить к акустико-механическим резонансным режимам в системе «природный газ — труба — изоляционное покрытие



Прямой эфир радиопередачи «Работай правильно!»



Выступление А. А. Решетова на конференции ПАО «Газпром»

тие — грунт» на отдельных участках газопровода и интенсификации коррозионного растрескивания под напряжением при контакте стали с грунтовым электролитом.

При организации специальных наблюдений микросейсмического поля непосредственно над трассами МГ возможно заранее выявлять потенциально аварийно опасные участки МГ, которые целесообразно учитывать при постановке точного диагноза об опасности малоразмерных дефектов типа КРН по результатам внутритрубной дефектоскопии, дополнительного дефектоскопического контроля и включать в планы мероприятий по замене труб.

Заместитель начальника управления — начальник отдела ПАО «Газпром» Александр Валентинович Шипилов отметил: «ООО «Газпром трансгаз Нижний Новгород» рассмотрело актуальную проблему для ПАО «Газпром» по повышению эксплуатационной надежности магистральных газопроводов, подверженных КРН, и представило результаты исследований по ее решению на основе технологии ранней диагностики технического состояния магистральных газопроводов с учетом параметров акустики. Полученные результаты исследования механизма возникновения дефектов КРН являются новым научным подходом к решению проблемы КРН МГ».

ОТЧЕТ О ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ТК 371 «НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ» ЗА 2025 ГОД

19 декабря в Санкт-Петербурге, на базе ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева» под руководством председателя ТК 371 К. В. Чекирды состоялось заседание технического комитета по стандартизации ТК 371 «Неразрушающий контроль».

Заседание ТК 371 было посвящено предварительному подведению итогов деятельности технического комитета за 2025 г.: были заслушаны доклады председателя ТК, секретариата ТК и председателей подкомитетов.

Открыл заседание ТК 371 К. В. Чекирда вступительным словом с последующей информацией о работе комитета по следующим вопросам:

Деятельность в международном техническом комитете ISO TC 135

На правах полноправного участника в международном техническом комитете ISO TC 135 за год было принято участие в 72 голосованиях по проектам международных стандартов, а также в заседаниях подкомитетов и общем заседании ISO TC 135. От GOST R на всех заседаниях присутствовал заместитель председателя ТК 371 Владимир Александрович Сясько.

Всероссийское совещание представителей и председателей технических комитетов по стандартизации

14 октября 2025 г. на базе Института стандартизации прошло Всероссийское совещание представителей и председателей технических комитетов по стандартизации. В рамках данного заседания председателями был поднят важный вопрос о достижении консенсуса при разработке проектов стандартов — о замечаниях, которые являются немотивированными и не по существу.

Рейтинг эффективности деятельности технических комитетов по стандартизации по итогам работы в 2024 г.

По результатам оценки эффективности деятельности технических комитетов по стандартизации по итогам работы в 2024 г. был составлен рейтинг,

согласно которому ТК 371 «Неразрушающий контроль» занял 44-е место из 259 технических комитетов.

Далее ответственный секретарь ТК 371 В. В. Алехнович представила отчет о работе ТК 371 в 2025 г.:

Введение в действие межгосударственных стандартов в качестве национальных стандартов Российской Федерации

В соответствии с Протоколом двухсторонней встречи руководителя Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии Антона Павловича Шалаева с председателем Комитета технического регулирования и метрологии Министерства торговли и интеграции Республики Казахстан Жанной Рашидовной Есенбековой от 1 апреля 2025 г. будут введены в действие в качестве национальных стандартов Российской Федерации следующие межгосударственные стандарты, разработанные в соответствии с Программой межгосударственной стандартизации:

1. ГОСТ ISO 16809—2022 «Контроль неразрушающий. Ультразвуковой контроль толщины», идентичный международному стандарту ISO 16809:2017 «Неразрушающий контроль. Ультразвуковое измерение толщины»;
2. ГОСТ ISO 9934-2—2021 «Контроль неразрушающий. Магнитопорошковый контроль. Часть 2. Дефектоскопические материалы», идентичный международному стандарту ISO 9934-2:2015 «Контроль неразрушающий. Магнитопорошковый контроль. Часть 2. Материалы для дефектоскопии»;
3. ГОСТ ISO 9934-1—2021 «Контроль неразрушающий. Магнитопорошковый контроль. Часть 1. Общие принципы», идентичный международному стандарту ISO 9934-1:2016 «Контроль неразрушающий. Магнитопорошковый контроль. Часть 1. Общие принципы».

Стандарты будут введены в действие с 11 марта 2026 г.

Состояние Программы национальной стандартизации (ПНС)

На момент проведения заседания в ПНС за ТК 371 закреплено 52 действующие темы, из них:

- 6 — публичное обсуждение;
- 5 — на утверждении в Росстандарте;
- 5 — утверждено;
- 6 — исключено из ПНС;
- 13 разработок заявлено в ПНС-2026.

Утвержденные стандарты

1. ГОСТ Р ИСО 2178—2025 «Немагнитные покрытия на магнитных основаниях. Измерение толщины покрытия. Магнитный метод»;
2. ГОСТ Р ИСО 21968—2025 «Покрытия немагнитные металлические на металлических и немагнитных основаниях. Измерение толщины покрытия. Фазовый метод вихретокового неразрушающего контроля»;
3. ГОСТ Р 72368—2025 «Контроль неразрушающий. Разработка и аттестация методик неразрушающего контроля. Общие требования»;
4. ГОСТ Р 72435—2025 «Инспекционно-досмотровые комплексы для досмотра крупногабаритных автотранспортных средств и грузов. Технические требования к основным характеристикам качества радиационного изображения. Методы измерения»;
5. ГОСТ Р 72456—2025 «Контроль неразрушающий. Контроль акустический (ультразвуковой). Термины и определения».

Рассмотрение стандартов смежных технических комитетов

- ТК 132 «Техническая диагностика» — 1;
- ТК 270 «Сосуды и аппараты, работающие под давлением» — 2;
- ТК 357 «Стальные и чугунные трубы и баллоны» — 3;
- ТК 016 «Электроэнергетика» — 1;
- ТК 364 «Сварка и родственные процессы» — 1;
- ТК 005 «Судостроение» — 1;
- ТК 465 «Строительство» — 1.

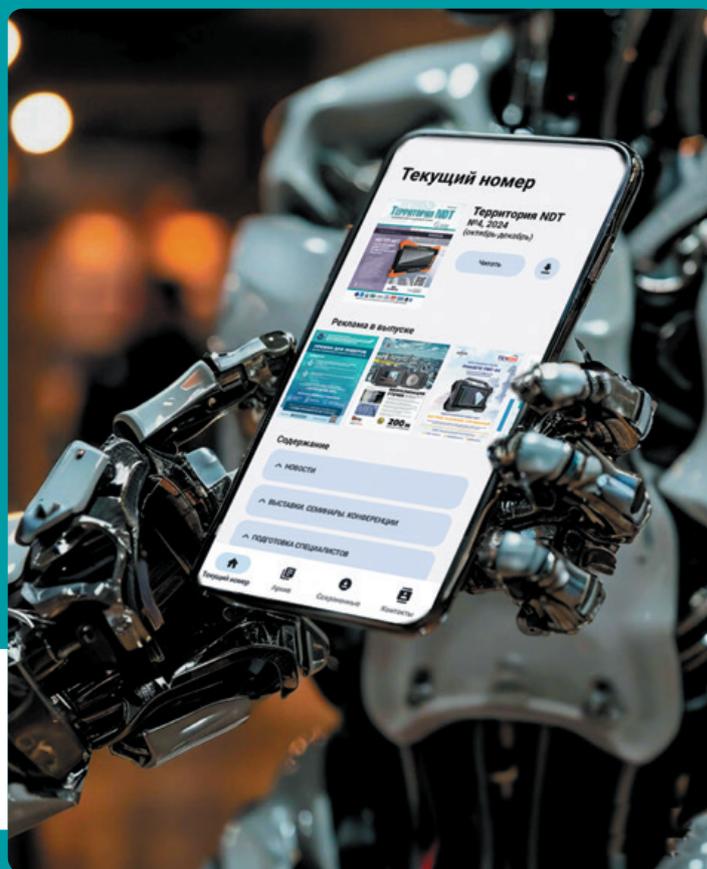
Действует соглашение о сотрудничестве между ТК 357 и ТК 371, ТК 164 и ТК 371.

Также члены ТК были проинформированы о совещании с представителями технического комитета по стандартизации 371 «Неразрушающий контроль» (ТК 371) и заинтересованными лицами по вопросу разработки проектов национальных стандартов «Система аттестации неразрушающего контроля» на площадке Института стандартизации.

Кроме того, были заслушаны доклады председателей подкомитетов, в которых были освещены вопросы текущего выполнения ПНС, затронуты темы взаимодействия со смежными, межгосударственными и международными техническими комитетами.

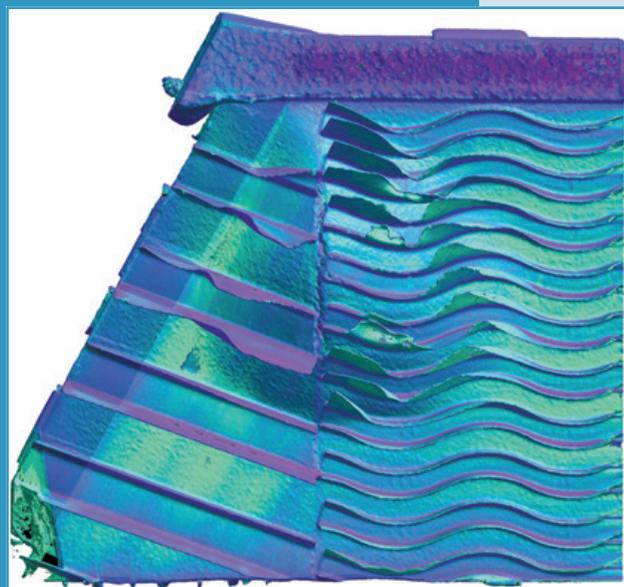
*Ответственный секретарь ТК 371
канд. техн. наук
Варвара Владимировна АЛЕХНОВИЧ
alekhnovich.vv@gmail.com*

ПРИЛОЖЕНИЕ «Территория NDT» для МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ





а)



б)

Рис. 1. Фото образца [а] в области локализации дефекта и полученная микрофотограмма образца [б]

Авторы:

Артём Авакян,
Александр Лавренюк,
ООО «ПРОДИС. НДТ», Москва

Заказчик исследования принял большое участие в подготовке и оформлении результатов

Рентгеновская микрофотография теплообменника в области вздутия

Выявление характера внутренних разрушений, изучение их причин и механизмов для модификации конструкции изделия и улучшения технологии производства

Описание образца (рис. 1)

- фрагмент паяного пластинчато ребристого воздухо-воздушного теплообменника в зоне выявленной негерметичности горячей полости
- габаритные размеры: 100×32×10 мм
- материал: алюминиевые сплавы
- технология изготовления: вакуумная пайка

Описание выявленных дефектов:

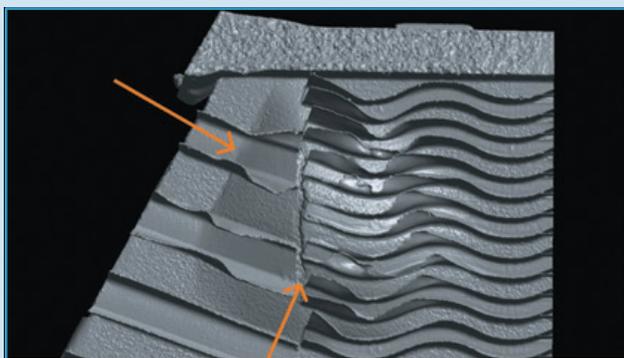
- локальная деформация (вздутие) разделительной пластины в области размером примерно \varnothing 18 мм (или 18×15 мм), рис. 2, а, 3, а, б;
- разрыв разделительной пластины, упругопластическое разрушение в зоне концентрации напряжений по линии стыка направляющей и основной гофрированной пластины, рис. 2, б, 3, в;
- упругопластические разрывы гофрированных пластин, рис. 2, б, рис. 3, б, в;
- разрушение паяных соединений, отрыв от гофрированных пластин, рис. 2, 3.

Заключение заказчика исследования

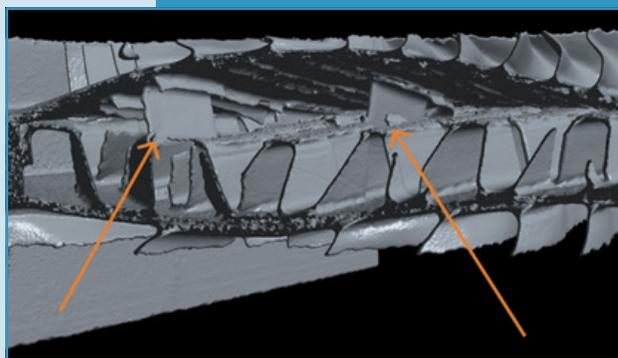
Полученные результаты исследования дают представление о характере внутренних повреждений и механизме разрушения конструкции. На основании полученных данных разработаны план дальнейших исследований для определения первопричин разрушения и рекомендации по изменению конструкции.

Решение ПРОДИС НДТ

Микрофотограф «ПРОДИС.Компакт» с рентгеновским источником 110 кВ, 5 мкм и детектором 4 МП, 64 мкм. Параметры съемки: КЛКТ, 1800 проекций на оборот 360°. Напряжение 110 кВ, ток 50 мкА. Размер вокселя 18,3 мкм. Визуализация и оформление результатов в ПО VolÅn («Проминт», Россия).



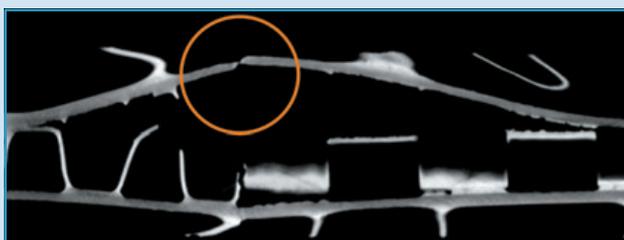
а)



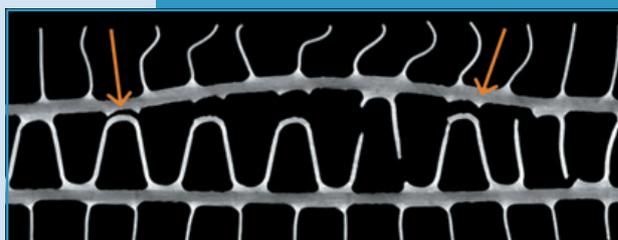
б)

Рис. 2. Объемный анализ, 3D-визуализация. Режим отображения «Поверхность»:

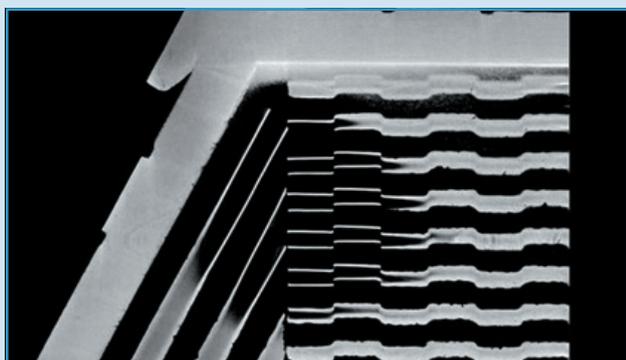
а – локальная деформация (вздутие) разделительной пластины в области размером 18×15мм; б – упругопластические разрывы гофрированных пластин (виртуальный разрез)



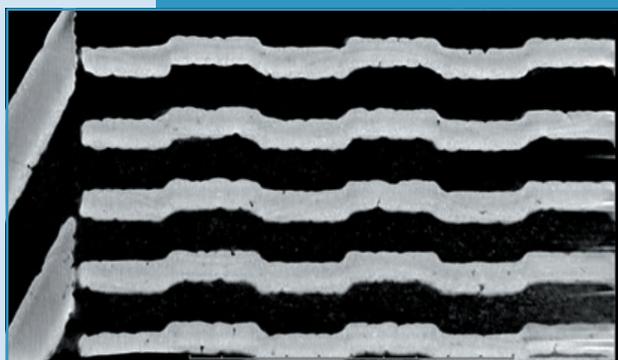
а)



б)



в)



г)

Рис. 3. Анализ сечений, 2D-визуализация:

а – вздутие и разрыв разделительной пластины; б – отрыв припоя от гофрированных пластин; в – слой пайки в области разрушения и деформации; г – пустоты и неравномерность в слое пайки исправной области

ПОЗДРАВЛЯЕМ

СТАНИСЛАВУ ВЛАДИМИРОВИЧУ ШАБЛОВУ — 80 ЛЕТ!



Известный специалист в области радиационной дефектоскопии, кандидат технических наук Станислав Владимирович Шаблов родился 4 февраля 1946 г.

Коренной москвич, он в 20-летнем возрасте начал работать в НИИ интроскопии — МНПО «Спектр» (принимал П. К. Ощепков). Старший техник, старший инженер, научный сотрудник, старший научный сотрудник — этапы пути молодого специалиста. Тема диплома «Гамма-рентгенотелевизионный интроскоп для контроля сварных соединений и литья» (Московский институт радиотехники, электроники и автоматики, вечерний факультет, 1970 г.) в дальнейшем стала объектом научного поиска С. В. Шаблова.

В отделе № 4 МНПО «Спектр» С. В. Шаблов занимался разработкой первых отечественных промышленных рентгенотелевизионных интроскопов: РИ-10Т, РИ-20Т, РИ-60ТК и их модификаций, а также внедрением на машиностроительных предприятиях и трубных заводах. В основе идеологии и конструкции аппаратов лежали исследования отечественных ученых и задача создания приборов полностью из компонентов отечественного производства. В МНПО «Спектр» Станислав Владимирович

прошел хорошую школу, работая с такими известными учеными, как В. В. Клюев, Б. И. Леонов, Ф. Р. Соснин, В. Г. Фирстов и Б. В. Круссер.

В 1980 г. С. В. Шаблов защитил кандидатскую диссертацию в диссертационном совете при Томском политехническом институте по специальности 05.11.13. Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий, научный руководитель д-р техн. наук Б. И. Леонов. В диссертационной работе «Исследование и разработка рентгенотелевизионного тракта для систем спецконтроля» С. В. Шабловым исследованы факторы, определяющие динамический диапазон и контраст рентгеновского изображения многокомпонентных объектов сложной конфигурации, что в конечном итоге позволило предложить состав, согласовать и оптимизировать параметры звеньев РТ-тракта интроскопа. Разработанный прибор РИ-61РТМ был принят в эксплуатацию, серийно выпускался отечественной промышленностью и участвовал в обеспечении безопасности при проведении летней московской Олимпиады в 1980 г.

В 1980 г. Станислав Владимирович был принят в отдел неразрушающих методов исследования металлов (ОНМИ) НПО ЦНИИТМАШ на должность заведующего отраслевой лабораторией радиационной дефектоскопии (ОЛРД). Он разработал метод расчета импульсных радиоскопических трактов, принимал участие в разработках рентгенотелевизионных комплексов, методов и стандартов для контроля изделий машиностроения и объектов атомной энергетики. Одновременно под руководством канд. техн. наук Ю. И. Удралова, с участием Т. Б. Круссер и других специалистов им были разработаны важнейшие нормативные документы ПНАЭ Г-7-017—89 и ПНАЭ Г-7-010—89 по радиографическому контролю атомных энергетических установок.

В период работы в ЦНИИТМАШ С. В. Шаблов был ученым секретарем докторского специализированного диссертационного совета. Общение с классиками неразрушающего контроля д-ром техн. наук, проф. И. Н. Ермоловым, д-ром техн. наук, проф. В. Г. Щербинским и другими сыграло важную роль в становлении ученого.

Более 25 лет С. В. Шаблов является преподавателем и экзаменатором по радиационному контролю (РК) в «ФГАУ «НУЦСК при МГТУ им. Н. Э. Баумана». По результатам исследований, проведенных в «АСК-Рентген», им установлена природа и причины происхождения артефактов в галогенидосеребряных эмульсиях во взаимосвязи с начальными этапами формирования радиационного изображения.

Станислав Владимирович является специалистом III уровня по РК, официальным представителем организации «АСК-Рентген» в подкомитете ПК-5 ТК 371, консультирует дефектоскопистов-производственников, является автором 32 научных трудов и восьми авторских свидетельств на изобретения и двух книг: «Физические основы и практика радиационного неразрушающего контроля» и «Стихи, которыми дышал».

Способность Станислава Владимировича к серьезной научной деятельности гармонично сочетается с его любовью к поэтическому творчеству. Им написано более двух сотен поэтических произведений (опубликованы на портале «Стихи.ру»).

От имени Российского общества по неразрушающему контролю и технической диагностики и редакции журнала «Территория NDT», ООО «АСК-Рентген», а также друзей и коллег сердечно поздравляем Станислава Владимировича с Юбилеем, желаем неразрушаемого здоровья и успехов в науке и поэзии.

ЛАУРЕАТЫ ПРЕМИИ ПРАВИТЕЛЬСТВА РФ В ОБЛАСТИ НАУКИ И ТЕХНИКИ ДЛЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ 2025

Премия Правительства РФ в области науки и техники для молодых ученых учреждена постановлением Правительства в 2004 г. в целях развития научного потенциала Российской Федерации и стимулирования творческой активности молодых ученых.

В числе победителей премии 2025 года — междисциплинарный коллектив ученых Томского политехнического университета. В него вошли сотрудники лаборатории перспективных материалов и обеспечения безопасности водородных энергосистем отделения экспериментальной физики Инженерной школы ядерных технологий: заведующий лабораторией Егор Кашкаров и научный сотрудник Максим Сыртанов, доцент отделения экспериментальной физики Инженерной школы ядерных технологий Виктор Кудияров, ведущий научный сотрудник центра промышленной томографии Инженерной школы неразрушающего контроля и безопасности Арсений Чулков. Руководителем коллектива был заслуженный ученый университета, профессор Андрей Маркович Лидер, удостоенный государственной награды посмертно.

Коллектив вуза отмечен за комплекс научно-технических решений полного цикла по разработке новых функциональных материалов с управляемыми свойствами для современной энергетики, технологий аттестации и неразрушающего контроля качества материалов и изделий, а также комплексных систем накопления энергии.

Среди разработанных политехниками решений, например, новые материалы и системы для металлургического хранения водорода, технология получения прекерамических бумаг и высокопрочных композиционных материалов на их основе, при-

меняемых в энергетике и авиации, коррозионно-стойкие покрытия для оболочек тепловыделяющих элементов водо-водяных энергетических реакторов, а также методов и устройств неразрушающего контроля материалов и изделий энергетической и авиационной отраслей промышленности, портативные роботизированные устройства неразрушающего контроля изделий из композиционных материалов. Часть разработок выполнена при поддержке федеральной программы Минобрнауки России «Приоритет-2030» национального проекта «Молодежь и дети».

За десять лет работы по направлению проекта сотрудники междисциплинарного коллектива защитили 15 кандидатских и две докторские диссертации, опубликовали более 250 научных работ, в том числе одну монографию, свыше 150 статей в научных журналах, индексируемых в базах данных Scopus и Web of Science, включая более 100 публикаций в журналах первого и второго квартилей и более 50 статей в рецензируемых российских журналах из списка рекомендованных ВАК.

Коллектив реализовал 11 грантов Российского научного фонда и восемь грантов Российского фонда фундаментальных исследований, 10 проектов в рамках госзадания «Наука» и порядка 30 договоров. Получено 23 патента РФ на изобретение и 13 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Поздравляем междисциплинарный коллектив ученых Томского политехнического университета с этой профессиональной победой и желаем дальнейших успехов в научной деятельности!

По материалам РОНКТД ■

АРСЕНИЙ ЧУЛКОВ СТАЛ ПОБЕДИТЕЛЕМ ВСЕРОССИЙСКОГО КОНКУРСА «ИЗОБРЕТАТЕЛЬ ГОДА»



Конкурс «Изобретатель года» проводится Министерством науки и высшего образования Российской Федерации совместно с Всероссийским обществом изобретателей и рационализаторов (ВОИР) при поддержке Национального исследовательского университета «Московский энергетический институт».

В 2025 году на конкурс поступило более 650 заявок из 71 региона Российской Федерации. Оценку заявок проводили эксперты Российской академии наук, НИУ «МЭИ» и других ведущих инженерных вузов, ВОИР.

В результате был определен 21 победитель конкурса в четырех номинациях: «Гран-при», «Рационализатор года», «Наставник года» и «Изобретатель года». В номинации «Изобретатель года» победители определялись по двум категориям: «Молодой изобретатель» и «Изобретатель» в соответствии с девятью направлениями национальных проектов технологического лидерства: «Средства производства и автоматизации», «Промышленное обеспечение транспортной мобильности», «Технологическое обеспечение продовольственной безопасности», «Новые материалы и химия», «Беспилотные авиационные системы», «Новые атомные и энергетические технологии», «Развитие космических технологий», «Новые технологии сбережения здоровья», «Новые технологии биоэкономики».

Победители получили денежные премии и специальные призы от партнеров конкурса. Предварительный экономический эффект от внедренных изобретений составил более 1,6 млрд рублей.

Победу по направлению «Системы производства и автоматизации» одержал и.о. руководителя Центра промышленной томографии ИШНКБ Томского политехнического университета д-р техн. наук Арсений Олегович Чулков.

Его «Победа» – это самоходный тепловой дефектоскоп для обнаружения скрытых дефектов в сложных композитных материалах. Особенность прибора – в методе непрерывного сканирования. Дефектоскоп может двигаться по исследуемой зоне без остановок, что обеспечивает высокую производительность и качество испытаний.

Поздравляем Арсения с этой профессиональной победой и желаем дальнейших успехов в научной деятельности!

По материалам РОНКТД

ОПИСАНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ ПРЯМЫХ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ПОПЕРЕЧНЫХ ВОЛН СЕРИИ SHR



ВЕЧЁРА Михаил Сергеевич

Инженер, ООО «Константа УЗК», Санкт-Петербург, аспирант кафедры электроакустики и ультразвуковой техники (ЭУТ), Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина), Санкт-Петербург

Теория применения поперечных волн

В настоящее время акустический неразрушающий контроль выходит далеко за рамки поиска несплошностей в различных материалах. Зачастую анализ распространяющихся и возникающих в объекте контроля ультразвуковых волн позволяет судить не столько об отсутствии дефектов, сколько о его физико-механических свойствах. Акустический неразрушающий контроль в силу своей относительной дешевизны, простоты и безопасности для человека позволяет перейти от выборочного контроля свойств специально подготовленного образца к полному сплошному контролю готовых изделий, не подвергая их повреждениям или разрушению.

Принципы определения или оценки физико-механических свойств основываются на их аналитических или корреляционных связях с акустическими характеристиками. К основным физико-механическим свойствам материалов относят [1]: упругие (модуль нормальной упругости, модуль

сдвига, коэффициент Пуассона); прочностные (прочность при растяжении, сжатии, изгибе и т.д.), технологические (плотность, пластичность, влажность и т.д.); структурные (анизотропия, кристалличность); размеры, форму включений. Так, например, все три упругих постоянных материала аналитически связаны со значениями скоростей продольной и поперечных волн. Следует отметить, что точность такой оценки напрямую зависит от точности измерения значений скоростей. Ниже приведены аналитические выражения для определения упругих постоянных изотропного материала, полученные за счет использования значений скоростей продольной c_l и поперечной c_t волн, распространяющихся в нем, а также его плотности ρ [2]:

$$\nu = \frac{0,5 - \left(\frac{c_t}{c_l}\right)^2}{1 - \left(\frac{c_t}{c_l}\right)^2};$$

$$G = \rho c_t^2;$$

$$E = 2G(1 + \nu) = 4\rho c_t^2 \cdot \left(\frac{0,75 - \left(\frac{c_t}{c_l}\right)^2}{1 - \left(\frac{c_t}{c_l}\right)^2} \right),$$

где ν — коэффициент Пуассона; G — модуль сдвига, Па; E — модуль нормальной упругости, Па.

Стоит подчеркнуть, что использование ультразвуковых волн дает возможность определять упругие характеристики любого материала, прозрачного для ультразвука, включая композитные и кристаллические материалы [3]. Однако нужно отметить, что приведенные формулы неприменимы для анизотропных материалов, определение характеристик которых требует комплексного подхода, что выходит за рамки настоящей работы.

Основываясь на измерении параметров продольных и поперечных волн, можно судить о структурных свойствах и характеристиках мате-

риала. Так, например, известно, что внутренние напряжения в металлах являются причиной возникновения дислокаций. Механические напряжения в местах их скопления могут в десятки и сотни раз превышать средние напряжения в детали, что может приводить к микроразрывам и, как следствие, к возникновению дефектов. Поперечные волны крайне чувствительны к структурным нарушениям. В области скопления дислокаций их затухание возрастает. Это позволяет обнаруживать микродефекты на ранней стадии. Скорость поперечных волн также связана с напряжениями внутри материала, что называется акустоупругостью. Время распространения ультразвуковых волн в объекте связано с напряжениями, прилагаемыми к нему, через коэффициенты упругоакустической связи [4]. Явление акустоупругости широко применяется на практике для оценки величины напряжений, в том числе в полевых условиях, без снятия нагрузки на объект [5, 6]. Определение напряжений с помощью ультразвуковых волн носит название акустической тензометрии. Установлено, что погрешность акустической тензометрии сопоставима с погрешностями электротензометрии и рентгеновского метода [7]. В работе [8] выявлена и описана зависимость скорости ультразвуковых волн от структуры и типа термической обработки сталей.

Нельзя также не отметить, что поперечные волны могут найти применение в сфере метрологического обеспечения акустического неразрушающего контроля, например для упрощения определения и проверки акустических свойств мер и настроечных образцов.

Приведа основные и наиболее известные способы применения поперечных ультразвуковых волн для целей контроля свойств материалов, обращаем внимание, что существует гораздо больше способов их использования, но они, как правило, являются узкоспециализированными и их обзор выходит за рамки настоящей статьи.

Описание преобразователей серии SHR

Для реализации описанных методов необходим источник излучения поперечных волн. Традиционно для этих целей применялись электромагнитно-акустические преобразователи (ЭМАП), способные излучать и принимать поперечные волны любой поляризации. Однако ЭМАП обладают сравнительно невысоким уровнем чувствительности. Кроме этого, ЭМАП могут использоваться только при условии, что исследуемый материал является ферромагнетиком и/или электропроводящим. Таким образом, изучение композитных материалов, пластмасс становится невозможным. Данных недостатков лишены пьезоэлектрические преобра-



Рис. 1. Преобразователь П111–2-SHR производства ООО «Константа УЗК»

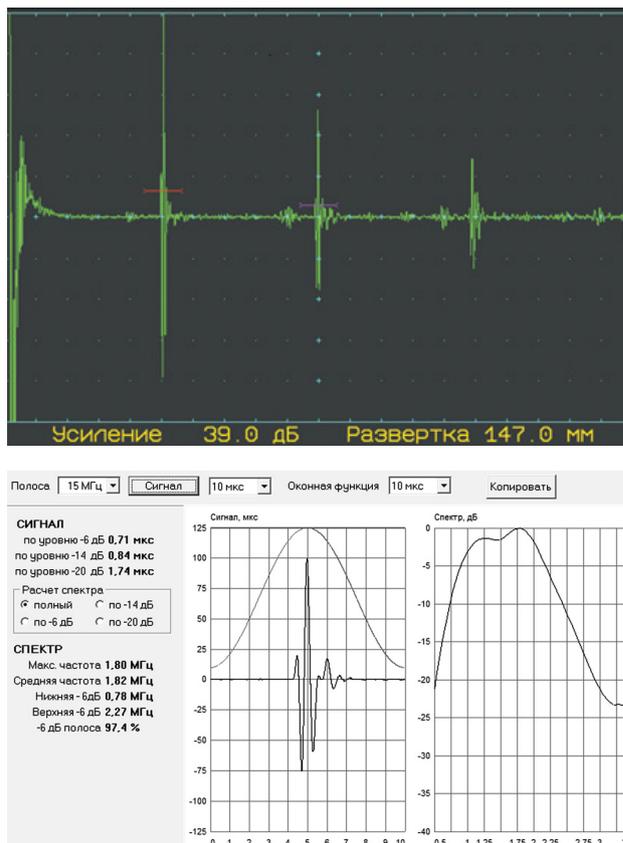


Рис. 2. Данные сигналы в СО-2, вид импульса и спектр сигнала для П111–2-SHR

зователи (ПЭП). Наиболее известными ПЭП для работы с поперечными волнами являются датчики производства Olympus — V152, V154 и V157, однако их приобретение связано с дорогостоящей доставкой и отсутствием гарантии, а также с высокой стоимостью. Известны также способы возбуждения поперечных волн с помощью ПЭП продольных волн на объекте с поверхностью с периодическими неровностями [9]. Однако такой способ неприменим в полевых условиях, а также требует изготовления специальных образцов.

Приведенные факты свидетельствуют о необходимости разработки ПЭП для работы с поперечными волнами. Основываясь на этом, компанией

ООО «Константа УЗК» разработаны прямые совмещенные пьезоэлектрические преобразователи серии SHR. Внешний вид одного из них приведен на рис. 1.

На рис. 2, 3 приведены изображения донных сигналов на мере СО-2 от донной поверхности на глубине 59 мм, полученных с помощью преобразователя П111–2–SHR и Olympus V154. Возбуждение осуществлялось дефектоскопом UCD50.

По рисункам видно, что данный преобразователь обладает более коротким импульсом и, как следствие, более широкой полосой пропускания, хорошим уровнем усиления, а также малой мертвой зоной. Совокупность этих факторов позволяет применять ПЭП серии SHR для контроля широкой номенклатуры материалов в большом диапазоне толщин. При этом преобразователь серии SHR не уступает зарубежному аналогу и может быть применен для решения тех же задач.

Данные преобразователи могут быть изготовлены на частоту как 2 МГц, так и 5 МГц. Активным элементом в данных ПЭП выступает специальная пьезокерамика, излучающая непосредственно поперечные волны, что позволяет получать сигналы высокой амплитуды. Корпус выполнен из нержавеющей стали и обладает миниатюрными размерами. Отличительной особенностью также является применение особого инженерного полимера для изготовления протекторов для преобразователей с частотой 5 МГц, это позволяет достигать малой длительности ультразвукового импульса, сохраняя при этом высокую степень износостойкости и надежности ПЭП серии SHR. Преобразователь с частотой 2 МГц оснащен керамическим протектором.

Нельзя не обратить внимание на общеизвестный факт, состоящий в невозможности распространения поперечных волн в жидкостях, что, как следствие, приводит к проблеме обеспечения стабильного акустического контакта между ПЭП

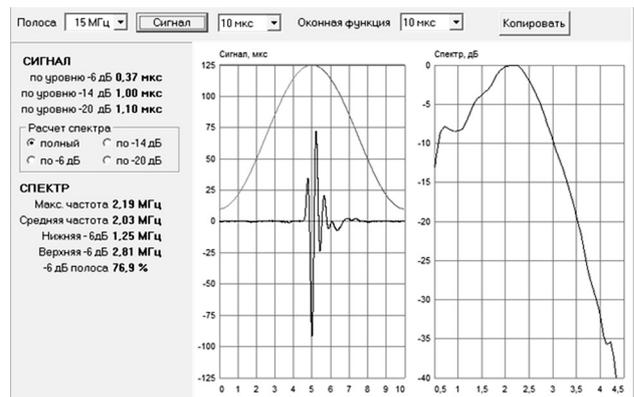
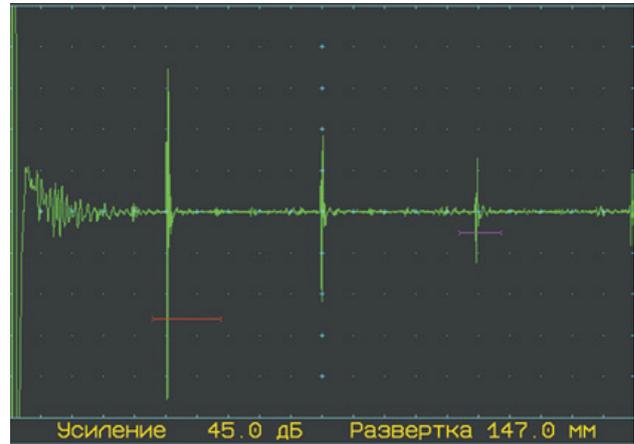


Рис. 3. Донные сигналы в СО-2, вид импульса и спектр сигнала для Olympus V154

и объектом контроля. Для этого, помимо преобразователей SHR, компанией ООО «Константа УЗК» была разработана контактная паста УЗК-SHR, обеспечивающая акустически прозрачный для поперечных волн слой. Помимо этого, данная паста не оказывает воздействия на объект контроля и не вызывает коррозию. Температурный диапазон ее применения от -5 до $+50$ °С, паста водорастворима

Измеренные свойства материала призм

Показатель	Номер прутка										
	П1	П2	П3	П4	П5	П6	П7	П8	П9	П10	П11
Скорость l -волн, м/с	1931,5	2060,1	1954,0	2054,8	2049,1	1985,3	1934,3	2028,1	1950,7	1951,6	1905,3
Скорость t -волн, м/с	888,20	932,00	905,96	930,78	915,66	902,9	914,48	926,99	909,41	909,51	918,60
Плотность, г/см ³	1,524	1,473	1,509	1,477	1,490	1,515	1,521	1,478	1,511	1,520	1,523
Модуль Юнга, МПа	3283,7	3509,2	3377,6	3508,7	3435,0	3384,0	3449,9	3474,5	3402,5	3422,7	3466,1
Коэффициент Пуассона	0,366	0,371	0,363	0,371	0,375	0,370	0,356	0,368	0,361	0,361	0,349

и легко очищается с объекта, при этом полностью безвредна для человека. Качество пасты УЗК-SHR, а также ее эксплуатационные характеристики были высоко оценены сотрудниками кафедры ЭУТ СПбГЭТУ «ЛЭТИ». Отзыв об использовании пасты доступен на официальном сайте ООО «Константа УЗК».

Опыт применения преобразователей SHR

Как было отмечено, единственное условие для использования ПЭП поперечных волн — акустическая прозрачность материала. Кроме этого, следует также подчеркнуть, что применение данных ПЭП не обязательно связано с трудозатратными научными изысканиями, а вполне может ограничиваться целями отбраковки и входного контроля материала.

На предприятии ООО «Константа УЗК» ПЭП серии SHR также активно применяются. В основном их использование сводится к определению скорости и затухания поперечных ультразвуковых волн как в заготовках для образцов, так и в уже готовых образцах при подготовке к калибровке. Однако нередко данный ПЭП применяется для входного контроля материалов для изготовления преобразователей.

Для производства призм специализированных преобразователей был закуплен композиционный синтетический материал в виде прутков диаметром 100 мм. Однако после изготовления призм было выявлено сильное отклонение фактических углов ввода от расчетных. В целях проверки поставленного материала был в том числе применен преобразователь П111–2-SHR. Измеренные значения скоростей и расчетные значения упругих физико-механических параметров приведены в таблице.

Измерения скорости проводились эхометодом по двум донным сигналам (по фронту) на образцах материала толщиной 15 мм, представляющих собой срез прутка в виде цилиндра. Плотность определялась как отношение массы образца, измеренной на весах, к объему образца. Для упрощения расчета и оперативности оценки материал считался изотропным. По приведенным данным видно, что, несмотря на относительно небольшую разницу значений модуля Юнга, в материале наблюдается значительная девиация скоростей как продольных, так и поперечных волн. На основании полученных результатов было принято решение о прекращении закупки данного материала и замене его на более акустически стабильный.

Помимо описанного случая, известно применение преобразователей серии SHR для оценки анизотропии материалов сварного шва. Также данные ПЭП использовались для разработки преобразователей для контроля целостности трубопровода из новой марки стали, при этом установлено, что точность измерения скорости поперечных волн

преобразователем SHR значительно превосходит точность подобных измерений, проведенных с помощью двух наклонных ПЭП, что позволяет корректно провести расчет угла призмы для разрабатываемых датчиков.

Заключение

В условиях отсутствия альтернативных решений крайне важно было разработать прямой пьезоэлектрический преобразователь поперечных волн. В настоящей статье приведены некоторые способы использования преобразователей подобного типа. Так, например, преобразователи поперечных волн могут быть применены для определения упругих постоянных материала, степени анизотропии и оценки значения действующих на объект напряжений. Подчеркнуто, что преобразователи поперечных волн могут применяться не только для научных исследований, но и для решения инженерно-прикладных задач. Преобразователи серии SHR могут быть востребованы сертификационными и метрологическими органами, различными производственными предприятиями для целей входного контроля, производителями средств неразрушающего контроля, а также обучающими центрами и университетами.

Компанией ООО «Константа УЗК» разработаны преобразователи серии SHR, излучающие непосредственно поперечные волны. Преобразователи серии SHR обладают характеристиками, позволяющими применять их для решения широкого спектра задач, что подтверждено результатами практических исследований. Проведено сравнение преобразователя производства ООО «Константа УЗК» и Olympus. Установлено, что преобразователь серии SHR по своим характеристикам не уступает, а местами превосходит зарубежный аналог.

Помимо датчика, разработана контактная паста УЗК-SHR, которая в совокупности с ПЭП представляет собой комплексное решение задач, связанных с определением физико-механических свойств различных материалов.

Библиографический список

- 1. Неразрушающий контроль:** справочник: в 8 т. / под ред. В. В. Клюева. Т. 3. Ультразвуковой контроль / И. Н. Ермолов, Ю. В. Ланге. 2-е изд, дораб. М.: Машиностроение, 2006. 864 с.
- 2. Крауткремер Й.** Ультразвуковой контроль материалов: справочник / пер. с нем. Е. К. Бухмана, Л. С. Зенковой; под ред. В. Н. Волченко. М.: Металлургия, 1991. 750 с. ISBN 5-229-00362-6.
- 3. Меркулов Л. Г.** Поглощение ультразвуковых волн в некоторых щелочно-галлоидных кристаллах // Акустический журнал. 1959. Т. V, вып. 4. С. 432–439.

4. **ГОСТ Р 55043–2012.** Контроль неразрушающий. Определение коэффициентов упругоакустической связи. Общие требования. М.: Стандартинформ, 2014. 12 с.
5. **Курашкин К.В., Мишакин В. В.** Использование результатов ультразвуковых и магнитных исследований для оценки напряжений без разгрузки материала // Труды НГТУ им. Р.Е.Алексеева. 2013. № 4(101). С. 246 – 255. EDN SEZXEF.
6. **ГОСТ Р 52890–2007.** Контроль неразрушающий. Акустический метод контроля напряжений в материале трубопроводов. Общие требования. М.: Стандартинформ, 2009. 21 с.
7. **Никитина Н.Е., Смирнов В. А.** Новая технология определения механических напряжений в металлоконструкциях на основе явления акустоупругости // В мире неразрушающего контроля. 2009. № 1(43). С. 26 – 28. EDN SJBZRJ.
8. **Муравьев В.В., Зуев Л. Б., Комаров К.Л.** Скорость звука и структура сталей и сплавов. Новосибирск: Наука, 1996. 184 с. ISBN 5-02-031211-8. EDN QCESRR.
9. **Пат. 2006853 РФ. С1, МПК G 01 N 29/04.** Ультразвуковой способ определения упругих констант твердых тел / Я. Ю. Самедов, В. Г. Щербинский, А. И. Абдуллаев. Заявка № 4947350/28; заявл. 17.06.1991; опубл. 30.01.1994, Бюл. № 3. 4 с.



КОНСТАНТА КТ

Портативный многофункциональный твердомер, реализующий три стандартизованных метода измерений – Leeb, UCI и PR

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ D
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ U-50N
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ SPR-A

constanta.ru



УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ ФАЗИРОВАННЫЕ РЕШЕТКИ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Часть 2*



ПЕПЕЛЯЕВ Андрей Валентинович

Технический консультант, ООО «ТЕХКОН», Москва

В первой части статьи после небольшого исторического обзора было рассказано о преобразователях — фазированных решетках (ПФР), которые предназначены для контроля на большую глубину материалов с высоким затуханием ультразвука: композитов, резины и тому подобных. Это низкочастотные ПФР с большой апертурой, их иногда называют преобразователями с глубоким проникновением ультразвуковых сигналов. Одна из сфер применения таких ПФР — контроль лопастей ветрогенераторов из стеклопластика толщиной до 100 мм.

Здесь рассмотрим другой фланг модельного ряда — ПФР для объектов контроля (ОК) с небольшими размерами, толщиной и радиусом кривизны, а также сложной формы. Для ОК сложной формы будут упомянуты и другие технологии контроля.

Миниатюрные ПФР с высокой рабочей частотой и малым шагом элементов, что обеспечивает при контроле высокую чувствительность и разрешение. Примером может служить ПФР мини-роликового сканера R4 (рис. 1) [1]. Его рабочая частота 10 или 15 МГц, апертура $19,2 \times 3,0$ мм, состоит из 64 элементов, расположенных с шагом 0,3 мм. Шаг 0,3 мм является минимальным у большин-

ства производителей, но создатель данного сканера компания Eintik по заказу выпускает ПФР с шагом до 0,1 мм.

Радиусные (конвексные) ПФР, в которых элементы расположены по дуге окружности. Их применяют для контроля:

- радиусных зон деталей из композитов и других материалов;
- труб и прутков с небольшим наружным диаметром, обычно от 20 до 100 мм.

В данном случае, если трубы и прутки контролируют в режиме растрового сканирования, то основное перемещение выполняют не по окружности, как плоским ПФР, а по продольной оси ОК, что может быть более эффективным (рис. 2). Для плоского ПФР с притертой призмой такая схема сканирования также возможна, но она требует специальных законов фокусировки, которые обеспечат ввод всех генерируемых лучей по нормали к поверхности ОК.

ПФР с радиусом контактной поверхности от 10 до 50 мм серийно выпускают, например, компании Eintik и Evident (бывший Olympus, а с 2025 г. Wabtec), но у Eintik больше диапазон некоторых характеристик: рабочие частоты от 2,25 до 5,00 МГц (по заказу возможны другие значения), а число элементов от 16 до 128 [2].



Рис. 1. Мини-роликовый сканер R4

* Часть 1 см. «Территория NDT». 2025. № 3. С. 58 — 61.

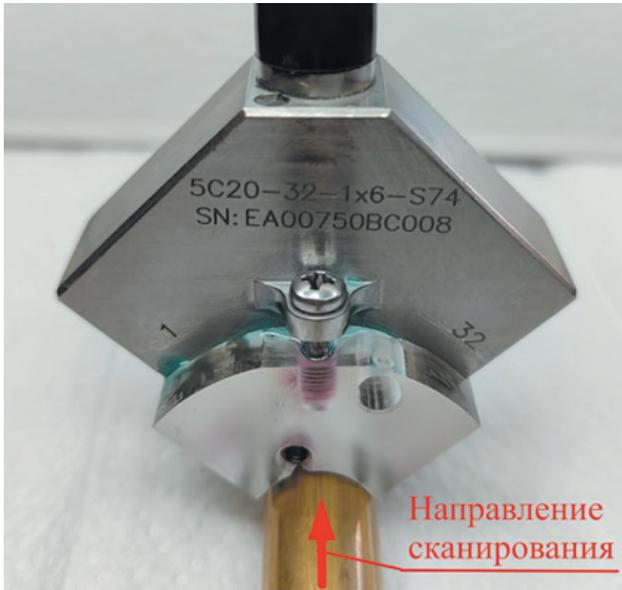


Рис. 2. Контроль прутка радиусным ПФР по выпуклой поверхности ОК

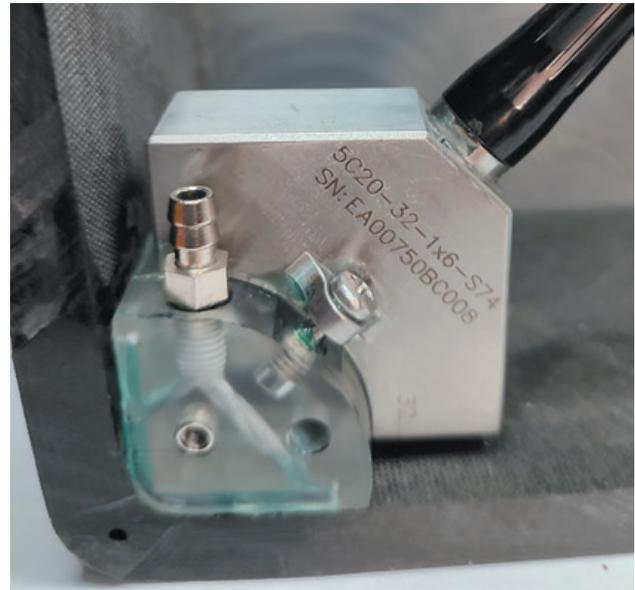


Рис. 3. Контроль образца из углепластика радиусным ПФР по вогнутой поверхности ОК

Интересно, что использование некоторых радиусных ПФР возможно и по выпуклой, и по вогнутой поверхности ОК, для этого меняется только призма (рис. 2, 3).

ООО «ТЕХКОН» использовал для некоторых своих проектов по контролю композитов радиусные ПФР в иммерсионном исполнении. В этом случае можно применять универсальную призму, она позволяет проводить контроль как по выпуклой, так и по вогнутой поверхности ОК. Кроме того, с помощью регулировочного винта, который перемещает ПФР внутри такой призмы, настраивают положение зоны контроля в зависимости от радиуса и толщины ОК (рис. 4, 5).

Из проблем, связанных со сложной формой ОК, можно отметить отклонения радиусов кривизны от своих номинальных значений, что особенно характерно для деталей из композитов. Кроме того, большие иммерсионные ванны имеют ограниченное применение. Решить эти проблемы в некоторых случаях позволяют акустические задержки из специальных эластичных материалов типа аквалена, а также локальные иммерсионные ванны — водяные призмы.

Гибкие ПФР, в которых элементы расположены в ленте из эластичного материала. Они способны повторить форму поверхности ОК и могут применяться для ОК с переменным радиусом



Рис. 4. Контроль радиусным ПФР с универсальной призмой в иммерсионной ванне

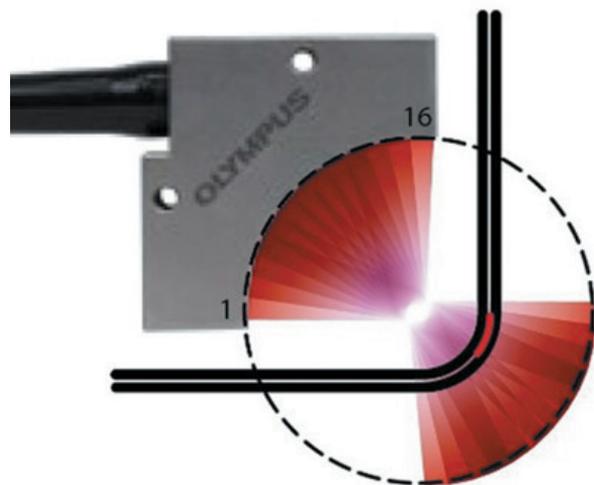


Рис. 5. Настройка положения ПФР для радиусной зоны ОК



Рис. 6. Гибкий ПФР, вид со стороны контактной поверхности

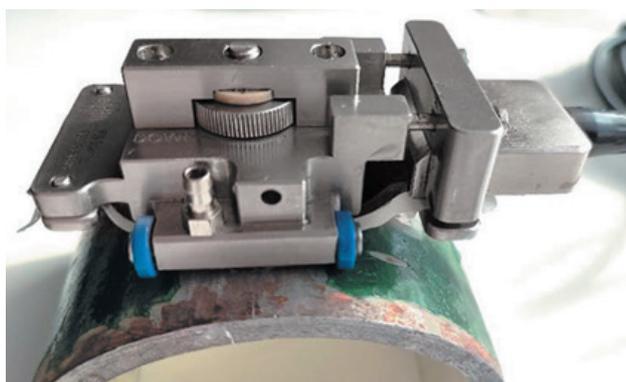


Рис. 7. Сканер R39 с гибким ПФР



Рис. 8. Сканер R5 с гибким ПФР и комплектом призм разного диаметра

кривизны. Например, это отводы трубопроводов. Их контроль в режиме сплошного сканирования особенно важен, поскольку на отводах больше вероятность появления эрозионных, коррозионных и других дефектов. Кроме того, как и радиусные ПФР, гибкие ПФР используют для контроля труб небольшого диаметра со сканированием по продольной оси.

Гибкий ПФР производства Eintik, состоящий из 32 элементов с рабочей частотой 7,5 МГц, приведен на рис. 6. Чтобы показать расположение элементов, вид дан со стороны контактной поверхности ПФР. Также выпускаются гибкие ПФР с другими рабочими частотами и апертурой 64 элемента [1].

Гибкие ПФР используют со специальными призмами и сканерами. Одним из них является сканер R39 производства Eintik (рис. 7) [1]. В нем применяется контактный способ ввода ультразвука через гибкий износостойкий протектор, регулировки под диаметр ОК, а при необходимости может быть установлен датчик пути.

Другие модели сканеров для гибкого ПФР — это R5 производства Eintik [1] и FlexoFORM производства Evident [3]. Они позволяют проводить сплошной контроль основного материала труб и отводов разного диаметра с малым шагом сканирования примерно 1×1 мм и высокой производительностью. Для этого один и тот же гибкий ПФР помещают в различные водяные призмы, диаметр которых выбирают в зависимости от радиуса кривизны поверхности ОК (рис. 8).

Такая удобная конструкция позволяет, в частности, быстро переходить к контролю различных участков отвода, например по его выпуклой или вогнутой поверхности (рис. 9, 10).

Подобные сканеры с гибким ПФР и соответствующим набором призм могут использоваться на ОК диаметром от 25 мм и до плоскости.

Но применение водяных призм имеет свои особенности. В них нужно постоянно поддерживать давление жидкости и компенсировать ее неизбежный расход. Кроме того, в такие призмы возможно проникновение воздуха, который экранирует ультразвуковые сигналы и от которого надо будет избавляться.

По опыту контроля трубопроводов с постоянным наружным диаметром более 100 мм систему с водяной призмой во многих случаях успешно заменяет роликовый ПФР, который проще и надежнее в эксплуатации. Это же подтвердили полевые испытания, проведенные ООО «ТЕХКОН» совместно с подрядчиками ПАО «Транснефть». А вот для ОК с переменным радиусом кривизны, таких как отводы, применение водяных призм может быть весьма эффективным.

Другие технологии контроля объектов сложной формы. К ним относится *когерентная адаптивная фокусировка (Coherent Adaptive Focusing, CAF)* [4 – 6]. Она позволяет путем программного управления полем излучения-приема ПФР адаптировать фронт генерируемой волны к криволинейной поверхности ОК. Интересно, что используемые при этом законы фокусировки автоматически создаются при сканировании каждого сечения ОК. С такой целью сначала для всех элементов ПФР определяется время прихода интерфейсного сигнала — сигнала, отраженного от поверхности ОК, через которую вводится ультразвук.

Для технологии CAF требуется дефектоскоп с соответствующими характеристиками и функци-



Рис. 9. Контроль сканером с гибким ПФР по выпуклой поверхности отвода



Рис. 10. Контроль сканером с гибким ПФР по вогнутой поверхности отвода

оналом, а также специализированное программное обеспечение (ПО). Компания Olympus в некоторых установках автоматизированного контроля деталей из композитов объединила сразу две технологии — радиусные ПФР и САФ. В них применялся дефектоскоп FOCUS PX, а также ПО Focus PC, FocusControl SDK и FocusData SDK.

Другим средством контроля объектов сложной формы являются сканеры, которые имеют не одну–две, а три и более осей перемещения преобразователя, причем к линейным перемещениям добавляются еще и вращения. Примером может служить автоматизированная система сканирования ASIS [1]. В таких системах траектория сканирования способна повторить форму поверхности ОК, что обеспечит требуемый угол ввода ультразвуковых лучей.

Указанные в данном цикле статей ПФР и сканеры, как и многие другие средства неразрушающего контроля, демонстрируются в лаборатории ООО «ТЕХКОН», на стенде ООО «ТЕХКОН» в ходе профильных выставок, а также на объектах заказчиков.

Продолжение следует.

Библиографический список

1. Сканеры для ультразвукового контроля: каталог // Сайт ООО «ТЕХКОН». URL: <https://techkontrol.ru/skanery/>
2. Ультразвуковые фазированные решетки: каталог // Сайт ООО «ТЕХКОН». URL: <https://techkontrol.ru/preobrazovateli-i-komplektyuyushchie/ultrazvukovye-fazirovannye-reshetki/>
3. Сканер FlexoFOR M: руководство по эксплуатации / Olympus Scientific Solutions Americas Corp., 2020.
4. Lamarre A., Grondin E. Coherent Adaptive Focusing Technology for the Inspection of Variable Geometry. Composite Material // 10th International Symposium on NDT in Aerospace 2018. Dresden. Germany, 15 August 2018. Dresden, 2018.
5. Grondin E. Adaptive Focusing Technology for the Inspection of Variable Geometry Composite Material / Olympus Scientific Solutions Americas. Quebec, 2018.
6. Grondin E. Adaptive Ultrasound Technology for the Inspection of Variable Geometry Composite Material / Olympus NDT. Quebec, 2018.

Издательский дом «Спектр»

КНИГИ ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ
КОНТРОЛЮ И ТЕХНИЧЕСКОЙ
ДИАГНОСТИКЕ



Спектр
Издательский дом

<https://id-spektr.ru/>



ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЭХОСИГНАЛОВ И ЛОКАЛИЗАЦИЯ ДЕФЕКТОВ ПРИ УЗК СЛОЖНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Комплект оборудования, предлагаемый компанией ООО «Панатест», позволяет отображать места, которые обладают способностью отражать ультразвук в объекте контроля (ОК) на дисплее дефектоскопа.

Комплект состоит из классического ультразвукового дефектоскопа, встроенного программного обеспечения «Интерскан» (ИС) и интерфейсной программы для связи с ПК.

ИС позволяет:

- 1) загружать в дефектоскоп dx-чертежи ОК любой сложности;
- 2) отображать путь центрального ультразвукового луча в ОК на дисплее прибора;
- 3) накладывать отраженные эхосигналы на путь ультразвукового луча в режиме онлайн.

Задача особенно актуальна при контроле геометрически сложных изделий, сварных швов угловых, тавровых соединений, а также приварки патрубка, штуцера, бобышки, люка к основанию с криволинейной поверхностью (рис. 1–4).

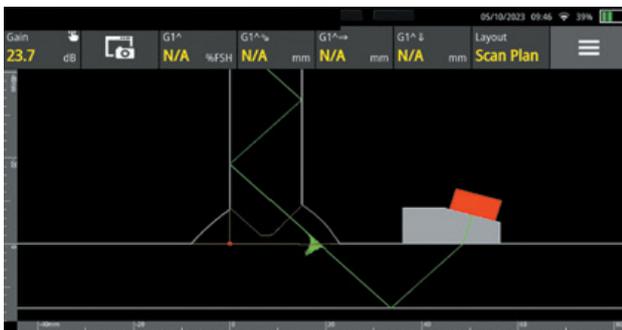


Рис. 1. Локализация трещины в шве

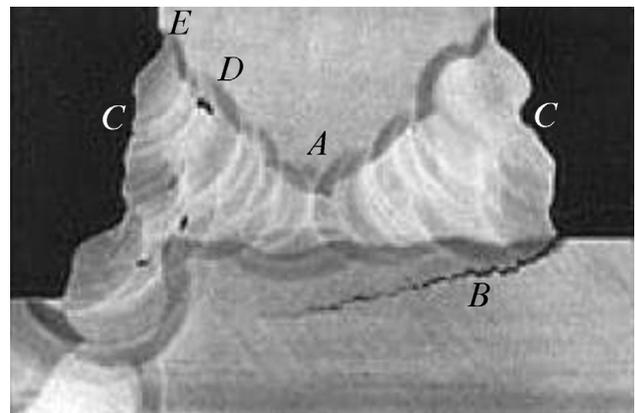
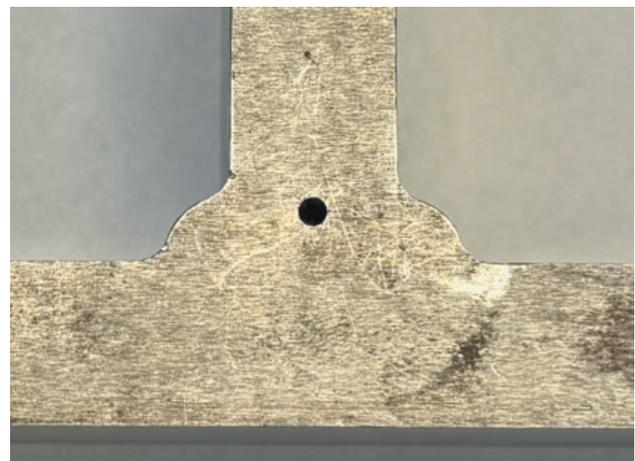


Рис. 2. Отображение эхосигналов, отраженных от бокового цилиндрического отражателя (БЦО) и валика шва на ИС



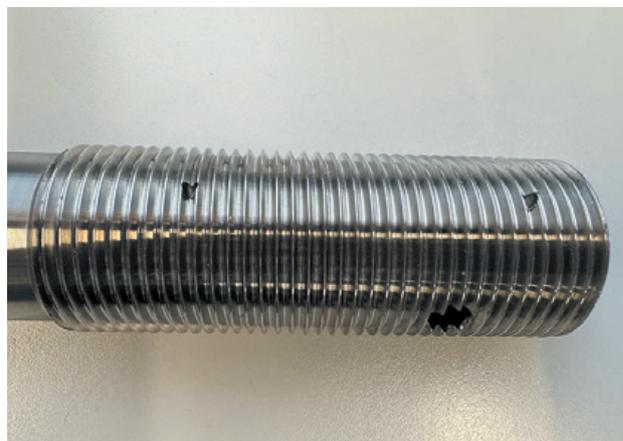


Рис. 3. А-скан и ИС с локализацией отражателей в ОК при дефектоскопии шпильки

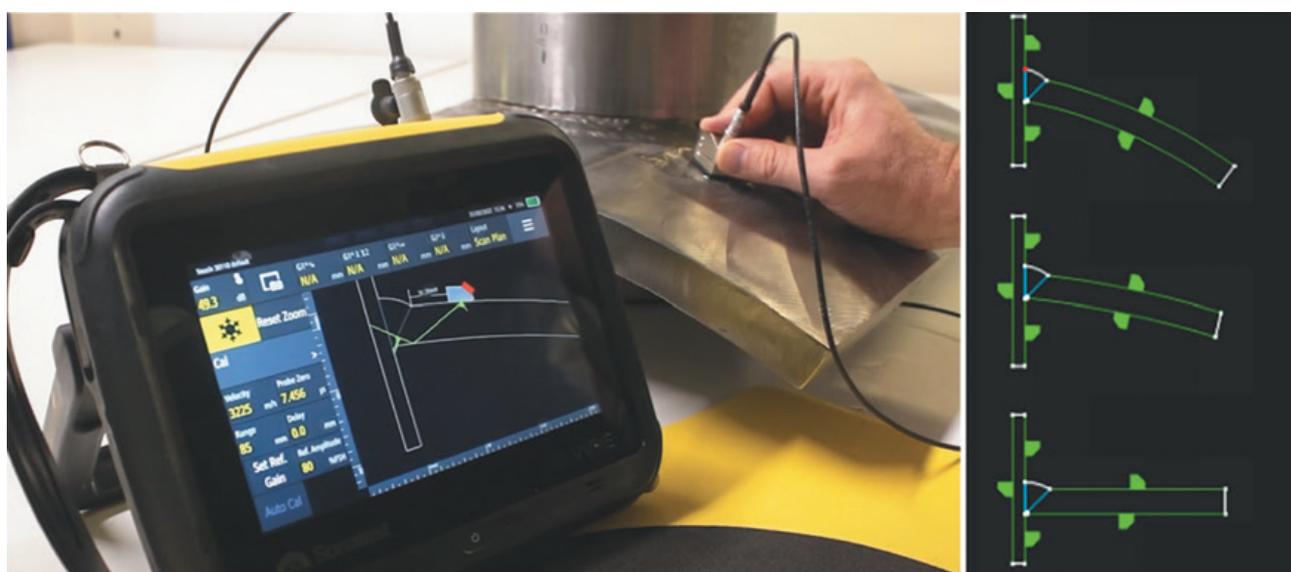


Рис. 4. Контроль сварного шва приварки патрубка



Предлагаемый комплект оборудования повышает уверенность дефектоскопистов и заказчиков в результатах контроля, предоставляя помощь в следующем:

- правильной идентификации эхосигналов и локализации отражателей в изделии, чтобы не путать эхосигналы, отраженные от геометрии ОК и от дефектов в нем;
- разработке технологических карт и методик контроля изделий любой сложности;
- определении технических возможностей проведения контроля в проектах;
- оценке пригодности конструкции к контролю;
- выполнении достоверного контроля;
- проведении эффективного обучения.



ООО «ПАНАТЕСТ»

«Оборудование для неразрушающего контроля»

Москва, ул. 2-я Синичкина, д. 9 А, стр. 9

+7-495-120-03-32

www.panatest.ru • mail@panatest.ru

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕЙ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЯ С ФАЗИРОВАННЫМИ РЕШЕТКАМИ



**ХАЙРУЛЛИН
Артур
Айдарович**

Главный научный сотрудник ООО «Новотекс системс», Москва
Специалист III уровня по UT, PAUT+TOFD, MT, PT, LT, VT, ET



**ИСМАГИЛОВ
Марсель
Мунирович**

Главный научный сотрудник ООО «Новотекс системс», Москва
Специалист III уровня по UT, RT, VT, MT



**КОСТАНИЯЦ
Вячеслав
Альбертович**

Технический специалист «Новотекс системс», Москва
Специалист II уровня по UT, MT, ET



**ЕЛЬШЕВ
Наиль
Адиикович**

Заместитель генерального директора ООО «Энергодиагностика» Москва,
Специалист III уровня по UT

Ультразвуковой неразрушающий контроль с фазированными решетками (Phased Array Ultrasonic Testing, PAUT) позволяет получать большой объем данных за короткое время за счет электронного сканирования диаграммы направленности и фокусировки в различных точках объекта контроля. Данная технология обеспечивает более полное покрытие зоны контроля и высокое разрешение изображений дефектов по сравнению с традиционным ультразвуковым контролем. Однако анализ и интерпретация больших массивов данных PAUT вручную представляет значительную сложность и требует высокой квалификации оператора. Обработка результатов контроля приборов с фазированными решетками является трудоемкой, в ней возможны ошибки вследствие усталости и субъективности оператора. По дан-

ным исследований, расхождения в выводах разных дефектоскопистов при анализе одних и тех же данных могут достигать заметных величин [1, 2]. Таким образом, существует потребность в автоматизации анализа данных ультразвукового контроля, чтобы повысить эффективность и воспроизводимость результатов.

Ранние подходы к автоматизации анализа ультразвуковых данных основывались на алгоритмах обработки сигналов и изображений, а также на жестко заданных правилах и пороговых критериях. Например, разработанное программное обеспечение (ПО) от Olympus для автоматического обзора PAUT-сканов способно выделять подозрительные зоны, основываясь на превышении амплитуды сигнала над заданным уровнем. Тем не менее классические алгоритмы имеют ограничения,

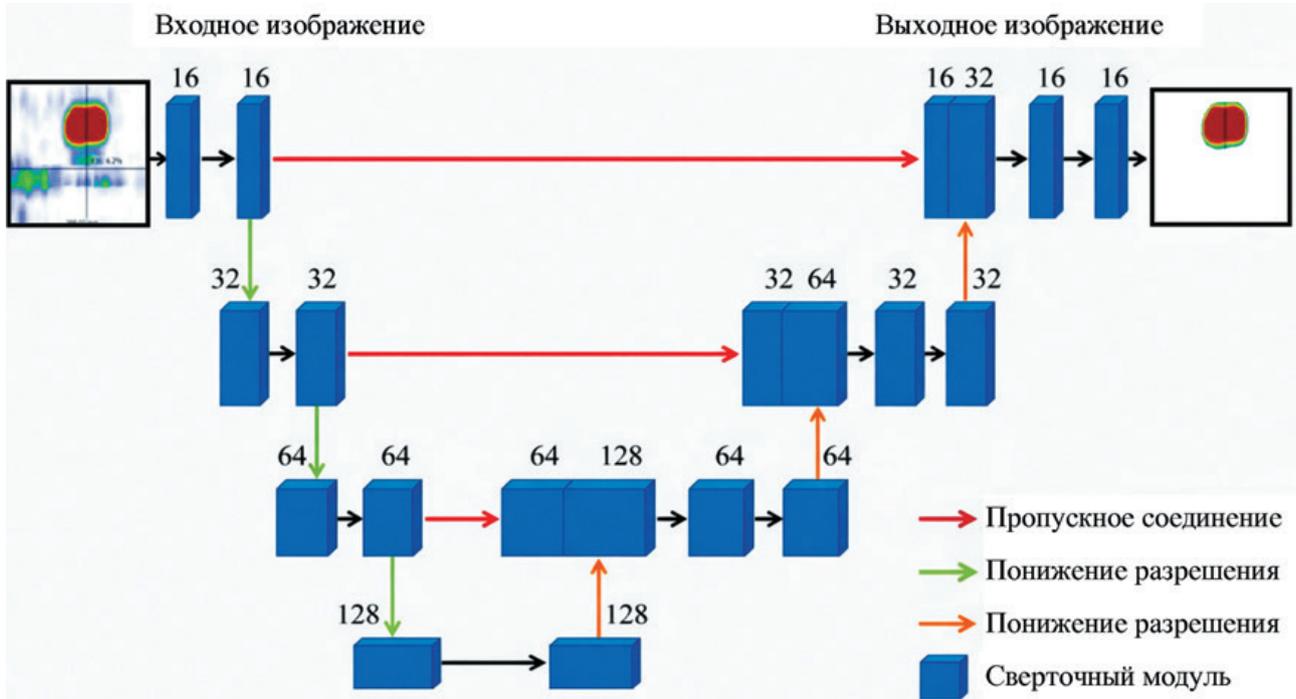


Рис. 1. Архитектура нейросети U-Net:

сеть состоит из симметричной структуры кодера (слева) и декодера (справа), соединенных пропускными связями (красные стрелки), что позволяет точно локализовать признаки в изображении. Каждый блок (синий прямоугольник) представляет собой сверточный модуль, количество фильтров указано над блоками. Зеленые стрелки обозначают понижение разрешения (Downsampling), оранжевые — повышение (Upsampling). Такая архитектура эффективно применяется для сегментации изображений, включая задачи распознавания дефектов на ультразвуковых сканах

связанные с недостаточной гибкостью, — заранее заданные критерии могут не учитывать всего многообразия дефектов. Дополнительно в программных комплексах применялись полуавтоматические инструменты разметки: оператор задавал границы индикации (выделение области), после чего система автоматически вычисляла численные параметры (амплитуда, координаты, условные размеры, протяженность по уровню -6 дБ) и формировала таблицу дефектов [3].

Критерии оценки регламентированы нормативной документацией, а принятие решения по каждому дефекту и сварному соединению в целом, как правило, осуществляется оператором на основе «ручной» интерпретации данных. Основное ограничение такого класса решений — жесткость правил при изменении геометрии, уровня структурного шума, настроек, схем прозвучивания или качества акустического контакта, устойчивость пороговой логики снижается, а часть пограничных случаев требует дополнительной интерпретации.

В настоящей работе приведены примеры применения методов машинного обучения (в том числе искусственного интеллекта) при обработке данных ультразвукового контроля с фазированными решетками, а также пример промышленной реализации,

в которой автоматизированный анализ доведен до уровня протоколирования дефектов и оценки качества сварного соединения в соответствии с требованиями выбранных нормативно-технических документов.

Современный этап развития методов автоматизации НК связан с использованием искусственных нейронных сетей и методов глубокого обучения. Нейросети способны самостоятельно выявлять сложные закономерности в больших массивах данных и принимать решения на основе обобщенных признаков, что делает их привлекательными для задач дефектоскопии.

В последние годы появилось много работ, демонстрирующих эффективность глубоких нейросетей в этой области. Так, сверточные нейронные сети (convolutional neural network CNN) уже показали способность обнаруживать дефекты на ультразвуковых данных с точностью на уровне квалифицированного эксперта [1]. Автоматизация на базе нейросетей позволяет уменьшить влияние человеческого фактора и обрабатывать большие объемы многоканальных данных значительно быстрее человека [2, 4].

Одним из специализированных типов CNN является архитектура U-Net, схема которой приведена на рис. 1.

Обнаружение и классификация дефектов

Одной из первых целей применения технологий машинного обучения в ультразвуковом контроле стало **обнаружение наличия дефекта и классификация его типа** по данным, полученным с фазированных решеток. Традиционно оператор просматривает сканы В, С, D, TOP/END VIEW в поисках дефектов.

Простейшая постановка задачи — бинарная классификация: имеется дефект в данном участке данных или нет. Для ее решения используются сверточные нейронные сети, которые анализируют либо непосредственно А-сканы, либо другие виды сканов, сформированные на их основе. Например, в работе Siljama O. с соавторами [1] показано, что современная CNN может обнаруживать трещины в многоканальных PAUT-данных сварных швов, достигая чувствительности и специфичности, сопоставимых с интерпретацией данных высококвалифицированного специалиста.

Дальнейшее развитие получило решение задачи многоклассовой классификации, когда нейросеть не только выявляет наличие дефекта, но и определяет его тип (например, трещина, непровар, скопление пор и т.д.). Для этого архитектуры CNN дополняются выходным слоем на несколько классов либо используются более сложные модели. Так, Pyle M. с соавторами [5] обучили глубокую сеть на базе сверточной архитектуры распознавать тип трещин в сварных швах по данным PAUT. В исследовании Vai X. с соавторами [6] сравнивается эффективность классических байесовских подходов и методов машинного обучения при оценке характеристик рассеяния ультразвукового сигнала; результаты показали, что нейросеть способна надежно идентифицировать и характеризовать дефекты. Эти работы

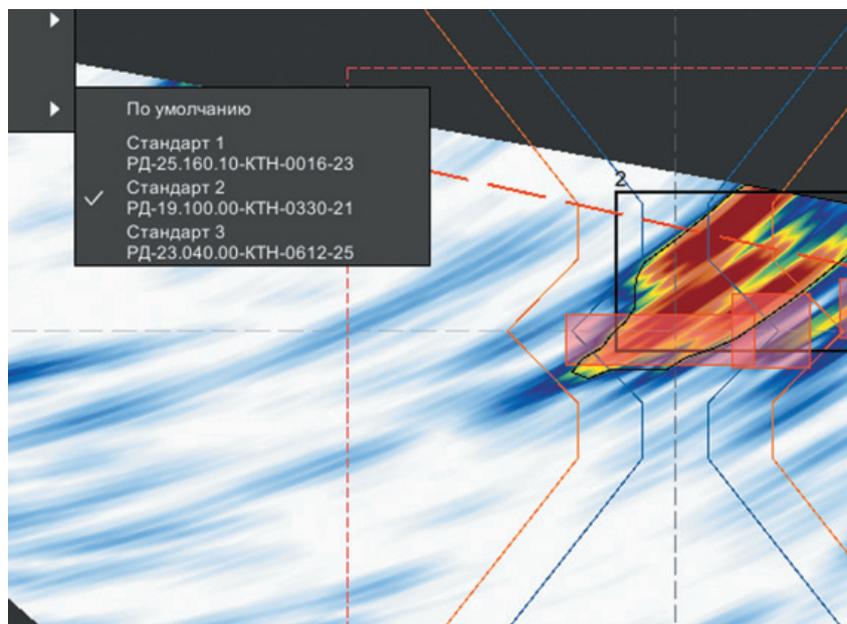


Рис. 2. Выбор алгоритмов оценки

демонстрируют, что глубинное обучение справляется не только с задачей обнаружения наличия дефекта, но и может извлекать информацию о его природе.

Важно отметить, что после 2021 г. акцент смещается от простой фиксации наличия дефекта к автоматизированному выделению дефектной области на S-скане, оценке геометрических параметров и последующему принятию решения о допустимости по установленным критериям.

Поэтому все чаще применяются модели сегментации, которые выделяют область дефекта на секторных изображениях и тем самым создают основу для последующего вычисления размеров и устойчивого отделения дефектов от ложных индикаций [7, 8]. Параллельно развивается направление многозадачных моделей, где в едином алгоритмическом контуре решаются сразу несколько задач: обнаружение, классификация, измерение и оценка качества. Обзорные публикации подчеркивают, что именно такие многоканальные и многозадачные архитектуры являются наиболее перспективными для промышленного внедрения, поскольку они

позволяют приблизить автоматическую обработку данных к логике точной расшифровки и снизить разброс результатов при контроле больших объемов данных [2, 4].

При этом ключевым ограничением большинства академических решений остается то, что они часто завершаются на уровне метрик распознавания, тогда как практическая задача включает еще один, наиболее ответственный шаг — приведение результата к формату протоколирования: присвоение шифров дефектов, расчет нормируемых параметров и формирование итогового заключения в соответствии с принятыми критериями. Именно этот переход от распознавания к формализованной оценке определяет прикладную ценность системы и ее применимость в производственном контуре [9].

Промышленной реализацией такого подхода является нейросеть SIGNAL AI.

Нейросеть SIGNAL AI

Компания ООО «Новотекс Системс» разработала собственную многоходовую сверточную нейросеть SIGNAL AI, предназначенную для автоматической

интерпретации ультразвуковых данных по требованиям ПАО «Транснефть». В ее основе лежат алгоритмы глубокого обучения, обеспечивающие исключение из анализа эхосигналов от геометрии, выявление, интерпретацию и присвоение шифра индикациям с последующей оценкой их соответствия требованиям выбранного нормативно-технического документа (рис. 2).

На рис. 3 представлены результаты автоматической интерпретации дефектов сварного шва диаметром 219 мм согласно РД-25.160.10-КТН-0016–23 «Не разрушающий контроль сварных соединений при строительстве и ремонте магистральных трубопроводов». Каждому дефекту присваивается шифр, рассчитываются условные протяженности допустимых по амплитуде сигналов и на основании совокупной оценки формируется заключение о годности сварного соединения.

В режиме оценки по РД-19.100.00-КТН-0330–21 «Техническое диагностирование резервуаров. Ультразвуковой контроль сварных соединений стенки резервуаров» нейросеть SIGNAL AI выполняет оценку всего спектра классификационных признаков, предусмотренных данным нормативно-техническим документом. Для каждого эхосигнала система сопоставляет амплитудные, пространственные и геометрические параметры с регламентированными критериями, включая оценку отношения амплитуды к структурному шуму и оценку отношения амплитуд на противоположных датчиках.

Автоматически рассчитываются суммарные протяженности и эквивалентные площади дефектов на каждом оценочном участке, а также сравнивается суммарная площадь всех дефектов с поперечным сечением сварного шва (рис. 4).

В ходе опытной эксплуатации продолжительностью шесть

№	№ группы	Тип	Амплитуда	Амплитуда	Координаты начала	Глубина
1	G-1	CC	Ан	201.86%	63.00	14.80
2	G-2	CC	Ан	127.94%	64.00	14.80
3	G-2	SH	Ад	59.06%	104.00	2.97
4	G-2	CC	Ад	76.99%	162.00	6.94

Рис. 3. Результат автоматической оценки

Оценочный участок	Максимальная длина	Количество дефектов	Эквивалентная площадь	Площадь поперечного
184.00~209.00	21.00	1	21.61	500.00
185.00~210.00	20.00	1	20.38	500.00
186.00~211.00	19.00	1	19.14	500.00
187.00~212.00	18.00	1	17.90	500.00
188.00~213.00	17.00	1	16.66	500.00
189.00~214.00	16.00	1	15.43	500.00
190.00~215.00	15.00	1	14.19	500.00
191.00~216.00	14.00	1	12.95	500.00
192.00~217.00	13.00	1	10.69	500.00
193.00~218.00	5.00	2	8.43	500.00
194.00~219.00	5.00	2	7.40	500.00
195.00~220.00	5.00	2	6.37	500.00

Рис. 4. Список оценочных участков

месяцев обработана выборка объемом более 1500 ультразвуковых сканов, полученных при контроле сварных швов магистральных нефтепроводов и резервуаров. Результаты автоматизированной обработки сопоставлялись с данными ручной расшифровки.

По итогам сопоставления установлено, что точность присвоения шифров дефектов составила 97,8%. Получено, что среднее время автоматизированного анализа набора данных для одного контрольного участка протяженностью 500 мм не превышает 2 с, тогда как ручная интерпре-

тация занимает, как правило, 5–10 мин в зависимости от количества дефектов. Тем самым обеспечивается существенное сокращение времени на этапе расшифровки и формирования протокола результатов контроля.

Отмечено, что при наличии отражений, обусловленных геометрическими особенностями контролируемого соединения (обратный валик, разнотолщинные соединения и др.), система сохраняет корректность выделения и классификации индикаций за счет анализа совокупности амплитудных, пространственных и геометрических признаков.

Предусмотрен механизм обратной отрицательной связи: корректировки оператора (включая исключение ложных индикаций и уточнение параметров) используются для пополнения данных и последующей адаптации модели.

Применение нейросетей существенно расширяет возможности автоматизированного анализа данных УЗК с фазированными решетками. Уже продемонстрировано успешное обнаружение, классификация и сегментация дефектов на уровне, сравнимом с человеческим, при значительно большей скорости обработки данных. Дальнейшие исследования направлены на повышение надежности и объяснимости этих методов. Можно ожидать, что по мере решения текущих проблем нейросетевые алгоритмы станут неотъемлемой частью средств неразрушающего контроля, повышая объективность и эффективность диагностики во многих отраслях — от энергетики до авиационно-космической промышленности.

Библиографический список

1. **Siljama O., Koskinen T., Jessen-Juhler O., Virkkunen I.** Automated Flaw Detection in Multi-channel Phased Array Ultrasonic Data Using Machine Learning // Journal of Nondestructive Evaluation. 2021. Vol. 40, No. 3. DOI: 10.1007/s10921-021-00796-4
2. **Cantero-Chinchilla S., Wilcox P. D., Croxford A. J.** Deep learning in automated ultrasonic NDE — Developments, axioms and opportunities // NDT & E International. 2022. Article 102703. DOI: 10.1016/j.ndteint.2022.102703
3. **Olympus Introduces TomoView 2.9 — The Newest Software to Enhance UT Inspection (электронный ресурс)** // NDT.net. URL: <https://www.ndt.net/search/docs.php?id=8371> (дата обращения: 23.12.2025).
4. **Na Y., He Y., Deng B., et al.** Advances of Machine Learning in Phased Array Ultrasonic Non-Destructive Testing: A Review // AI. 2025. Vol. 6, No. 6. Article 124. DOI: 10.3390/ai6060124
5. **Pyle M., Bevan R. L. T., Hughes R. R., et al.** Deep learning for ultrasonic crack characterization in NDE // IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control. 2021. 99. DOI: 10.1109/TUFFC.2020.30458472
6. **Bai X., Bourdais F. L., Miorelli R., et al.** Ultrasonic defect characterisation using Bayesian inversion and machine learning // IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control. 2021. 99. DOI: 10.1109/TUFFC.2021.3084798
7. **Zhang S., Zhang Y.** Automated weld defect segmentation from phased array ultrasonic data based on U-net architecture // NDT & E International. 2024. Vol. 146, No. 10. P. 103165.
8. **Chen Y., He S., He D., et al.** Welding defect detection based on phased array images and two-stage segmentation strategy // Advanced Engineering Informatics. 2024. Vol. 62. P. 102879. DOI: 10.1016/j.aei.2024.102879
9. **Lee S.-E., Park J., Yeom Y.-T., et al.** Sizing-Based Flaw Acceptability in Weldments Using Phased Array Ultrasonic Testing and Neural Networks // Applied Sciences. 2023. Vol. 13, No. 5. P. 3204. DOI: 10.3390/app13053204

ЖУРНАЛ «ТЕРРИТОРИЯ NDT»

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

Наша ТЕРРИТОРИЯ — это ОБЪЕМ и ПРОСТОР информации в области НК.

В свободном доступе
НА САЙТЕ

www.tndt.idspektr.ru



СВЕЖИЙ НОМЕР
журнала

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



АРХИВЫ номеров
за 10 лет

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



Редакция: +7 [499] 393-30-25 • tndt@idspektr.ru



ВСЕРОССИЙСКИЙ КОНКУРС ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ

НОВАЯ ГЕНЕРАЦИЯ 2026

ПРИГЛАШАЕМ К УЧАСТИЮ ВЫПУСКНИКОВ

4 КУРС
БАКАЛАВРИАТА

2 КУРС
МАГИСТРАТУРЫ

5 КУРС
СПЕЦИАЛИТЕТА

НОМИНАЦИИ

- Выпускные квалификационные работы бакалавров
- Выпускные квалификационные работы магистров и специалистов

НАПРАВЛЕНИЯ

- Разработка и развитие методов и средств неразрушающего контроля
- Автоматизация и роботизация неразрушающего контроля
- Комплексирование методов неразрушающего контроля



3 СТРАНЫ



10 ПОБЕДИТЕЛЕЙ



56 ГОРОДОВ

Награждение победителей дипломами и призами состоится в Москве
НА XIV МЕЖДУНАРОДНОМ ПРОМЫШЛЕННОМ ФОРУМЕ

«ТЕРРИТОРИЯ NDT»

**ВОЗРАСТ УЧАСТНИКОВ
ДО 30 ЛЕТ**

**УЧАСТИЕ В КОНКУРСЕ
БЕСПЛАТНОЕ**

Форма заявки и регламент проведения Конкурса размещены на сайте konkurs.ronktd.ru
Вопросы можно задать: info@ronktd.ru и konkurs@ronktd.ru

УЛЬТРАЗВУКОВОЙ КОНТРОЛЬ ИСТОРИЧЕСКИХ КОЛОКОЛОВ МОСКОВСКОГО СВЯТО-ДАНИЛОВА МОНАСТЫРЯ

РАЗЫГРАЕВ Антон Николаевич,

Канд. техн. наук, АО «НПО «ЦНИИТМАШ», Москва

РАЗЫГРАЕВ Николай Павлович

Канд. техн. наук, АО «НПО «ЦНИИТМАШ», Москва

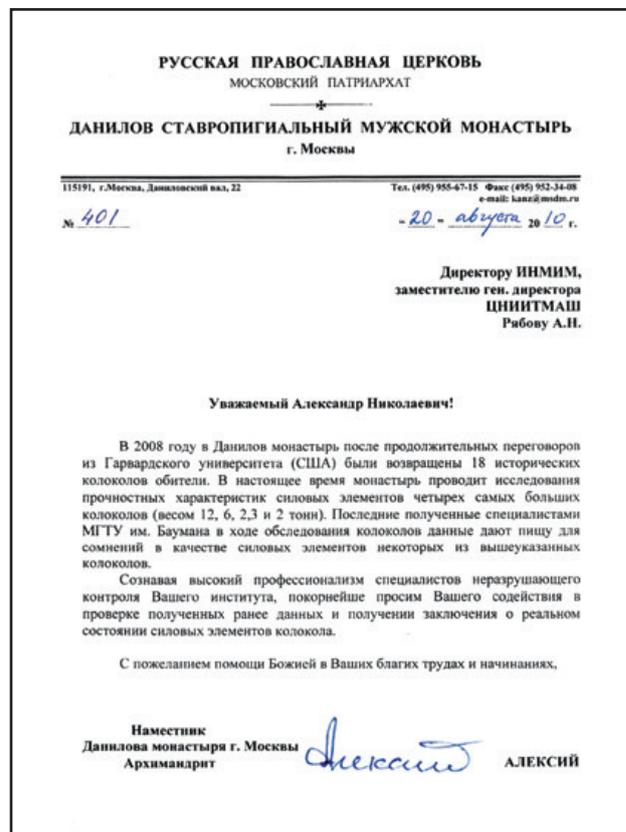
В 2008 г. из Гарвардского университета (США) в Свято-Данилов монастырь были возвращены 18 исторических колоколов обители. В связи с возникшими сомнениями в прочности и надежности самых больших колоколов в 2009–2010 гг. были проведены исследования стальных плит систем подвески и целостности короны колоколов. Эти работы курировал академик Н. П. Алешин. Он знал о работах ЦНИИТМАШ и опыте ультразвукового контроля (УЗК) сложных структур металлов (аустенитных наплавки и сварных соединений (СС), разнородных СС и предложил нам участвовать в исследованиях и УЗК колоколов. Предложение было с благодарностью принято. По просьбе наместника Свято-Данилова монастыря специалисты ЦНИИТМАШ выполнили исследования и УЗК стальных плит систем подвески и целостности короны колоколов.

Знакомый звон, любимый звон,
Москвы наследие святое...

*Евдокия Раstopчина.
Вид Москвы*

Обследование элементов колоколов выполняли методом УЗК продольными волнами. Многие участки колоколов доступны для контроля. Вместе с тем шероховатость, неровность и непараллельность (трапециевидное исполнение) поверхностей, сильное затухание ультразвука обуславливают ограниченную контролепригодность матриц короны, а в некоторых случаях УЗ-контроль просто невозможен.

В процессе исследования сплошности колоколов выявлены, проанализированы и определены специфические особенности прохождения и отражения



ультразвуковых волн в сложной литой структуре бронзовых колоколов. Наличие стальных закладных деталей в теле колокола обуславливает специфическую оценку сплошности, что тесно связано с физическими особенностями прохождения ультразвука через границу сталь–бронза. При литье колокола на границах бронза–сталь не образуется акустической (физической) связи между этими сплавами.

При обследовании измеряли амплитуду теневого сигнала в различных точках ушек и матриц. В дальнейшем мы пришли к выводу, что неровность и непараллельность поверхностей ушек и матриц не

позволяют достоверно оценивать качество бронзы по цифровым значениям амплитуды прошедших сигналов. В связи с этим оценку сплошности металла проводили качественно по наличию или отсутствию прошедшего сигнала.

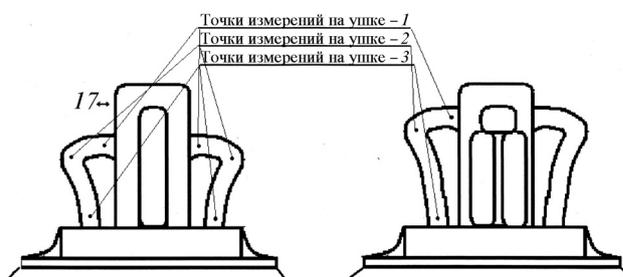
Анализ полученных результатов позволил сделать следующие выводы и предположения.

Вибрации колокольного звона создают в мире духовно-материальном те же образы, что пронизывающий слой эфира свет солнца...

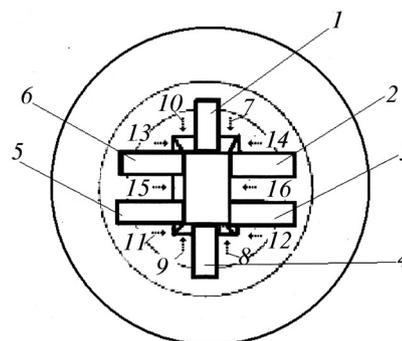
**Иван Ильин,
русский философ**

Во всех случаях прозвучивания ушек наблюдался устойчивый теневой сигнал. Металл ушек располагается на той же высоте, что и прозвучиваемый металл матрицы.

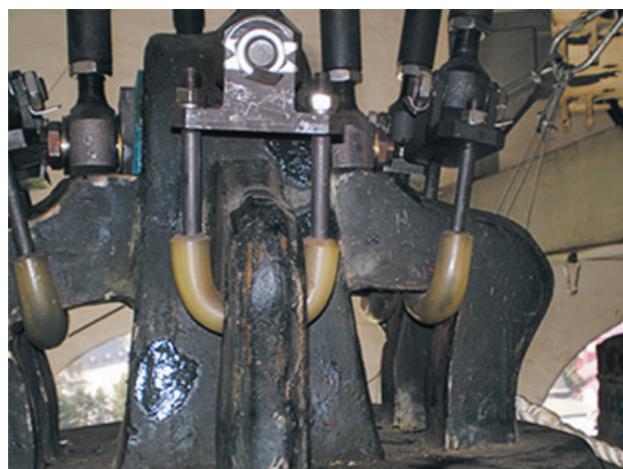
Прохождение ультразвука через тело матрицы имеет место не на всех исследованных сечениях и участках. В частности, на всех четырех колоколах в точке № 16 прохождение ультразвука не наблюдается, хотя этот участок нельзя оценить как трудный для получения чистого литого металла без шлаков. Он расположен на одной высоте с участками уверенно прозвучиваемых ушек. Отсутствие теневого сигнала в точке № 16 и в других точках, во-первых, связано с трапецевидной формой матриц коло-



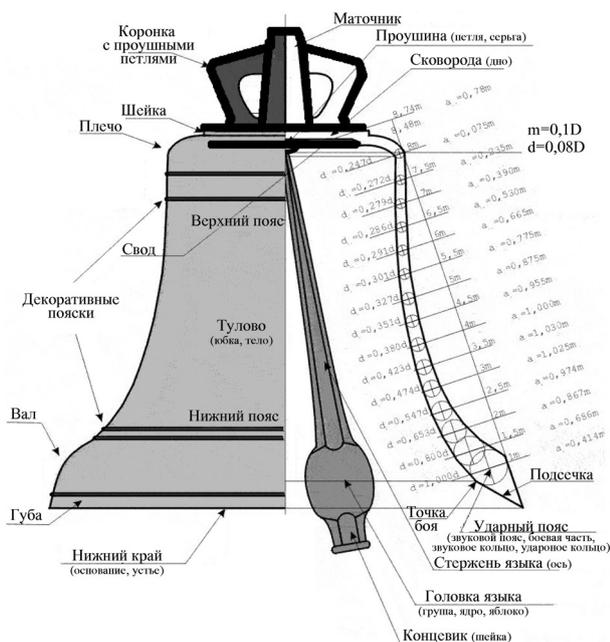
Точки проведения УЗК



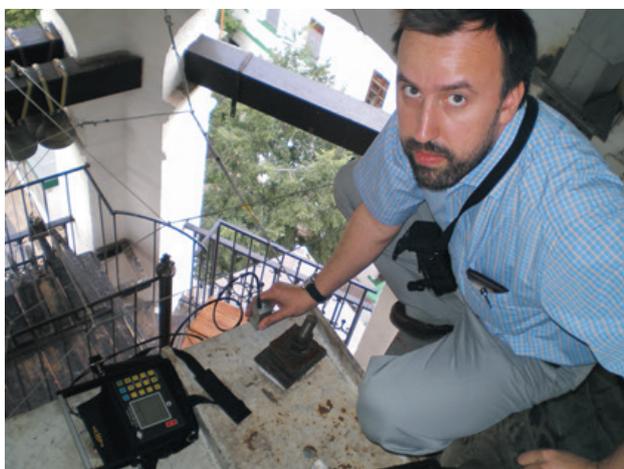
Места проведения УЗК



Система подвески колоколов



Конструкция колокола. Места контроля выделены жирными линиями. Диаметр сковороды самого большого из четырех колоколов — 800 мм, самого маленького — 485 мм. Высота короны самого большого колокола — 520 мм, самого маленького — 315 мм



Работы по УЗК систем подвески (УЗК станины). А. П. Разыграев (все фото 2009–2010 гг.)

колово № 3 и 4 и невозможностью расположить соосно ультразвуковые преобразователи в режиме прозвучивания (тенево), а во-вторых, с тем, что, вероятно, в теле матрицы размещена часть серьги, используемая для повышения надежности и прочности короны колоколов. По нашему мнению, серьга имеет сложную форму и как бы включает в себя два участка — наружный и внутренний. Наружный используется для подвески языка, внутренний — для крепления серьги в теле колокола.

Серьга изготавливается из стали с существенно отличными акустическими характеристиками (скоростью звука и плотностью) от бронзы. При прозвучивании



Исследования сплошности колоколов. Н. П. Разыграев

чивании районов матрицы, на которых внутри нее располагается внутренняя часть серьги, ультразвуковые волны не могут пройти через две границы: бронза–сталь и сталь–бронза. В связи с этим не наблюдается теневого сигнала на некоторых участках матрицы вокруг его центрального отверстия.

...В синем небе, колокольнями проколотом,
Медный колокол, медный колокол
То ль возрадовался, то ли осерчал...
Купола в России кроют чистым золотом —
Чтобы чаще Господь замечал.

Владимир Высоцкий.
Купола, 1975

Мы пришли к выводу, что предположение о наличии на этих участках внутри тела матрицы шлаков и пор не обоснованно. Уже было отмечено, что литой металл ушек хорошо прозвучивается и в нем отсутствуют включения (шлаки и поры) — основные дефекты литья. Контролируемые участки матрицы расположены на одной высоте с контролируемыми участками ушек. В процессе заполнения короны



Исследования сплошности колоколов. На фотографиях: Н. П. Разыграев, В. А. Аникин, отец Роман (Огрызков), К. В. Зувев

горячей бронзой шлаки с большой вероятностью должны задерживаться в ушках, поскольку имеют более сложную форму, и всплывающий шлак течет по более сложной траектории. Поэтому отсутствие теневого сигнала в некоторых точках матрицы связано не с дефектами литья, а с наличием структурной составляющей (закладной детали), не пропускающей ультразвуковые волны.

На границах бронза–сталь нет акустической (физической) связи между этими металлами. При сварке, как известно, между свариваемыми элементами образуются и физическая и металлическая

(обеспечивающая прочность сварной конструкции) связи. В случае простой заливки холодной серги горячей бронзой таких связей не образуется, что обуславливает невозможность прохождения ультразвуковых волн.

Исследования и УЗК ушек и матриц колоколов показали отсутствие объективных данных, свидетельствующих о наличии несплошностей и повреждений в теле колоколов.

Сейчас все мы можем насладиться малиновым звоном колоколов Свято-Данилова монастыря. ■

ИСТОРИЯ ВОЗВРАЩЕНИЯ КОЛОКОЛОВ ДАНИЛОВСКОГО МОНАСТЫРЯ

В 30-е гг. XX столетия Даниловские колокола постигла трагическая судьба: обитель была закрыта, монастырское имущество конфисковано, а колокола проданы за рубеж по цене металлолома. До наших дней в России сохранились только четыре полных набора исторических колоколов.

КОЛОКОЛА МОСКОВСКОГО СВЯТО-ДАНИЛОВА МОНАСТЫРЯ

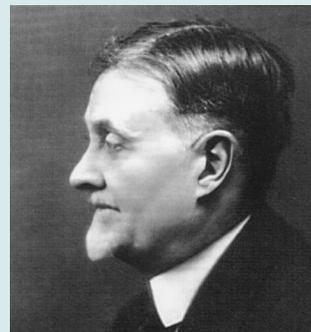
Количество —	18 колоколов
Общий вес —	около 27 т
Литье —	с XVII по XX век
Самый тяжелый —	12 т
Самый легкий —	7 кг



Колокольня и надвратный храм Преподобного Семииона Столпника. Сооружена в 1731–1732 гг. Фотография конца XIX века



Надвратный храм Преподобного Симеона Столпника в годы разорения обители. Колокольня разрушена. Фотография 1970-х гг.



Чарльз Ричард Крейн (1858–1939), промышленник, политический деятель и филантроп

Ансамбль был спасен от уничтожения благодаря американскому промышленнику Чарльзу Крейну, глубоко ценившему русскую культуру.

Решающую роль в судьбе колоколов сыграли несколько человек. Знаменитый звонарь Константин Сараджев указал на даниловский ансамбль собирателю исторических ценностей профессору Гарвардского университета Томасу Виттемеру, ставшему посредником Чарльза Крейна. По

преданию, с просьбой о сохранении московских колоколов к Крейну обращался и Святейший Патриарх Тихон.

Исторические колокола были выкуплены, доставлены в США и подарены Гарвардскому университету. Для них возвели 36-метровую башню, и в 1931 г. прозвучал первый звон. За восемь десятилетий они стали неотъемлемой частью университета, их звук сопровождал жизнь многих поколений.

В 1985 г. о местонахождении колоколов монастыря сообщил выпускник Гарварда, посол США в СССР Артур Хартман. В 1988 г. идею их возвращения одобрил президент США Рональд Рейган, но воплотилась она лишь спустя почти четверть века. Только в декабре 2003 г. российская делегация впервые увидела колокола в Гарварде. Их величие и долгий, певучий звон поразили присутствующих. Тогда благовест отозвался в сердцах американцев, и кураторы университетского общежития Дайана Экк и Дороти Остин стали первыми, кто искренне поддержал идею возвращения колоколов России, став проводниками этой идеи в университетской среде. Одним из условий возврата стало изготовление российской стороной точных копий для Гарварда.



Колокола в башне Лоуэлл Хаус, Гарвард. Вид со стороны реки Чарльз



Рональд Рейган с супругой в иконописной мастерской Данилова монастыря, 1988 г.



Соглашение об обмене колоколами, 20 марта 2007 г.



Литейщики воронежского завода «Вера», изготовившие копии колоколов



Колокола в России, Санкт-Петербург, Исаакиевская площадь



Встреча в Твери

Встреча на Родине

В сентябре 2008 г., после почти 80-летнего отсутствия, бесценный колокольный ансамбль вернулся на Родину. Колокола прибыли морским путем в Санкт-Петербург, а затем на автоплатформе проследовали в Москву, повторив маршрут своей вынужденной эмиграции.

12 сентября 2008 г. в Даниловом монастыре состоялась торжественная церемония передачи колоколов обители. В ней приняли участие Патриарх Алексий II, Президент РФ Дмитрий Медведев, представители фонда «Связь времен» и другие участники проекта.

Замене колокольного набора предшествовали продолжительные исследования и подготовительные работы. Дорогостоящий проект укрепления колокольной и установки возвращенной российской реликвии был проведен Правительством Москвы.



Колокола в Москве

17 марта 2009 г., в День памяти святого князя Даниила Московского, Святейший Патриарх Кирилл провел торжественный молебен и церемонию первого звона всех 18 колоколов исторического ансамбля.

По материалам книги «Даниловские колокола», предоставленным авторами статьи

ВОСПОМИНАНИЯ О ЖИЗНИ ЗАМЕЧАТЕЛЬНОГО ЧЕЛОВЕКА

Светлой памяти Валерия Михайловича АЛЕКСЕЕВА посвящается



Валерий Михайлович Алексеев, незаурядный человек, верный товарищ и специалист высочайшей квалификации, ушел от нас 16 мая 2025 года.

Валерий Михайлович родился 10 сентября 1949 г. в Иркутской области, в пятилетнем возрасте с мамой переехал в г. Чехов Московской области. После окончания школы в 1967 г. поступил на Венюковский арматурный завод, ныне Чеховский завод энергетического машиностроения (ЧЗЭМ), в ремонтно-механический цех учеником жестянщика.

Для справки: «Энергомаш (Чехов) — ЧЗЭМ», до этого Венюковский арматурный завод (ВАЗ), был переименован в ЧЗЭМ, чтобы не путать с Волжским автотавом (ВАЗ) — автогигантом в СССР. ЧЗЭМ — российский завод — изготовитель трубопроводной арматуры высокого давления. Расположен в г. Чехов Московской области.

В то время профессия жестянщика была престижной, так как кровельные работы, монтаж вентиляции и дополнительного оборудования в цехах выполнялись местными специалистами, и были они, как говорится, нарасхват. Одновременно Валерий Михайлович учился в вечернем институте, тоже явление того времени: на занятия рабочие и мастера — студенты-вечерники ехали после работы. Далее служба в Группе Советских войск в Германии. В 1976 г. В. М. Алексеев возвратился на завод, но уже инженером рентгеногаммаграфирования в Центральную заводскую лабораторию (ЦЗЛ).

Нам посчастливилось познакомиться с ним: В. М. Ушакову, — в 1978 г., а Л. Б. Ерофееву — в 1982 г. В то время завод осваивал производство штамповочных задвижек для атомной и тепловой энергетики. Их сварные соединения обязательно должны подвергаться рентгеновскому и ультразвуковому контролю. Конструкция корпусов задвижек ставила весьма нетривиальные задачи. Приходилось вместе осваивать неразрушающий контроль новой продукции. Нам доверили ультразвуковой контроль, В. М. Алексеев занимался радиографическим контролем (РГК). Валера учил нас основам РГК. Трудности РГК определяются не только расчетом основных параметров. Настоящий специалист должен научиться расшифровке снимков. Валера шутил, обращаясь ко мне, В. М. Ушакову: «Чтобы стать специалистом РГК, надо правильно расшифровать хотя бы один снимок, а ты расшифровал два». Полученные в практике контроля знания очень помогут, когда мне основательно придется заниматься радиографией.

Руководство завода приняло решение реорганизовать лабораторию в отдел неразрушающих методов контроля (ОНМК), исключив его из структуры ЦЗЛ. Кого поставить во главе? Да, были старые и опытные специалисты на заводе по неразрушающим методам контроля, но нужен был молодой, грамотный и принципиальный специалист. В общем, выбор пал на В. М. Алексеева, который создал и выпестовал этот коллектив из 120 сотрудников, занимающихся дефектоскопией продукции

завода различными методами неразрушающего контроля.

В этой должности он отработал около 20 лет. Надо ли говорить, что ОНМК считался одним из лучших подразделений завода.

Валерий Михайлович пользовался большим авторитетом у руководства завода. Но ставя во главу угла выполнение плана ЧЗЭМ, молодой руководитель все же шел на конфликт с начальством, задерживая продукцию по результатам контроля при выявлении дефектов, не допустимых по требованиям нормативной документации. Для завода выполнение плана — это всем премия, почет и движение предприятия вперед! А тут на тебе, дефекты исправляйте! Да кто вы такие! Как говорил один из представителей дирекции: «Капиллярный контроль — это бабка с ведром и кисточками». Дефектоскопические материалы приготавливались на рабочих местах, а все баночки-скляночки с этими материалами контролеры носили в ведрах, в которых содержались пенетрант и вода с моющим составом для удаления пенетранта. Работа считалась... не очень мужской (а зря, помойте-ка от пенетранта задвижку Ду500 или Ду800, в мыле будет не только то место, на котором сидят). Поэтому дефектоскопистами контроля проникающими веществами были женщины, на которых наседали грозные начальники и обещали всевозможные кары за срыв плана. Валерий Михайлович всегда защищал своих сотрудников, всех, из-за кого по причине выявленного брака откладывалось выполнение плана завода!

Перед Валерием Михайловичем была поставлена задача контроля толстостенных изделий, контроль качества которых на тот момент на ЧЗЭМ не могли решить. В. М. Алексеев обратился на соседнее предприятие — ЗиО-Подольск, и по техническому заданию ЧЗЭМ изготовили микротрон для просвечивания радиусных переходов изделий толщиной более 60 мм. Это было на тот момент уникальное оборудование, которое применялось только на трех заводах: Атоммаш-Волгодонск, ЗиО-Подольск и ЧЗЭМ. После долгих и упорных согласований и доработок микротрон все-таки был запущен, задача контроля изделий толщиной до 400 мм была решена!

Много раз Валерий Михайлович в качестве специалиста и руководителя выезжал с коллегами в зарубежные командировки для радиографического контроля изделий завода. И всегда команда ОНМК выполняла требования заказчика. Многие сотрудники В. М. Алексеева отдали делу контроля долгие годы, а некоторые и по сей день трудятся на поприще неразрушающего контроля. Стаж иных достигает более 40 лет! Есть сотрудники, которые за труд под его руководством получили правительственные награды.

В бытность руководителем ОНМК В. М. Алексеев принимал участие в разработке методических и руководящих материалов для НК непосредственно в составе коллектива специалистов по неразрушающему контролю НПО «ЦНИИТМАШ». В 1980-х гг. ему повезло сотрудничать с теми, кто стоял у истоков неразрушающего контроля СССР. Он был лично знаком с В. Г. Щербинским, И. Н. Ермоловым, В. Е. Белым, В. Я. Козловым, А. В. Просвириным (Атомэнергонадзор — ВО «Безопасность»), Е. Ф. Кретовым (Ижорский завод) и Ю. А. Глазковым (капиллярный контроль авиационной техники).

Валерий Михайлович был не только строгим начальником, но и организатором «неразрушенцев». ОНМК принимал участие во всех заводских мероприятиях.

Им была организована команда «Искатель», которая всегда принимала участие в заводских соревнованиях по футболу, волейболу, туристических слетах. В соревнованиях среди лидеров непременно была команда «Искатель» со знаменитым «Светить везде, светить всегда!». А в качестве поощрения участники ездили по путевкам в санатории или на футбольные матчи ЦСКА—Спартак (так сложилось, что в отделе были болельщики только этих команд, что, однако, не рождало проблем между сотрудниками ОНМК) или на международные матчи. И всегда Михалыч так организовывал, что собирались лучшие представители завода и поселка, где стоит ЧЗЭМ. И считалось большой честью поехать вместе с ОНМК в Лужники!

Исключительно спокойный, уравновешенный и доброжелательный Валера словно магнит притягивал к себе людей.

В. М. Алексеева избрали секретарем партийной организации завода. Развал СССР коснулся и ЧЗЭМ. В общем, В. М. Алексеев вновь стал у руля ОНМК. Однако по независящим от В. М. Алексеева обстоятельствам ему пришлось уволиться с завода.

Начало XXI века — время относительной экономической самостоятельности. В. М. Алексеев организовал Экспертную специализированную организацию в области экспертизы промышленной безопасности опасных промышленных объектов. Основная цель — минимизировать риски аварийных ситуаций, таких как взрывы, утечки веществ или разрушения конструкций. Вот так просто звучит описание этого направления, и так обширны должны быть знания специалистов, входящих в команду, дающих экспертное заключение обследуемого объекта. Среди объектов были котельные, трассы теплоснабжения, газораспределительные пункты, грузоподъемные механизмы и объекты химической промышленности в Чеховском и других районах Московской области, в различных регионах страны. Представители ООО «Искатель» ра-



В. М. Алексеев, второй справа, среди сотрудников ЦПК (Центра подготовки космонавтов). Торжественное мероприятие, посвященное 50-летию космонавтики (12 апреля 2011 г., Звездный городок)



В. М. Алексеев, второй справа, среди гостей торжественного мероприятия, посвященного 50-летию космонавтики (12 апреля 2011 г., Звездный городок)

ботали более чем в 40 городах России. Это города Сибири (Красноярск, Томск, Омск, Новосибирск, Иркутск), Урала (Екатеринбург), европейской части страны (Санкт-Петербург, Саратов), юга России (Краснодар, Волгоград, Ростов Великий), севера страны (Архангельская область).

Объекты космической отрасли также подвергались экспертизе и диагностике.

В. М. Алексееву и его команде довелось диагностировать объекты на космодроме Плесецка.

Работы проводились на высочайшем уровне — еще бы, ведь речь шла о безопасности полета ракет. В случае обнаружения неисправностей, конечно, запуск откладывался. И вот ушлый журналист, обыграв информацию, написал статью в местную газету под вызывающим названием «ОНИ МОГЛИ ОСТАНОВИТЬ СТАРТ КОСМИЧЕСКОГО КОРАБЛЯ». Название воспринималось неоднозначно. Читателям газеты, не понимающим, что такое диагностика, мог почудиться террористический акт. Журналист провоцировал разборки с подключением компетентных органов. Было над чем задуматься! В. М. Алексеев позвонил главному редактору издания, и тираж был изъят из продажи. Так что

Валерию Михайловичу приходилось решать проблемы не только технического, но и политического характера.

Мы продолжали успешно взаимодействовать. Молодые специалисты лаборатории средств неразрушающего контроля НПО «ЦНИИТМАШ» проходили стажировку в его фирме. Совершенно очевидно, что практическая работа эффективно способствует росту научных сотрудников. Валера в сложных или сомнительных случаях обращался в НПО «ЦНИИТМАШ». Наше сотрудничество укреплялось. Однажды ему удалось выиграть тендер по технической диагностике телебашни в Останкино. Да, да! Она как потенциально опасный объект подлежит диагностике.

Вспоминается долгое оформление временно-го пропуска на вход в телебашню. На скоростном лифте поднялись на самый верх. Далее еще выше, взойти к объекту контроля по винтовой лестнице. Купол башни укреплен толстыми металлическими канатами — они не порвутся. Под воздействием ветровой нагрузки верхняя часть башни отклоняется от вертикального положения. Слабые колебания мы четко ощущаем. Осмотрели поверхность сварных швов. Незначительные нарушения имеются, но они критически опасны, если являются несплавлениями или трещинами. Капиллярный контроль не подтвердил их наличие на поверхности шва. Ультразвук также не показал внутренних дефектов, в том числе выходящих на поверхность. Сотрудник экспертной организации высочайшей квалификации Леонид Борисович Ерофеев не пропустит дефекты! После длительного обсуждения принято решение: сварной шов не подлежит ремонту. Останкинская телебашня до сих пор не разрушилась. Телебашня грамотно сконструирована и качественно построена советскими специалистами. А мы под стать им приняли правильное решение в отношении ремонта.

Наше общение не прерывалось. Однажды Валера сообщил о неприятностях на работе. Конкуренты написали донос в прокуратуру. Над фирмой нависла серьезная угроза. Прокуратура занялась расследованием. Деятельность организации временно заморозили. Более года шла прокурорская проверка. Нарушений в работе фирмы следователи не нашли, дело закрыли.

Но нервное напряжение подкосило нашего друга. Валера принял решение закрыть бизнес. Новоиспеченный пенсионер, неугомонный и активный, бросил свои силы на садово-огородные работы. В дачный сезон мы не раз бывали в его загородном доме и неизменно видели его на грядках. Валера демонстрировал нам свои достижения. Сквозь сочную зелень листьев клубники

просвечивалась крупная рубиново-красная ягода. А вот и бурно растущие огурцы и помидоры с изобилием красных плодов, подвязанные к специальным колышкам. Перец трудно выращивать в земле Подмосковья, но в теплице, сделанной руками Валеры, он богато плодоносил. По углам участка росла пышная малина. И все это орошалось системой полива собственной конструкции. Особой гордостью Валеры был картофель. Урожай всегда был таким большим, что хватало на зиму.

16 мая 2025 года, в пятницу, раздался звонок. С номера телефона Валеры говорила незнакомая женщина. Сообщила, что Валерий Михайлович Алексеев скончался. Назвала храм, в котором состоится отпевание.

У церкви собрались родные Валерия Михайловича и работники завода, на котором он трудился много лет. Гроб с телом Валерия внесли в церковь.

Священник читал молитвы. Тишина и печаль окутали присутствующих. В памяти всплывали лучшие моменты нашего общения.

Валера жил настоящей жизнью до последнего вздоха. На болезнь не жаловался. Он просто жил. Валера был настоящим мужчиной.

Царствия тебе Небесного, Валера!

*Сотрудники АО «НПО «ЦНИИТМАШ»
д-р техн. наук Валентин Михайлович УШАКОВ,
Леонид Борисович ЕРОФЕЕВ*



Спектр
Издательский дом

**Е. И. Косарина, А. А. Демидов, О. А. Крупнина,
Н. А. Михайлова, А. В. Смирнов, Н. В. Осияненко**



НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ МЕТОДАМИ ЦИФРОВОЙ РАДИОГРАФИИ И РЕНТГЕНОВСКОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ

ISBN 978-5-4442-0195-4. Формат - 70x100 1/16, твердый переплет, 136 страниц, год издания - 2025.

Содержит материал, посвященный теоретическим основам неразрушающего контроля методом цифровой радиологии и рентгеновской компьютерной томографии. Дано описание формирования цифрового изображения и сопровождающих его шумов, рассмотрен вопрос природы шумов и мер борьбы с ними. Представлено описание используемых в радиационном контроле цифровых детекторных систем прямого и непрямого преобразования и типов светочувствительных матриц.

В разделе «Рентгеновская компьютерная томография» дано описание физических основ и характеристик томографов разных поколений. Показаны этапы проведения томографического контроля: сканирование, сбор данных и реконструкция изображений. Приведен материал по промышленной томографии с описанием практических нетривиальных задач, решаемых посредством ее.

Предназначена для специалистов по радиационным методам неразрушающего контроля в областях машино- и приборостроения, специалистов, проводящих аттестацию по неразрушающему контролю, студентов, изучающих вопросы материаловедения, исследования и испытания материалов.

Книга издана при финансовой поддержке:



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. Интернет магазин https://www.id-spektr.ru



www.idspektr.ru

РЕКЛАМА

ДИАГНОСТИКА КАК ЭКСТРИМ



ПЕПЕЛЯЕВ Андрей Валентинович

Технический консультант, ООО «ТЕХКОН», Москва

*Экстрим — интенсивный
и рискованный вид деятельности.*

В моей работе был интересный период, когда я занимался диагностикой объектов техносферы. Вспоминаю то время, когда постоянно мотался по городам и весям, и на ум приходит «Песня военных корреспондентов» на стихи К. Симонова:

*От Москвы до Бреста
Нет такого места,
Где бы не скитались мы в пыли.
С «лейкой» и с блокнотом,
А то и с пулеметом
Сквозь огонь и стужу мы прошли...*

Стихи написаны в форме тоста. Однажды на корпоративе я тоже в шутку сказал тост, что наша фирма — лучшее агентство экстремальных путешествий. Это оценил даже вице-президент по финансам и добавил, что экстрим — очень дорогой вид туризма.

Наши объекты были разбросаны в разных частях света, порой в труднодоступных местах. Постоянно приходилось ездить по реальному бездорожью на джипах и вездеходах (рис. 1), иногда лететь вертолетом или просто идти пешком километры, таща на себе десятки килограмм оборудования.

Конечно, на трубопроводах встречались и обустроенные вдольтрассовые проезды. Но например, была и автодорога краевого значения Комсомольск-на-Амуре — Николаевск-на-Амуре. Это

600 км без твердого покрытия со сплошными ямами. Для езды по ней хорошо подходила вахтовка на базе грузовика «Урал».

Объекты диагностики не зря называют опасными, и они порой громко напоминали об этом (рис. 2). Запомнился случай, когда мы в первый раз обследовали действующую установку НПЗ со сроком эксплуатации 36 лет. Местные коллеги привели нас к ней и сказали: «Вы работайте, а мы тут оставаться не хотим, на такой же установке недавно был нехороший случай...». Печь гудела, газовые горелки извергали пламя, трубы с бензино-водородной смесью на выходе были раскалены до 500 °С, чуть проспал — и одежда на тебе уже дымится... Короче, как в преисподней. Но мы и там сделали свою работу.



Рис. 1. Заброска на дальний участок трубопровода.
М. И. Миронов (справа) и А. В. Пепеляев



Рис. 2. Обследование фрагмента трубопровода после инцидента. А. П. Ульянов



Рис. 3. Диагности с охотничьим трофеем. Водитель Иван (слева) и А. В. Пепеляев

Еще можно вспомнить начало 2000-х. Мы работали на проекте на Северном Кавказе, где обстановка в те годы была беспокойной. Кроме того, в наши задачи входило обнаружение незаконных врезок в нефтепровод. Был риск столкнуться с лицами, которые этим промышляли. Так себе перспектива, поскольку, кроме спрятанных врезок, они иногда делали быстрые одноразовые, пробивая нефтепровод из автомата Калашникова. Но обошлось, справились и с этим.

Однажды к нам обратилась западная нефтяная компания с объектами в одной из африканских стран. Им нужна была система мониторинга нефтепроводов, которая бы моментально определяла места незаконных врезок при попытке их выполнить. Коллега съездил туда на презентацию, вернулся крайне обеспокоенным. Рассказал, что местные племена живут за счет этих врезок. А с их нравами, если начнем им мешать, то назад уже не вернемся. Коллега отличался осторожностью, но тут его все поддержали. А проекты в Африке позже все равно начались, только в более спокойных странах.

А на родине дальние участки трубопроводов были вотчиной медведей. Приходилось ехать туда с охотничьим оружием, привлекая для этого местных жителей. Повезло, самих мишек ни разу не встретили, но часто видели их следы прямо на трассе, особенно рядом с малиной. Думаю, помогала профилактика: приехав на место, мы делали несколько выстрелов, распугивая зверей и, если повезет, добывая немного дичи на пропитание (рис. 3). А нас самих атаковали тучами комары, слепни и мошка с клещами. И один раз,



Рис. 4. Зима на нефтепромысле — мороз всех сближает

когда при обследовании далеко ушел от машины, прямо на меня выскочил из глубокой лужи здоровенный лось. В луже он прятался от жары и гноса. Лось на меня посмотрел, немного подумал и ушел в лес.

Теперь о погоде. В Южной Европе при температуре 35 °С мы обследовали трубопроводы в узком и длинном тоннеле, почти без вентиляции. Пришел коллега из местных, попросил показать, что мы там обнаружили. Казалось, он должен быть привычным к такой жаре. Я повел его по тоннелю, коллегу хватило минут на двадцать. Потом с криками «сауна! сауна!» он убежал в офис с кондиционером. А мы в этом тоннеле трудились целыми днями — и не только выжили, но и решили все свои задачи.

Там казалось почти комфортно еще и потому, что перед этим мы выполнили проект на Ближнем Востоке — с жарой до 55 °С. И не в пустыне, а среди сплошных рек и болот, при высокой влажности. Вот это реально было, как в бане. Через месяц в таких условиях перестал действовать и моральный, и материальный стимул. Мы поскорее закончили работу и с радостью рванули домой.

Зато зимой, по законам жанра, объекты были на Севере, с морозами до -50 °С. И там уже шла своя специфика (рис. 4). Доехать до контрольного участка хотя бы на двух машинах — для безопасности. Провести визуальный контроль через слой инея на лице. Достать из-за пазухи прибор и быстро сделать замеры, пока он не застыл. Потом уже в машине как-нибудь отогреть лицо и руки.

Конечно, во всех подобных случаях нужен баланс между азартом и чувством самосохранения. Нельзя обойтись без серьезных мер предосторожности и компенсации рисков. Поэтому я, например, отказался диагностировать некие объекты сразу после их разминирования. А один раз мы обследовали трубопровод на оползневом склоне, где



Рис. 5. С лейкой и с блокнотом. О. В. Стробыкин (справа) и А. В. Пепеляев



Рис. 6. Этап протяжки кабеля АЭ через горную реку. О. В. Стробыкин (вблизи) и А. В. Пепеляев



Рис. 7. Диагностика железобетонного фундамента с механическим возбуждением акустических волн. А. В. Пепеляев

регулярно происходили аварии. Тогда представитель заказчика, глядя, как мы спускаемся в глубокую траншею, сказал правильные слова: «Надеюсь, вы застраховали свои жизни».

Но силы, выносливости, базовых знаний и навыков в наших проектах было недостаточно. Постоянно возникали квесты на творчество и сообразительность. Вот пара примеров из многих найденных нами простых, но эффективных решений. И, как показала жизнь, без настойчивости и подобных трюков не применишь даже самые инновационные технологии.

Помните строку «с «лейкой» и с блокнотом»? На рис. 5 композиция почти как в той песне. Только в песне «лейка» — это знаменитая марка фотоаппарата, а у нас — обычная лейка для полива. И зачем она нужна при диагностике?

На рис. 5 показан поиск повреждений гидроизоляции на подземных участках стального трубопровода, где может происходить интенсивная коррозия металла. Выполняется он с помощью специального генератора тока и электромагнитного трассоискателя с А-рамкой, зонды которой нужно втыкать в грунт. Но по твердой поверхности типа бетона метод не работал.

Мы воспользовались тем, что объекты находились в порту, и поливали бетон соленой морской водой. А она создавала нужный электрический контакт с поверхностью. Еще этот метод требует хорошего заземления генератора, с чем порой возникали проблемы. А тут мы просто опускали заземляющий кабель в море.

Другой случай был на горной реке с быстрым течением. Диагностировали подводный переход трубопровода методом акустической эмиссии (АЭ). Для этого нужно как-то перебросить сигнальный кабель с одного берега на другой. Лодки с мотором у нас не было. Возникла оригинальная идея — использовать мощный арбалет. Но оказалось, что там его так просто не купишь.

Тогда мы обнаружили, что через километр есть железнодорожный мост. Удачно разойдясь с электричкой, я перенес по мосту один конец прочной веревки, которой потом уже перетаскили кабель. Двинулись назад к трубопроводу по разным берегам, а чтобы провисшую веревку не сносило течением, подняли ее вверх на палки. Так и шли назад с этими палками, как со знаменами на демонстрации (рис. 6).

Конечно, решались и более сложные проблемы. Наша группа занималась в основном пилотными и экспериментальными проектами. Поэтому готовые регламенты мы не использовали. Стояли только общие задачи: сбор информации по объекту всеми возможными способами, ее анализ и выводы по техническому состоянию объекта, потом прогноз

остаточного срока службы и рекомендации по его продлению.

План обследований и экспертиз составлялся для каждого объекта индивидуально. Иногда он насчитывал десятки пунктов. Чтобы их выполнить, прямо в ходе работ создавали методики, ставили эксперименты, внедряли новое оборудование и технологии. Кроме того, разрабатывали компьютерные программы, применяли математическое моделирование, выполняли расчеты на прочность.

Например, мы уже с 2000 г. при диагностике магистральных трубопроводов стали применять анализ спутниковых снимков и GPS-навигацию. Для этого автоматизировали наложение данных навигатора на еще советские топографические карты, а других тогда и не было.

В условиях той самой «бани» при жаре 55 °С, о которой уже рассказал, кроме многих других задач, освоили диагностику железобетонных конструкций на большую глубину с помощью специализированного акустического дефектоскопа (рис. 7).

Мы постоянно пытались расширить возможности метода АЭ при диагностике. Описанные сложности с протяжкой кабеля через реку тоже не остались без внимания. Чтобы избежать прокладки кабельных трасс большой длины, мы активнее ста-

ли разрабатывать и внедрять способы радиосинхронизации сигналов АЭ.

А итогом всех трудов по диагностике был технический отчет. Содержательный и красиво оформленный, он занимал по некоторым объектам сотни страниц. Работа над отчетом стала у нас целым ритуалом. Ее выполняли методом мозгового штурма круглосуточно. Иногда, чтобы не тратить время, спали пару часов прямо на стульях в офисе. И результат оправдывал эти усилия. Получалась большая мозаика из снимков, карт, схем, разверток, дефектограмм, таблиц, графиков и расчетов. Все вместе они давали полную картину технического состояния объекта, на них же базировались четкие выводы и рекомендации.

Упомянутые в статье проекты выполнили А. В. Алипов, А. В. Аношин, Э. В. Базаров, В. Г. Зубов, А. А. Конорев, Ю. А. Конюхов, М. И. Миронов, В. Г. Решетников, О. В. Сарапова, О. В. Стробыкин, А. А. Тевдоршвили, А. П. Ульянов, А. А. Юрченко и другие диагносты — достойные представители этой тяжелой, порой неблагодарной, но такой нужной и по-своему интересной профессии.

В статье использованы фотографии из архива автора

История НК

Заметки на полях

Дефектоскопические ИСТОРИИ

Уважаемые читатели!

Если у вас есть материалы, связанные с историей неразрушающего контроля: редкие фотографии людей, оборудования и объектов контроля, любопытные «дефектоскопические истории», присылайте их в редакцию журнала. Наиболее интересные материалы будут опубликованы на страницах журнала «Территория NDT».

Телефон редакции: (499) 393-30-25 • E-mail: tndt@idspektr.ru



НАЦИОНАЛЬНАЯ ПРЕМИЯ В ОБЛАСТИ
НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ

НАЦИОНАЛЬНАЯ ПРЕМИЯ 2026

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



ПРЕМИЯ ЗА ВЫДАЮЩИЙСЯ ВКЛАД В НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В ОБЛАСТИ НК И ТД.

Премия приурочена к проведению Всероссийской научно-технической конференции и вручается один раз в три года. Вручается отдельному участнику.

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

13-15 мая 2026 г. Конгресс-центр «Измайлово Бета»
Измайловское ш., 71, корп. 2Б, Москва

ЛАУРЕАТЫ ПРЕМИИ НАГРАЖДАЮТСЯ



**ПОЧЕТНЫМ
ЗНАКОМ**



ДИПЛОМОМ



**ДЕНЕЖНЫМ
ВОЗНАГРАЖДЕНИЕМ**

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

Заявки принимаются до 20.04.2026



ОФИЦИАЛЬНЫЙ
СПОНСОР ПРЕМИИ

ECHOPLUS

ПОДРОБНАЯ ИНФОРМАЦИЯ: