

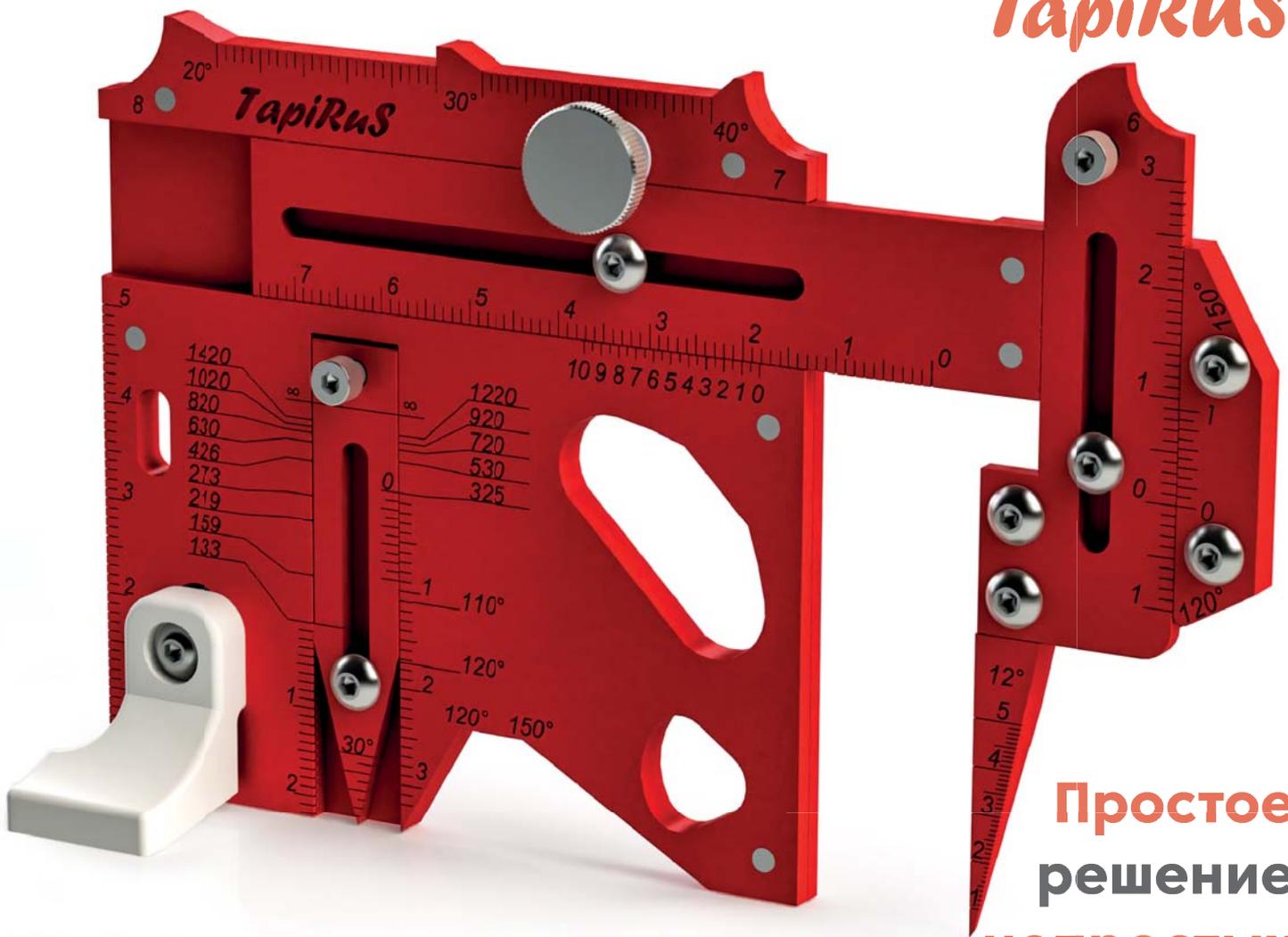
# ТЕРРИТОРИЯ NDT

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ

# 1, 2020

январь – март (33)

## Универсальный шаблон специалиста ВИК *Tapirus*



**Простое  
решение  
непростых  
задач**

[www.tapirus.info](http://www.tapirus.info)



СОВМЕСТНЫЙ ПРОЕКТ ОДИННАДЦАТИ НАЦИОНАЛЬНЫХ ОБЩЕСТВ ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ

## Дефектоскоп OmniScan® X3



### Прибор, которому можно доверять

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

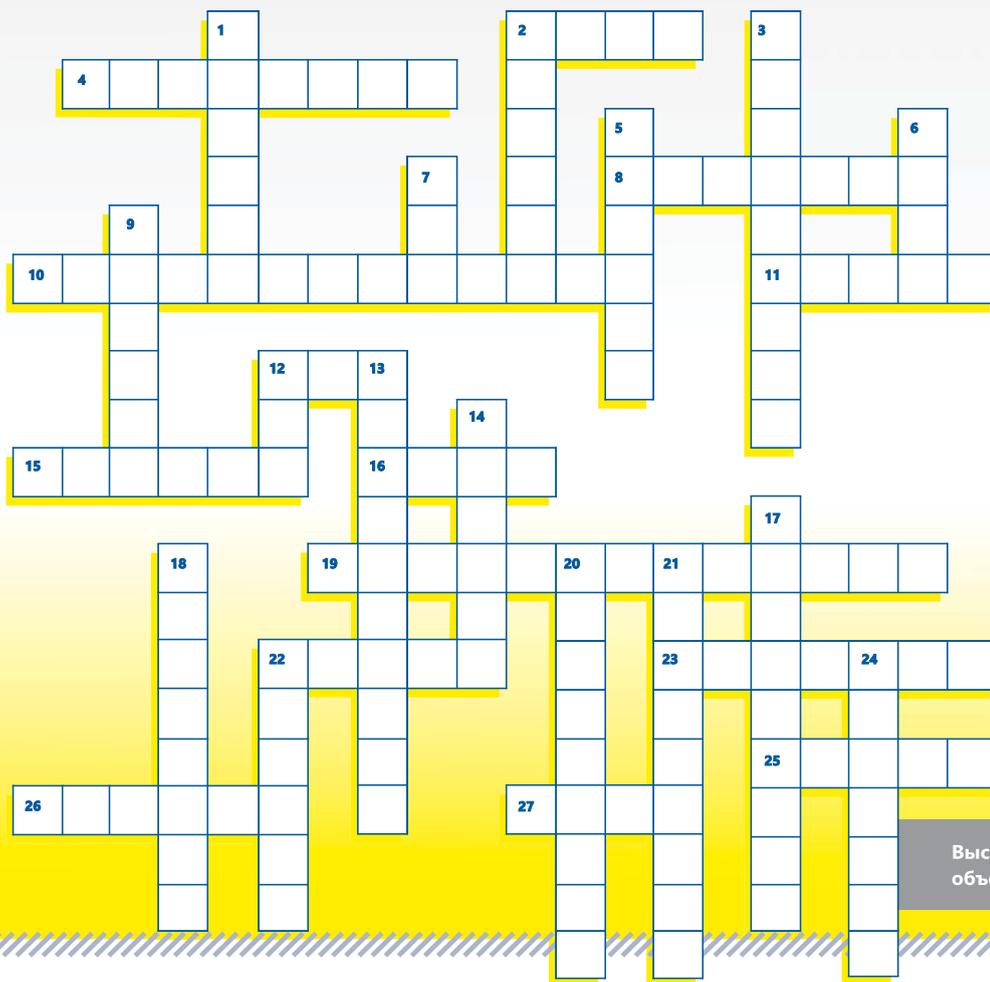
Метод полной фокусировки (TFM) и полноматричный захват (FMC), а также **поддержка 64-элементной апертуры**

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

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



# Неразрушающий контроль



Высокочастотные измерения толщины объектов контроля со сложной геометрией

## По горизонтали:

**2.** Соединение преобразователей, при котором излучающий и приемный наклонные преобразователи располагаются на поверхности ввода рядом, а их акустические оси пересекаются в исследуемой точке объекта контроля. **4.** Отказ или повреждение технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте, отклонение от режима технологического процесса, нарушение положений федеральных законов и иных нормативных правовых актов РФ. **10.** Узел электронного блока, задающий частоту следования импульсов возбуждения и согласующий по времени работу всех других электронных узлов. **11.** Событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния объекта. **12.** Расстояние между соседними траекториями перемещения преобразователя. **15.** Конструктивный элемент, служащий для электрического соединения кабеля с дефектоскопом, преобразователем. **16.** Однократный отказ, устраняемый незначительным вмешательством оператора. **19.** Изображение результатов контроля на дисплее или твердом носителе, позволяющее судить о наличии, расположении, размерах и других параметрах выявленных дефектов. **22.** Дефект поверхности, представляющий собой отслоение металла языкообразной формы, соединенное с основным металлом одной стороной, образовавшееся вследствие раскатки или расковки рванин, подрезов, а также грубых механических повреждений. **23.** Шум, создаваемый источником, внешним по отношению к используемой системе контроля. **25.** Дефект поверхности в виде канавки без выступа кромок с закругленным или плоским дном, образовавшийся от царапания поверхности металла изношенной прокатной арматурой. **26.** Устройство для проведения сплошного контроля. **27.** Область объекта контроля, контролируемая по определенной методике.

## По вертикали:

**1.** Электронный узел, пропускающий сигналы в определенной полосе частот и задерживающий сигналы на всех других частотах. **2.** Каждое отдельное несоответствие продукции требованиям, установленным нормативной документацией. **3.** Отношение возбуждающей силы к вызываемому ею смещению элемента упругости. Величина, обратная гибкости. **5.** Разрушение сооружений и (или) технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте, неконтролируемые взрывы и (или) выброс опасных веществ. **6.** Мгновенное состояние колебания, выраженное через значение аргумента описывающей его синусоидальной функции. **9.** Оценка результатов контроля. **12.** Беспорядочно распределенные сигналы на экране прибора, обусловленные отражениями от структуры материала. **13.** Явление отставания изменения величины намагниченности материала объекта контроля от изменения напряженности внешнего магнитного поля. **14.** Сигнал, затрудняющий работу с информативными сигналами, источником которых могут быть структурная неоднородность материала, скачки напряжений питающей сети, несовершенство электроакустических преобразователей и т.п. **17.** Перемещение прямо пропорционально времени от начала цикла для развертки типа А в ультразвуковом эходефектоскопе. **18.** Увеличение амплитуды (мощности) сигналов. **20.** Прибор для измерения твердости. **21.** Узел электронного блока, предназначенный для импульсного возбуждения излучающего электроакустического преобразователя. **22.** Дефект в виде углубления по линии сплавления сварного шва с основным металлом. **24.** Узел электронного блока, служащий для визуального представления информативных сигналов.

# WAVEMAKER® G4 MINI

ЛЕГЕНДАРНОЕ  
СОДЕРЖАНИЕ  
В НОВОЙ ФОРМЕ



ISSN 2225-5427. Территория NDT. 2020. №1 (январь - март). 1 - 64

# Территория NDT

## СОДЕРЖАНИЕ

## №1 (январь – март), 2020

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

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

**Редакционный совет:**  
**Азизова Е.А.**  
(Узбекистан, заместитель председателя УзОНК)  
**Аугутис В.** (Литва)  
**Венгринович В.Л.**  
(Беларусь, председатель БАНК и ТД)  
**Зайтова С.А.**  
(Казахстан, президент СРО КАЗАХСТАНСКИЙ РЕГИСТР)  
**Клюев С.В.**  
(Россия, вице-президент РОНКТД)  
**Кожаринов В.В.**  
(Латвия, президент LNTB)  
**Маммадов С.**  
(Азербайджан, президент АОНК)  
**Миховски М.**  
(Болгария, президент BSNT)  
**Муравин Б.**  
(Израиль, зам. президента INA TD&CM)  
**Ригишвили Т.Р.**  
(Грузия, президент GEONDT)  
**Ткаченко А.А.**  
(Молдова, президент НОНКТД РМ)

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

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

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

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

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

Корректор Смольянина Н.И.  
Компьютерное макетирование  
Смольянина Н.И.  
Сдано в набор 14 января 2020  
Подписано в печать 11 февраля 2020  
Формат 60x88 1/8.  
Бумага офсетная. Печать офсетная.  
Усл. печ. л. 8,93. Уч.-изд. л. 8,46.  
Распространяется бесплатно

Редакция не несет ответственность  
за достоверность информации,  
опубликованной в рекламных  
материалах. Статьи публикуемые  
в журнале, не рецензируются.  
Мнение авторов может не совпадать  
с мнением редакции.

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

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

### НОВОСТИ

**Награждение** Владимира Тимофеевича Боброва ..... 2

**Магнитопорошковый и измерительный контроль:**  
инновации и практические решения ..... 2

**Зотов К.В.** Визуальный и измерительный контроль:  
инновации и практические решения от компании Creaform (Канада) ..... 3

**Цомук С.Р.** Очередные заседания Петербургского семинара по НК – «Гурвич-клуба» ... 4

**Муллин А.В.** Квалификация Европейского инженера по неразрушающему контролю ..... 6

### ПОЗДРАВЛЯЕМ

**Э.С. Горкунову** – 75-лет ..... 8

**В.В. Коннову** – 80 лет ..... 10

**С.Ю. Гуревичу** – 75 лет ..... 11

### ИНФОРМАЦИЯ ОТ НАЦИОНАЛЬНЫХ ОБЩЕСТВ ПО НК

**Положение** о Национальной премии в области неразрушающего контроля  
и технической диагностики ..... 12

### ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ

**Холодов С.С., Иванайский Е.А.** Анализ результатов подготовки специалистов  
строительного контроля в ФГАУ «НУЦСК при МГТУ им. Н.Э. Баумана» ..... 16

### ВЫСТАВКИ. СЕМИНАРЫ. КОНФЕРЕНЦИИ

**Ковалев А.В., Матвеев В.И.** Средства обеспечения безопасности государства  
на выставке «ИНТЕРПОЛИТЕХ – 2019» ..... 20

**Матвеев В.И.** 12-й Международный форум All-over-IP 2019 ..... 28

### МЕТОДЫ, ПРИБОРЫ, ТЕХНОЛОГИИ

**Матюшин В.В.** Коррозионный мониторинг ультразвуковым методом контроля  
с применением фазированных решеток ..... 34

**Абрамов А.А.** Новый TomoScore XS – большие возможности в малом формате ... 44

**Шашич Б., Пиндрис С., Уиллси Д.** Функциональная роль рентгеновских генераторов ... 48

### НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ И СТАНДАРТЫ

**Смирнова Н.И.** Заметки о стандартизации НК ..... 60

## НАГРАЖДЕНИЕ ВЛАДИМИРА ТИМОФЕЕВИЧА БОБРОВА



26 декабря 2019 г. в Министерстве науки и высшего образования РФ состоялась торжественная церемония вручения государственных наград работникам научных и образовательных учреждений города Москвы от имени Президента РФ. Награды вручал министр науки и высшего образования Михаил Михайлович Котюков.

За большой вклад в развитие науки и многолетнюю добросовестную работу почетное звание «Заслу-

женный деятель науки Российской Федерации» присвоено Владимиру Тимофеевичу Боброву, доктору технических наук, профессору, главному научному сотруднику НИИИИИ МНПО «Спектр» (Москва).

От всей души поздравляем Владимира Тимофеевича. Желаем ему здоровья и дельнейших творческих и трудовых успехов.

Видеозапись награждения можно посмотреть по ссылке: [https://youtu.be/Guo\\_4N3QdbY](https://youtu.be/Guo_4N3QdbY)

## МАГНИТОПОРОШКОВЫЙ И ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ: ИННОВАЦИИ И ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

НИИ интроскопии (ЗАО «НИИИИИ МНПО «Спектр»), основанный в 1964 г. для решения проблем разработки теоретических основ и создания методов и средств внутривидения и неразрушающего контроля в непрозрачных телах и средах, является одним из мировых лидеров в области разработки средств неразрушающего контроля



Магнитопорошковый дефектоскоп «Манул» УНМ-1000

и технической диагностики.

В 2019 г. специалисты и ученые НИИ интроскопии создали семейство переносных магнитопорошковых дефектоскопов переменного и импульсного тока «Манул»,

включающее в себя: УНМ-1000, УНМ-2000, УНМ-300/2000, УНМ-2000/6000 в различных комплектациях.

Переносные магнитопорошковые дефектоскопы переменного и импульсного тока семейства «Манул» разработаны для удовлетворения потребностей всех отраслей промышленности в компактных намагничивающих устройствах большой мощности и небольшой массы, обеспечивающих проведение магнитопорошкового контроля способом приложенного поля и способом остаточной намагниченности с использованием различных техник намагничивания.

Магнитопорошковые дефектоскопы семейства «Манул» обеспечивают циркулярное и продольное намагничивание объектов контроля, а также их размагничивание в соответствии с действующими российскими и зарубежными стандартами: ГОСТ Р 56512–2015, ГОСТ Р 53700–2009 (ИСО 9934-3:

2002), ГОСТ Р 50.05.06–2018, ГОСТ Р ИСО 10893-5–2016, ГОСТ ISO 17638–2018, РД 34.17.102–88 и РД-13-05–2006 и др.

Например, УНМ-300/2000 нового поколения, разработанный по запросу ОАО «РЖД» для замены выводимых из эксплуатации магнитопорошковых дефектоскопов, позволяет осуществлять намагничивание и размагничивание ОК переменным и импульсным током с использованием электроконтактов, соленоидов, намагничивающих кабелей и электромагнита переменного/постоянного тока.

Микропроцессорное управление обеспечивает высокую точность установки параметров намагничивания/размагничивания и возможность их сохранения в памяти дефектоскопа.

Одной из ключевых особенностей магнитопорошковых дефектоскопов семейства «Манул» является возможность двустороннего



Магнитопорошковый дефектоскоп «Манул» УНМ-2000/6000

обмена данными между различными промышленными контроллерами и дефектоскопом, что облегчает использование магнитопорошковых дефектоскопов семейства «Манул» для построения на их основе полуавтоматических и автоматических станков и установок для магнитопорошкового контроля, позволяет вести автоматическое протоколирование контроля, программирование процедур магнитопорошкового контроля, а также встраивать системы контроля на базе дефектоскопов «Манул» в

систему управления качеством предприятия.

НИИ интроскопии продолжает свою деятельность по разработке инновационных средств неразрушающего контроля и технической диагностики.

Получить подробную информацию о возможностях магнитопорошковых дефектоскопов семейства «Манул» можно на сайте [www.unm-manul.ru](http://www.unm-manul.ru)

ЗАО «НИИИН МНПО «Спектр», Москва

## ВИЗУАЛЬНЫЙ И ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ: ИННОВАЦИИ И ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ОТ КОМПАНИИ CREAFORM (КАНАДА)

Компания Creaform (Канада) разрабатывает и производит инновационные системы визуально-измерительного неразрушающего контроля. В сравнении с традиционными методами данные системы бесконтактного трехмерного измерения позволяют автоматически определять геометрические параметры таких дефектов, как внешняя коррозия, различные ме-

ханические повреждения, прямолинейность, овальность, смещение кромок, геометрические дефекты валика сварного соединения. ООО «ПАНАТЕСТ» подписало соглашение с компанией Creaform и с ноября 2019 г. поставляет системы для визуально-измерительного контроля на основе лазерного сканирования – HandyScan Black & Pipecheck.

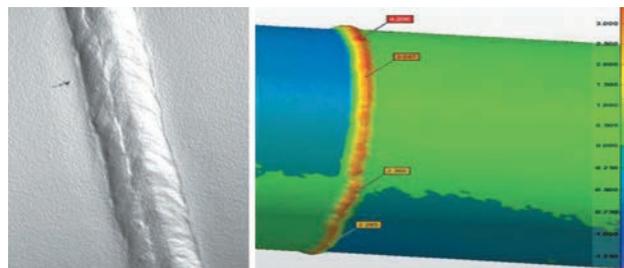


3D-лазерный сканер HandyScan

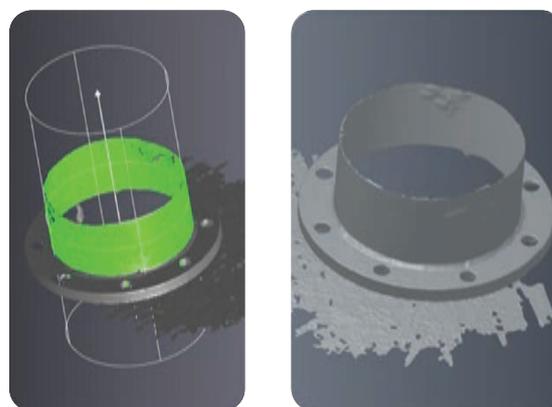
### Основные возможности:

- 3D-отображение дефектов в реальном масштабе времени
- Запись 100 % цифровых данных в один файл
- Автоматический анализ данных
- Высокая скорость сканирования
- Не требуется специальная подготовка специалиста
- Точность до 0,025 мм
- Длина одного скана до 18 м
- Масса сканера менее 1 кг

### Примеры получаемых данных:



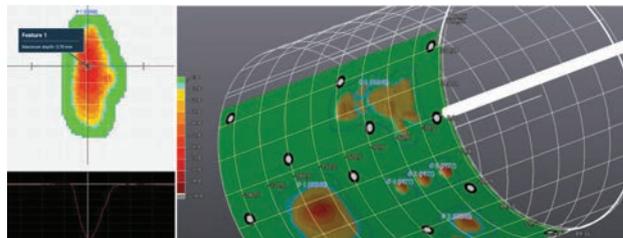
3D-отображение сварного соединения



3D-отображение фланцевого соединения с участками коррозии



*Pipescheck решение «под ключ» для ВИК*



*Дефектограмма*

Pipescheck – единая аппаратно-программная платформа для оценки как коррозионных, так и механических повреждений трубопроводов.

***ЗОТОВ Константин Владимирович,**  
заместитель технического директора,  
ООО «ПАНТЕСТ», Москва*

## ОЧЕРЕДНЫЕ ЗАСЕДАНИЯ ПЕТЕРБУРГСКОГО СЕМИНАРА ПО НК – «ГУРВИЧ-КЛУБА»

В сентябре и декабре 2019 г. в комфортных и уже привычных для «Гурвич-клуба» помещениях Международного делового центра «Нептун» состоялись два очередных заседания Петербургского научно-практического семинара по неразрушающему контролю («Гурвич-клуба»).

Первое заседание **25 сентября** было посвящено в основном проблемам неразрушающего контроля (НК) в строительстве. В докладах, с которыми выступили представители ПГУПС С.В. Николаев («Действующие нормативные документы и технологии НК строительных конструкций») и ООО «Стройэкспертиза» Д.Е. Ермаков («Использование методов НК в натуральных испытаниях анкерных креплений. Бетон и железобетон»), были рассмотрены основные принципы, положения, нормативные документы, применяемые при НК строительных конструкций. Основной материал докладов касался личного опыта авторов в проведении НК сварных соединений и анкеров, оформления заключений и был проиллюстрирован многочисленными слайдами.

Обсуждение докладов не ограничилось ответами на вопросы и было дополнено сообщением авторитетного специалиста по НК железобетонных конструкций В.Г. Штенгеля («РусГидро» ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева). Поднятые в сообщении острые проблемы обследования длительное время эксплуатируемых железобетонных конструкций заинтересовали собравшихся, и было принято решение просить Вячеслава Гедалиевича выступить в 2020 г. на семинаре с докладом по данной тематике.

В соответствии со стратегией Клуба рассматривать вопросы по разным видам НК, третьим докладом заседания было сообщение «Новые возможности магнитопорошкового контроля: бесконтактное 3D-намагничивание», с которым выступила Л.Н. Бабаева (ООО «АктивТестГруп»).

В подробном сообщении нашлось место и основным проблемам в магнитопорошковом контроле малогабаритных деталей, и нюансам намагничивания токами высокой частоты, и главное – достоинствам бесконтактного 3D-намагничивания деталей. Л.Н. Бабаева проанализировала не только физические прин-



*С.В. Николаев*



*В.Г. Штенгель*



*Д.Е. Ермаков*



Л.Н. Бабаева



И.А. Останин



Д.В. Кочергин



А.А. Лаврентьев

ципы, но и привела примеры конкретного оборудования, реализующего такой вид намагничивания, а также результаты практического контроля резьбовых изделий и колец подшипников.

**Заседание 18 декабря** было посвящено новым технологиям УЗК, а именно – технологиям фазированных антенных решеток (ФАР) и TOFD. Тема вызвала большой интерес и рекордное участие специалистов – в зале собралось более 60 человек.

ЦНИИ «Прометей» в 2018 – 2019 гг. была проведена большая работа по определению выявляемости моделей, спровоцированных и реальных дефектов сварных соединений толщиной 10...60 мм и отработке методических приемов проведения УЗК по традиционной технологии, а также с использованием ФАР и TOFD (в измерениях ФАР значительное участие принимал и ПГУПС). Часть результатов была доложена в июне на конференции «УЗДМ-2019», а на декабрьском заседании «Гурвич-клуба» был заслушан доклад «Исследования выявляемости моделей отражателей и реальных дефектов сварных швов традиционным УЗК и с помощью оборудования с ФАР и TOFD», с которым выступили Д.В. Кочергин (ЦНИИ «Прометей») и И.А. Останин (ПГУПС).

В измерениях были задействованы 43 образца, которые были проконтролированы традиционными преобразователями (ПЭП), по методике TOFD, ФАР с разными частотами и углами призм. После всех измерений выполнены вскрытие и металлография.

По результатам сравнения полученных на первом этапе результатов авторы сделали вывод о том, что вы-

являемость дефектов при использовании методики TOFD значительно выше, чем при применении других способов. Однако при обсуждении присутствующие высказали сомнения в корректности методологии сравнения, а следовательно, и полученного вывода. Другие актуальные выводы по измерениям TOFD заключались в следующем: точность определения глубины залегания отражателей составляет  $\pm 1$  мм, определения протяженностей отражателей –  $\pm 5$  мм; эффективность использования TOFD особенно высока при УЗК протяженных швов.

При сравнении результатов, полученных ФАР, традиционными ПЭП и при вскрытии, установлено, что все 26 отражателей в образцах толщиной до 20 мм выявлены и тем, и другим способами, а время, затраченное на продольное сканирование с помощью ФАР, приблизительно в 2 раза меньше, чем на поперечно-продольное сканирование с помощью традиционного ПЭП.

При исследованиях на толстых образцах (30 – 57 мм) авторам пришлось и при использовании ФАР использовать поперечно-продольное сканирование. При этом время на прозвучивание, естественно, увеличилось по сравнению с продольным сканированием, но выявляемость отражателей значительно возросла. Кроме того, анализ подтвердил известные факты о большей точности оценки дефектных участков и более эффективном распознавании эхосигналов от отражателей на фоне помех при использовании ФАР.

Второй доклад специалистов ЦНИИ «Прометей» (А.А. Лаврентьев) был посвящен весьма актуальной

задаче – попытке на основе дополнительной информации, получаемой с помощью ФАР и TOFD, уточнить браковочные характеристики дефектов, выявляемых при УЗК, и оценить возможность их смягчения для уменьшения ремонтных работ по исправлению дефектов. Для решения задачи разработано программное обеспечение «Ресурс-УЗК», с интерфейсом которого, основными подходами в моделировании дефектов, расчетными оценками их размеров, формализацией критериев качества и были ознакомлены слушатели.

На заседании также была заслушана информация о юбилеях ПГУПС и первого выпуска специалистов по НК в СССР (В.Н. Коншина), о юбилее НПО ЦНИИТМАШ и о Болгарской конференции по НК (Н.П. Разыграев), о планируемой на 2020 г. тематике заседаний Клуба (С.Р. Цомук), а также выданы сертификаты новым членам Клуба.

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

## КВАЛИФИКАЦИЯ ЕВРОПЕЙСКОГО ИНЖЕНЕРА ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ

В начале 2019 г. была создана совместная рабочая группа Европейской федерации по неразрушающему контролю EFNDT и Европейской федерации по сварке EWF в целях разработки правил обучения и квалификации Европейского инженера по неразрушающему контролю (ENDEE). Первым итогом работы рабочей группы стала разработка «профиля» инженера, который представлен ниже.

Европейские инженеры по неразрушающему контролю выполняют свою работу в различных организациях, таких как: университеты и учебные центры, производственные и/или технологические предприятия, инжиниринговые и ремонтные компании, поставщики услуг неразрушающего контроля или инспекционные органы.

Европейский инженер по неразрушающему контролю:

- играет важную роль в обеспечении того, чтобы системы контроля, тестирования и мониторинга генерировали необходимую информацию для управления рисками и надежностью, и отвечает за определение решений по данным контроля;
- работает во многих отраслях промышленности, таких как: атомная, аэрокосмическая, автомобильная, производство и распределение электроэнергетики, производство, железные дороги, нефть и газ (на шельфе и на суше), морское дело, строительство и культурное наследие;
- имеет опыт работы, занимает руководящие должности в организации и часто отвечает за надзор за всеми операциями по неразрушающему контролю, включая подготовку проектов и планов работы для других сотрудников;
- несет техническую ответственность за аккредитованные лаборатории и аккредитованные инспекционные органы в соответствии с ISO/IEC 17025 и ISO/IEC 17020 соответственно;
- использует приобретенные знания, навыки и поведение для обеспечения безопасной, эффективной и экологически устойчивой работы систем, отвечающих требованиям, установленным работодателем и соответствующими профессиональными органами;
- определяет и управляет реализацией текущих и новых технологий;

- может осуществлять инженерное проектирование и разработку инспекционных, испытательных и контрольных решений в рамках производства, строительства и эксплуатации;
- помогает в бизнес-планировании, управлении и берет на себя определенную ответственность за руководство и развитие других сотрудников.

Знания и навыки инженеров будут охватывать, помимо обычных методов неразрушающего контроля, более широкий спектр методов контроля, мониторинга и контроля качества, таких как анализ коррозии, термографические испытания, анализ вибрации и передовые методы контроля. Их навыки будут включать в себя проверку систем неразрушающего контроля (оборудования, персонала и процедур), интерпретацию данных и определение эффективности инспекций.

Европейские инженеры по неразрушающему контролю должны:

- продемонстрировать способность и теоретические знания, необходимые для решения задач в рамках разработанных технологий с использованием хорошо зарекомендовавших себя аналитических и имитационных методов и успешно применять полученные знания для реализации инженерных проектов или оказания услуг с помощью устоявшихся и передовых технологий и методов;
- иметь широкое представление о соответствующих технологиях производства, методах производства и процедурах контроля качества;
- играть важную роль в повышении вероятности обнаружения и внедрения неинтрузивной инспекции для оптимизации сервисной инспекции и мониторинга;
- быть знакомыми с процедурами планирования и управления проектами, бюджетом и с национальным законодательством.

В 2020 г. запланировано создание первого проекта документа по обучению и квалификации Европейского инженера по неразрушающему контролю, аналогичного уже действующему и хорошо зарекомендовавшему документу EWF по квалификации Европейского инженера по сварке.

*МУЛЛИН Александр Васильевич,  
вице-президент РОНКТД,  
НУЦ «Контроль и диагностика», Москва*



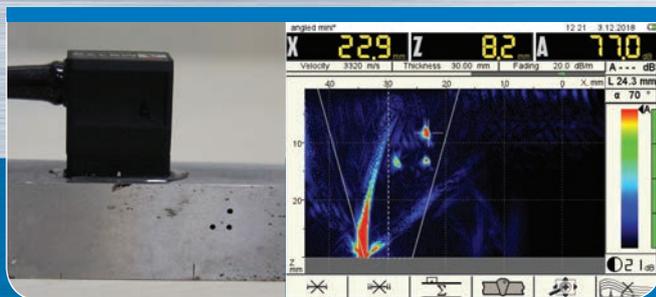
АКУСТИЧЕСКИЕ  
КОНТРОЛЬНЫЕ  
СИСТЕМЫ

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

# A1525 Solo

УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДЕФЕКТОСКОП – ТОМОГРАФ  
В КОМПАКТНОМ ИСПОЛНЕНИИ

ЛЁГКИЙ И УДОБНЫЙ В ИСПОЛЬЗОВАНИИ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ВЫСОКОЧАСТОТНЫЙ ДЕФЕКТОСКОП - ТОМОГРАФ С ВИЗУАЛИЗАЦИЕЙ ВНУТРЕННЕЙ СТРУКТУРЫ СВАРНОГО ШВА И ТЕЛА МЕТАЛЛА В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ



- Доступная цена
- Быстрота и эффективность контроля благодаря наглядному отображению сечения объекта (B-Скан) в режиме реального времени с частотой смены кадров до 35 Гц
- Улучшенная чувствительность в ближней зоне (ЦФА/TFM метод)
- Скорость сканирования вдоль сварного соединения до 70 мм/с (при шаге сканирования 2 мм)
- Малогабаритная 16 элементная антенная решетка поперечных волн с центральной частотой 4 МГц и сектором обзора от 35° до 80° для контроля сварных швов
- Отображение образов объёмных (поры) и вертикально ориентированных (трещины) дефектов благодаря специальным режимам

**ПЕРВЫЙ В МИРЕ!**

# ЭДУАРДУ СТЕПАНОВИЧУ ГОРКУНОВУ – 75 ЛЕТ



Эдуард Степанович Горкунов родился в г. Николаеве 21 января 1945 г. В 1966 г. окончил Тюменский педагогический институт (специальность – физик), работал в Тюменском индустриальном институте. Научную деятельность начал в 1970 г., поступив в аспирантуру Уральского государственного университета (научный руководитель член-корреспондент АН СССР, профессор М.Н. Михеев). Продолжал научную работу в Институте физики металлов УрО РАН (ИФМ) в Свердловске в должности младшего научного сотрудника, а затем в Ижевске в должности старшего научного сотрудника, заведующего лабораторией, в созданном там отделе ИФМ, позднее в должности зам. директора в преобразованном в Физико-технический институт УрО РАН. В 1987 г. Э.С. Горкунов вернулся в Институт физики металлов и возглавил лабораторию своего учителя, вышедшего на заслуженный отдых.

В известной Уральской школе магнитных и электромагнитных физических методов неразрушающего контроля (НК) в применении к объектам металлургии и машиностроения Э.С. Горкуновым осуществлены разработка и создание магнитных, электромагнитных и электромагнитно-акустических (ЭМА) методов неразрушающего контроля и технических средств оценки фактических состояний изделий и эле-

ментов конструкций, определения ресурса ответственных объектов техники. В 1977 г. Э.С. Горкунов защитил кандидатскую диссертацию на тему «Исследование статистических и динамических магнитных свойств закаленных и отпущенных конструкционных сталей при различных режимах перемагничивания», в 1988 г. – докторскую диссертацию, в 1992 г. ему присвоено ученое звание профессора.

На основе фундаментальных исследований процессов перемагничивания и установления их связи со структурным состоянием, химическим и фазовым составами, прочностными характеристиками материалов и изделий Э.С. Горкуновым развивается научное направление по определению комплекса физико-механических свойств и качества изготовления металлопроката, деталей машин и механизмов. Успешное использование магнитного структурно-фазового анализа для оценки качества материалов сформировано на оригинальных исследованиях закономерных связей между магнитными свойствами и структурно-фазовыми изменениями, протекающими в ферромагнитных сталях и сплавах при различных упрочняющих обработках. С этой целью исследованы и установлены общие закономерности изменения магнитных, магнитоупругих, магнитоупругоакустических, электрических и механических свойств сталей при вариациях режимов различных видов упрочняющих обработок (объемной и поверхностной термической обработки). Разработаны теоретические основы структуроскопии изделий и диагностики элементов конструкций посредством анализа устойчивости магнитных состояний к воздействиям электромагнитного поля, упругих деформаций и температуры. Развита концепция оценки уровня макро- и микронапряжений, степени пластической деформации ферромагнитных материалов с привлечением известных и новых физических явлений – ЭМА-преобразования, магнитоупругой акустической эмиссии и пьезодинамической намагниченности. Разработаны принципы и созданы методы электромагнитного контроля абразивной износостойкости изделий из высокоуглеродистых сталей, режущей способности твердосплавного инструмента, а также вихретоковые методы оценки износа трибоконтактов скольжения.

Э.С. Горкунов выполнил цикл фундаментальных исследований по установлению связей процессов перемагничивания со структурным состоянием и прочностными характеристиками металлов, внес вклад в разработку теоретических основ магнитной структуроскопии и ТД элементов конструкций, создал около 20 типов приборов и установок, используемых на многих металлургических и машиностроительных предприятиях России и стран СНГ. Для решения задач НК непосредственно на промышленных предприятиях разработаны многочисленные методики контроля и большая серия приборов, с помощью которых решается достаточно широкий круг задач технической диагностики (ТД) и НК.

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

В 1994–2015 гг. Эдуард Степанович Горкунов возглавлял Институт машиноведения (ИМАШ) УрО РАН, в настоящее время является научным руководителем института, заместителем председателя УрО РАН по

научно-организационной работе. В 2009 г. при ИМАШ был организован Научно-образовательный центр «Механика, физика и диагностика деформируемых материалов и конструкций» на основе интеграции высшего и послевузовского профессионального образования и науки для кадрового обеспечения научных исследований, а также развития и совершенствования системы образования путем использования новых знаний, технологий и достижений науки и техники. С 2005 г. в институте функционирует возглавляемая в настоящее время Э.С. Горкуновым лаборатория неразрушающего контроля, аттестованная в Системе неразрушающего контроля Госгортехнадзора России.

Серьезное внимание Эдуард Степанович уделяет вопросам подготовки и аттестации научных кадров высшей квалификации, работе с аспирантами, соискателями и студентами. Э.С. Горкунов читал курсы лекций в Тюменском индустриальном институте, Удмуртском государственном университете, Ижевском механическом институте, в течение ряда лет он был председателем диссертационного совета Д 004.023.01. В настоящее время Э.С. Горкунов читает специальные курсы лекций студентам Уральского федерального университета им. первого Президента России Б.Н. Ельцина. Под руководством Э.С. Горкунова защитили диссертации 2 доктора и 12 кандидатов технических наук.

О высоком авторитете Э.С. Горкунова в научном сообществе свидетельствует его избрание заместителем председателя Научного совета РАН по проблеме «Неразрушающие физические методы контроля», заместителем председателя Научного совета РАН по автоматизированным системам диагностики и испытаний, вице-президентом Российского общества по неразрушающему контролю и технической диагностике, с марта 2014 по сентябрь 2017 гг. он президент РОНКТД, в настоящее время — почетный президент РОНКТД.

Полученные уникальные данные о взаимосвязи магнитных свойств со структурно-фазовым состоянием основных классов конструкционных сталей и чугунов были систематизированы, опубликованы более чем в 400 печатных работах, в том числе в 9 книгах, 19 обзорах, 34 авторских свидетельствах и патентах и применены при создании средств НК, которые используются на многих металлургических и машиностроительных предприятиях России и стран СНГ.

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

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

Научные достижения Э.С. Горкунова отмечены государством, он награжден орденом Дружбы (2004 г.), знаком «Трудовая слава III степени» (2007 г.), орденом Почета (2012 г.). Э.С. Горкунову присуждены Государственная премия Российской Федерации 1997 г. в области науки и техники за цикл работ «Разработка, создание и внедрение методов и средств электромагнитного контроля для обеспечения техногенной безопасности и качества промышленных объектов» (в составе авторского коллектива — В.В. Клюев, В.Г. Герасимов, Э.С. Горкунов и др.), Премия Правительства РФ 2004 г. в области науки и техники за исследование, разработку, освоение производства и применение магнитоуправляемых наножидкостей и новых электро-механических устройств на их основе (авторский коллектив: Ю.Я. Щелькалов, А.З. Аврамчук, Э.С. Горкунов и др.); премия УрО РАН им. члена-корреспондента М.Н. Михеева в области экспериментальной физики (2006 г.).

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

**Члены Российского общества по неразрушающему контролю и технической диагностике, ученые и специалисты ЗАО «НИИ интроскопии МНПО «Спектр», Института машиноведения УрО РАН, редколлегия журнала «Территория NDT», друзья и коллеги сердечно поздравляют академика РАН Эдуарда Степановича Горкунова с юбилеем и желают ему больших творческих успехов, неразрушаемого здоровья и счастья.**

## ВЛАДИМИРУ ВАСИЛЬЕВИЧУ КОННОВУ – 80 ЛЕТ



2 марта 2020 г. исполнилось 80 лет со дня рождения известного ученого и специалиста в области методов контроля природной среды, веществ, материалов и изделий, ученика профессора Глеба Евгеньевича Лозино-Лозинского, доктора технических наук, профессора, генерального директора ЗАО «НПЦ «Молния» Владимира Васильевича Коннова.

Выпускник Московского инженерно-физического института, В.В. Коннов связал свою судьбу с неразрушающим контролем (НК) и технической диагностикой (ТД). В ОКБ им. П.О. Сухого В.В. Конновым был выполнен комплекс работ, обеспечивших широкое внедрение новых полимерных композиционных материалов и конструкций из них в производстве авиационной техники, завершившихся защитой кандидатской диссертации.

В 1985 г. Владимир Васильевич возглавил отдел неразрушающего контроля и технической диагностики НПО «Молния» в период разработки орбитального корабля «Буран». Под его руководством был создан мощный коллектив специалистов-единомышленников, развита новая программа обеспечения надежности технически сложных изделий с помощью методов и средств НК и ТД на всех этапах их жизненного цикла. В кратчайшие сроки одновременно с разработкой принципиально новых металлических, композиционных и теплозащитных материалов и конструкций были созданы новые методы, средства и технологии НК и ТД.

Широта научных интересов позволила юбиляру соединить в этих работах последние достижения материаловедения, теории прочности и сопротивления материалов с результатами НК.

Организаторские способности В.В. Коннова ярко проявились в объединении усилий специалистов ведущих НИИ и ОКБ при выполнении обширной программы по обеспечению надежности орбитального корабля «Буран». Для осуществления этой программы было проведено более 250 научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по НК и ТД. Было разработано и использовано более 60 принципиально новых средств контроля и более 45 новых технологий для условий производства, испытаний и эксплуатации.

Этот проект дал мощный импульс для создания новейших средств НК и ТД в России. Наиболее важными явились исследования, выполненные НПО «Молния» с участием ЗАО «НИИИИИ МНПО «Спектр», ВИАМ, НИАТ и др. За эти работы в 1991 г. В.В. Коннову была присуждена ученая степень доктора технических наук. Результаты этих работ и в настоящее время широко применяются в различных отраслях промышленности.

Около двадцати лет назад В.В. Коннов создал и возглавил Научно-производственный центр «Молния», который стал одной из ведущих организаций в области НК и ТД, экспертизы промышленной безопасности газопроводов, сосудов, работающих под давлением, и других опасных производственных объектов в строительстве, электроэнергетике, на транспорте, в металлургическом и других производствах. Коллектив активно трудился над реализацией конверсионных задач, среди которых были оценка технического состояния и остаточного ресурса силовой конструкции орбитальной станции «МИР», магистральных газопроводов и других отраслей промышленности. Научно-практическая деятельность В.В. Коннова отмечена Государственной премией и Премией Правительства РФ.

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

## СЕРГЕЮ ЮРЬЕВИЧУ ГУРЕВИЧУ – 75 ЛЕТ



Сергей Юрьевич Гуревич родился 6 февраля 1945 г. В 1967 г. он окончил с отличием Челябинский политехнический институт и в том же году был зачислен в аспирантуру. В 1970 г. Сергей Юрьевич успешно защитил кандидатскую диссертацию и начал работать в Южно-Уральском государственном университете (ЧПИ, ЧГТУ) на кафедре общей и экспериментальной физики старшим преподавателем, доцентом, а с 1983 г. — заведующим кафедрой.

В 1995 г. С.Ю. Гуревич защитил диссертацию на соискание ученой степени доктора технических наук на тему «Основы теории и практического применения высокотемпературного ультразвукового контроля ферромагнитных материалов», в 1996 г. ему присвоено звание профессора. С.Ю. Гуревич имеет европейский сертификат специалиста по физическим методам неразрушающего контроля качества металлопродукции.

С 1995 по 1998 гг. Сергей Юрьевич — декан автоматно-механического факультета, затем механико-технологического факультета. В 1998 г. С.Ю. Гуревич назначен на должность проректора по учебной работе. В 2006 г. он вернулся на должность заведующего кафедрой общей и экспериментальной физики. В настоящее время работает профессором кафедры «Оптоинформатика».

Являясь крупным ученым в области физики магнитных явлений, С.Ю. Гуревич разработал теорию взаимодействия импульсных, электромагнитных и акустических полей в ферромагнитных металлах, находящихся при температуре магнитного фазового перехода. Им созданы физические основы высокотемпературных и высокоскоростных методов и средств бесконтактного акустического контроля качества металлоизделий.

Сергей Юрьевич Гуревич успешно руководит созданной по его инициативе вузовско-академической лабораторией акустики металлов, которая выполняла научные работы по программам СЭВ, ГКНТ СССР, АН СССР, ГКНО СССР, Минобрнауки РФ. Результаты НИР рекомендованы к внедрению в производство межотраслевым экспертным советом при Совете Министров СССР.

С.Ю. Гуревич является автором зарегистрированного открытия «Закономерность взаимного преобразования электромагнитных и упругих волн в ферромагнетиках» и зарегистрированной научной гипотезы «Гипотеза о зонах повышенной электромагнитной сейсмоактивности». Сергей Юрьевич автор 250 научных и учебных публикаций (индекс Хирша составляет 8), 25 изобретений, участник ВДНХ, международных научно-технических выставок в Польше и Чехословакии. Им опубликованы пять научных монографий, в том числе монография «Теория физических полей» в трех томах, учебное пособие «Физика» с грифом Минобрнауки РФ в двух томах (выдержало три издания). В 1994 г. С.Ю. Гуревич избран академиком Нью-Йоркской академии наук.

Сергей Юрьевич руководит научными работами по грантам РФФИ, Минобрнауки РФ, является заместителем председателя диссертационного совета и членом редакционной коллегии научного журнала РАН «Дефектоскопия». Под руководством С.Ю. Гуревича защитили диссертации доктор наук и два кандидата наук. Научные достижения Сергея Юрьевича Гуревича получили высокую оценку — он удостоен почетного звания «Заслуженный работник высшей школы», награжден орденом Дружбы и медалями.

**Члены Российского общества по неразрушающему контролю и технической диагностике, ученые и специалисты ЗАО «НИИ интроскопии МНПО «Спектр», Южно-Уральского государственного университета, редколлегия журнала «Территория NDT», друзья и коллеги сердечно поздравляют профессора Сергея Юрьевича Гуревича с юбилеем и желают ему больших творческих успехов, неразрушаемого здоровья и счастья.**



# ПОЛОЖЕНИЕ О НАЦИОНАЛЬНОЙ ПРЕМИИ В ОБЛАСТИ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ

## 1. Общие положения

**1.1.** Национальная премия в области неразрушающего контроля и технической диагностики (НК и ТД) является общественно значимым событием, в котором ученые, специалисты, учебные заведения, научно-исследовательские и технологические институты, а также производственные предприятия и компании могут демонстрировать свои достижения в научно-техническом развитии, повышении конкурентоспособности отечественной продукции, технологической модернизации производства и его эффективности.

### 1.2. Цели Премии:

Содействие активному развитию и повышению авторитета отечественных ученых и специалистов, национальных производителей средств и методов в области НК и ТД, провайдеров услуг; увеличение спроса на отечественные продукты и технологии, привлечение дополнительных инвестиций для модернизации производств и поднятия качества выпускаемой продукции.

### 1.3. Задачи Премии:

**1.3.1.** Выявление и награждение лидеров в научно-технической сфере, производителей средств НК и ТД и их проектов.

**1.3.2.** Повышение привлекательности работы в отрасли неразрушающего контроля для молодежи.

**1.3.3.** Привлечение государственных и частных инвестиций в отрасль для создания передовых методов и средств неразрушающего контроля.

**1.3.4.** Налаживание диалога между производителями НК и ТД, экспертным сообществом и представителями различных отраслей промышленности, направленного на поддержку развития НК и ТД в России.

**1.4.** Премия учреждена Российским обществом по неразрушающему контролю и технической диагностике в 2019 году и присуждается ежегодно.

**1.5.** Премия состоит из денежного вознаграждения, диплома, почетного знака лауреата.

**1.6.** Премия может присуждаться как одному участнику, так и коллективу участников.

**1.7.** Настоящее Положение регулирует порядок организации и проведения, отбора и награждения лауреатов Премии.

**1.8.** Настоящее Положение утверждается президентом РОНКТД.

## 2. Организационный комитет

**2.1.** Для организации и проведения конкурса правлением РОНКТД формируется организационный комитет Премии, в состав которого входят пред-

ставители организаторов, государственных и коммерческих структур, общественных организаций и частных лиц, поддерживающих Премию. Членами организационного комитета в основном должны быть действительные члены РОНКТД.

**2.2.** Функциями организационного комитета является координация деятельности по обеспечению организационной и общественно-политической поддержки Премии, формирование экспертного совета, привлечение ключевых партнеров, организация церемонии вручения.

**2.3.** Председатель организационного комитета утверждается президентом РОНКТД из числа членов организационного комитета.

**2.4.** Число членов организационного комитета не более шести.

**2.5.** Члены организационного комитета имеют право:

- рекомендовать новых членов организационного комитета;
- рекомендовать членов экспертного совета Премии;
- участвовать в церемонии награждения;
- участвовать во всех мероприятиях, проводимых в рамках Премии;
- вносить предложения и рекомендации по организации и проведению Премии;
- привлекать партнеров и спонсоров Премии.

**2.6.** Информация о членах организационного комитета (руководителях или учреждениях, организациях, компаниях) может по их желанию размещаться во всех информационных материалах Премии.

**2.7.** Члены организационного комитета обязаны:

- оказывать всемерное содействие проведению Премии;
- пропагандировать Премию в публичных выступлениях и СМИ;
- принимать конкурсную документацию;
- консультировать участников по вопросам заполнения конкурсной документации;
- оповещать участников Премии о решениях, принятых по проектам;
- организовывать работу экспертного совета;
- организовывать презентации проектов;
- организовывать церемонию вручения Премии;
- организовывать работу по информационному освещению Премии;
- организовывать взаимодействие с партнерами и спонсорами Премии.

**2.8.** Полномочия председателя организационного комитета:

- ведение заседаний организационного комитета;

- подписание решений и документов организационного комитета, дипломов лауреатов Премии;
- возможность участия во всех заседаниях экспертного совета;
- представление Премии в отношениях с третьими лицами;

На заседаниях организационного комитета голос председателя является решающим при равенстве голосов членов организационного комитета.

**2.9.** Оргкомитет уведомляет о проведении конкурса о присуждении Премии путем размещения официального объявления на сайте РОНКТД, в журналах общества в открытом доступе, e-mail-рассылках и путем публикаций в средствах массовой информации.

В объявлении о проведении конкурса указываются:

- условия приема заявок, в том числе сроки подачи заявок и требования, предъявляемые к заявкам;
- сроки подведения итогов;
- дата официальной церемонии награждения победителей.

### 3. Экспертный совет

**3.1.** Экспертный совет является экспертным органом Премии и формируется организационным комитетом из числа признанных авторитетных отраслевых специалистов. Экспертный совет Премии определяет номинантов и лауреатов Премии на основании утвержденных критериев в полном соответствии с регламентом и процедурой определения лауреатов.

**3.2.** Член экспертного совета имеет право:

- оценивать номинантов Премии;
- участвовать и голосовать на заседаниях экспертного совета;
- вносить предложения и рекомендации по организации и проведению Премии;
- участвовать в мероприятиях, проводимых в рамках Премии.

**3.3.** Руководство экспертным советом осуществляет председатель.

**3.4.** Председатель экспертного совета назначается и освобождается от должности председателем организационного комитета.

**3.5.** Председатель экспертного совета имеет право:

- представлять интересы экспертного совета в отношениях с юридическими и физическими лицами, а также учреждениями и организациями в Российской Федерации и за ее пределами;
- представлять экспертному совету на согласование кандидатуры соискателей на включение в список членов экспертного совета.

**3.6.** Работу экспертного совета координирует секретарь организационного комитета.

### 4. Порядок выдвижения номинантов

**4.1.** Выдвижение номинантов на соискание звания лауреата Премии может осуществляться следующим образом:

- самовыдвижение;
- выдвижение профильными учебными заведениями, научно-исследовательскими и технологическими институтами, а также производственными предприятиями и компаниями;
- индустриальными и коммерческими организациями.

**4.2.** Документы подаются в сроки, определяемые организационным комитетом.

### 5. Требования к кандидатам на соискание Премии и предоставляемым документам

**5.1.** Кандидатами на соискание Премии могут выступать участники и коллективы участников, являющиеся сотрудниками организаций и предприятий различных форм собственности, осуществляющие деятельность на территории РФ и стран ЕАЭС, направленную на развитие технологий и средств НК и ТД.

**5.2.** Заявка на участие в Премии представляет собой пакет информационных материалов, включающий:

а) заполненную анкету, размещенную на сайте РОНКТД в разделе «Условия участия», с копиями указанных в ней документов. Образец анкеты приведен в Приложении 1;

б) описание продукта (проекта) в формате краткой презентации. В описании должна содержаться информация следующего характера:

- научная и техническая новизна;
- практическая значимость;
- конкурентоспособность на рынках России и мира;
- уровень внедрения в практику;
- потенциал рынка;
- список публикаций по теме.

**5.3.** Заявка подается на каждую номинацию. Кандидат имеет право подать сразу несколько заявок по разным номинациям.

### 6. Номинации премии

**6.1.** Премия имеет три номинации:

**1.** 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.

**2.** Премия за выдающийся вклад в развитие способов и технологий НК, разработку новых приборов и систем НК и ТД. Премия приурочена к проведению ежегодного Международного промышленного форума «Территория NDT». Вручается отдельному участнику или коллективу участников в составе не более трех номинантов.

3. Премия молодому специалисту (до 35 лет) за достижения в области НК и ТД. Премия приурочена к проведению ежегодного Международного промышленного форума «Территория NDT». Вручается отдельному участнику.

**6.2. Денежное наполнение Премии:**

- лауреату Премии за выдающийся вклад в научно-исследовательскую деятельность в области НК и ТД вручается денежная сумма в размере 75 000 рублей;
- лауреату Премии за выдающийся вклад в развитие способов и технологий НК, разработку новых приборов и систем НК и ТД вручается денежная сумма в размере 50 000 рублей.
- лауреату Премии молодому специалисту (до 35 лет) за достижения в области НК и ТД вручается денежная сумма в размере 25 000 рублей.

6.3. Выплата НДФЛ выполняется за счет РОНКТД.

6.4. Организационный Комитет по согласованию с Экспертным советом имеет право вносить изменения в номинации.

**7. Порядок определения лауреатов Премии**

7.1. Премия в каждой номинации присуждается на конкурсной основе. Определение лауреатов проходит в два этапа:

**1-й этап:** организационный комитет Премии проводит экспертизу предоставляемых документов на соответствие требованиям Положения о Премии и на ее основании принимает решение о присвоении кандидату на соискание Премии звания номинанта на Премии и допуске к участию в борьбе за звание лауреата Премии в каждой номинации.

**2-й этап:** оргкомитет представляет конкурсные материалы номинантов на Премии в экспертный совет для принятия окончательного решения о присуждении званий лауреатов Премии в каждой номинации.

**8. Критерии оценки номинантов на Премии**

8.1. Заявки номинантов на Премии оцениваются членами экспертного совета по заранее разработанным критериям, перечисленным в оценочном листе.

8.2. Оценочный лист разрабатывается организационным комитетом при участии членов экспертного совета. Он имеет балльную систему оценки. Проект оценочного листа приведен в Приложениях 2 и 3.

8.3. Решение о награждении утверждается организационным комитетом по представлению экспертного совета.

**9. Церемония награждения**

9.1. Премия за выдающийся вклад в научно-исследовательскую деятельность в области НК и ТД вручается лауреату на торжественной церемонии вручения Премии в рамках Всероссийской научно-технической конференции, проводимой один раз в три года.

9.2. Премия за выдающийся вклад в развитие способов и технологий НК, разработку новых приборов и систем НК и ТД и Премия молодому специалисту (до 35 лет) за достижения в области НК и ТД вручаются на торжественной церемонии вручения Премии в рамках ежегодного Международного промышленного форума «Территория NDT».

**Приложение 1. Образец анкеты кандидата Премии**

1. ФИО кандидата (кандидатов)	
2. Номинация (отметить одну)	<input type="checkbox"/> За выдающийся вклад в научно-исследовательскую деятельность в области НК и ТД <input type="checkbox"/> За выдающийся вклад в развитие способов и технологий НК, разработку новых приборов и систем НК и ТД <input type="checkbox"/> Молодому специалисту (до 35 лет) за достижения в области НК и ТД
3. Предприятие-работодатель кандидата	
4. Наименование продукта (проекта)	
5. Краткая характеристика продукта (проекта)	Краткая характеристика должна включать следующие положения: <ul style="list-style-type: none"> <li>• цель и назначение;</li> <li>• научная и техническая новизна;</li> <li>• практическая значимость;</li> <li>• конкурентоспособность на рынках России и мира;</li> <li>• уровень внедрения в практику;</li> <li>• потенциал рынка;</li> <li>• перечень публикаций по теме</li> </ul> Описание продукта (проекта) в виде презентации
6. Приложение	
7. Дата подачи	

**Приложение 2. Проект оценочного листа Премии «За выдающийся вклад в научно-исследовательскую деятельность в области НК и ТД»**

ФИО кандидата: \_\_\_\_\_

Наименование продукта (проекта): \_\_\_\_\_

№	Параметр	Балл (0 – 10)	Вес (0,5 – 1)	Балл с учетом веса
1	Научная и техническая новизна		1	
2	Практическая значимость		0,5	
3	Конкурентоспособность на рынках России и мира		1	
4	Уровень внедрения в практику		0,5	
5	Потенциал рынка		0,5	
6	Представительность публикаций кандидата по теме		1	
7	Оценка преподавательской деятельности кандидата		0,5	
8				
9				
10				
11				
<b>Итого:</b>				

Эксперт: \_\_\_\_\_ Дата: \_\_\_\_\_

Подпись: \_\_\_\_\_

**Приложение 3. Проект оценочного листа Премии «За выдающийся вклад в развитие способов и технологий НК, разработку новых приборов и систем НК и ТД»**

ФИО кандидата (кандидатов): \_\_\_\_\_

Наименование продукта (проекта): \_\_\_\_\_

№	Параметр	Балл (0 – 10)	Вес (0,5 – 1)	Балл с учетом веса
1	Научная и техническая новизна		1	
2	Практическая значимость		1	
3	Конкурентоспособность на рынках России и мира		0,5	
4	Уровень внедрения в практику		1	
5	Потенциал рынка		1	
6	Представительность публикаций по теме		0,5	
7				
8				
9				
10				
11				
<b>Итого:</b>				

Эксперт: \_\_\_\_\_ Дата: \_\_\_\_\_

Подпись: \_\_\_\_\_

# АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ СТРОИТЕЛЬНОГО КОНТРОЛЯ В ФГАУ «НУЦСК ПРИ МГТУ ИМ. Н.Э. БАУМАНА»



**ХОЛОДОВ Сергей Сергеевич**

Руководитель департамента дополнительного образования и услуг ФГАУ «НУЦСК при МГТУ им. Н.Э. Баумана», Москва



**ИВАНАЙСКИЙ Евгений Анатольевич**

Канд. техн. наук, доцент, руководитель центра аттестации и сертификации ФГАУ «НУЦСК при МГТУ им. Н.Э. Баумана», Москва

В настоящее время активно реализуются инфраструктурные проекты на всей территории Российской Федерации. Осуществляется строительство уникальных объектов, в том числе в тяжелых климатических условиях. Увеличивается доля жилых зданий и зданий промышленного назначения на металлическом каркасе при строительстве высотных объектов. Растут объемы сварочных работ, внедряются микролегированные стали и новые методы термомеханического упрочнения. Вместе с этим повышается опасность дефектов. Серьезной проблемой становится соблюдение технологий, а также обеспечение высокой квалификации специалистов строительной отрасли и специалистов неразрушающего контроля.

В ФГАУ «НУЦСК при МГТУ им. Н.Э. Баумана» разработаны и внедрены учебные программы подготовки специалистов строительного контроля. В данной статье на основании имеющегося опыта контроля и результатов активного взаимодействия со слушателями приведены наиболее характерные узкие места, которые могут вызвать значительное снижение работоспособности конструкций.

Специалисты строительного контроля проверяют качество выполнения работ при строительстве на соответствие требованиям проектной документации и технических регламентов в целях обеспечения безопасности зданий и сооружений. Строительный контроль включает проведение входного контроля продукции, проверку соблюдения установленных норм и правил складирования и хранения применяемой продукции.

В процессе подготовки выяснилось, что в ряде случаев специалисты уделяют недостаточно внимания вопросам входного контроля и соответствия применяемых материалов проектной документации. В нарушение требований проекта для несущих конструкций, работающих в условиях отрицательных температур, оказывается возможным использование полуспокойных и кипящих сталей. Возникают сложности с учетом категоричности используемого металлопроката. По ГОСТ 19281–2014, сталь может различаться по категориям поставки в зависимости от нормируемых характеристик механических свойств при испытании на ударный изгиб от 1 до 15. При этом

прокат первой категории обеспечивает ударную вязкость при  $-20^{\circ}\text{C}$ , а шестой категории – при  $-70^{\circ}\text{C}$ . ГОСТ 11269–76 для листов и полос предусматривает пять категорий в зависимости от вида термообработки. Также возникают сложности и при расшифровке маркировок строительных и арматурных сталей.

Следует уделять особое внимание деталям конструкций, изготовленных из обрезков проката. На рис. 1 приведен элемент колонны, изготовленной из двух двутавровых балок, имеющий протяженный непровар в сечении сварного шва, выявленный по результатам ультразвукового контроля. Особое внимание следует обращать на фермы и решетчатые конструкции. На рис. 2 приведен непровар в корне профильной трубы фермы промышленного здания. В обоих случаях сварные швы отсутствовали на чертежах изделия и не подвергались неразрушающему контролю.

Также специалисты строительного контроля должны осуществлять контроль за соблюдением последовательности и состава технологических операций, проверку квалификации персонала, соответствия качества работ и выявление отклонений от требований нормативной документации.

Особое внимание следует уделять железобетонным конструкциям, которые в соответствии с СП 63.13330.2012 могут эксплуатироваться при температурах до  $-70^{\circ}\text{C}$ , что особенно актуально в условиях Сибири и Заполярья. Арматурная сталь выпускается горячекатаной микрелегированной, холоднодеформированной или термомеханически упрочненной. Следует учитывать, что при монтаже железобетонных конструкций в зимних условиях, при температуре около  $-30^{\circ}\text{C}$ , отмечаются изломы стержней арматуры из микрелегированной стали А500С вследствие формирования неблагоприятных структур в околосшовной зоне. Использование предварительного подогрева вызывает разупрочнение металла в случае использования термомеханически упрочненной арматуры.

В обязанности специалиста строительного контроля входит инспекция проведения механических испытаний материалов в объемах, предусмотренных требованиями проектов. Поскольку в строительстве достаточно часто отмечается низкое качество сварных соединений сеток, выпускаемых по ГОСТ 23279, ГОСТ 8478, в процессе подготовки специалистов особое внимание уделяется методам определения механических свойств проката, сварных соединений арматуры и сеток.

Операционный контроль должен осуществляться в ходе выполнения строительных процессов или производственных операций. Он должен обеспечивать своевременное выявление дефектов и

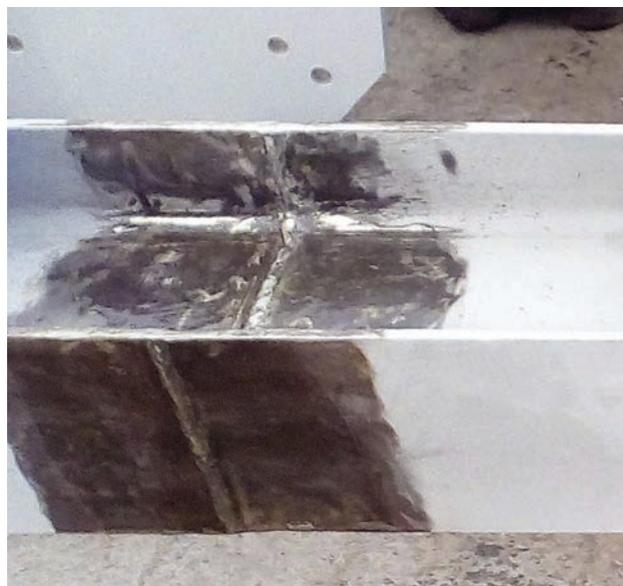


Рис. 1. Непровар колонны



Рис. 2. Непровар фермы промышленного здания



Рис. 3. Типичные дефекты металлических конструкций

причин их возникновения, а также принятие мер по их устранению и предупреждению. Приемочный контроль выполняется при завершении скрытых и других видов работ, готовности ответственных конструкций в процессе строительства и подготовки объекта капитального строительства к сдаче в эксплуатацию.

При обучении в ФГАУ «НУЦСК при МГТУ им. Н.Э. Баумана» даются базовые сведения, позволяющие инспектировать проведение визуально-измерительного и других методов неразрушающего контроля основного металла и сварных швов. Приводятся нормы допустимости отклонений от геометрических размеров, основные требования к допустимости дефектов, а также типичные ошибки, возникающие при монтаже металлоконструкций (рис. 3).

В настоящий момент проведена подготовка специалистов, выполняющих государственный строительный надзор при сооружении энергобло-

ков АЭС, общестроительный контроль, строительный контроль при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов магистральных нефтепроводов и нефтепродуктопроводов, технический надзор ряда других объектов.

ФГАУ «НУЦСК при МГТУ им. Н.Э. Баумана» осуществляет подготовку на основе современной учебно-материальной базы. Штат укомплектован высококвалифицированным преподавательским составом, имеющим большой практический опыт работы. К обучению специалистов привлекаются научные работники. Доступное и глубоко научно обоснованное изложение материала позволяет обучаемым повысить свои теоретические знания, укрепить практические навыки в соответствии с требованиями отечественных и зарубежных стандартов с учетом передовых научно-технических достижений. Обеспечение высокого профессионализма специалистов – наш вклад в модернизацию инфраструктуры России. ■

**Серьезнов А.Н., Степанова Л.Н., Кабанов С.И. и др.**

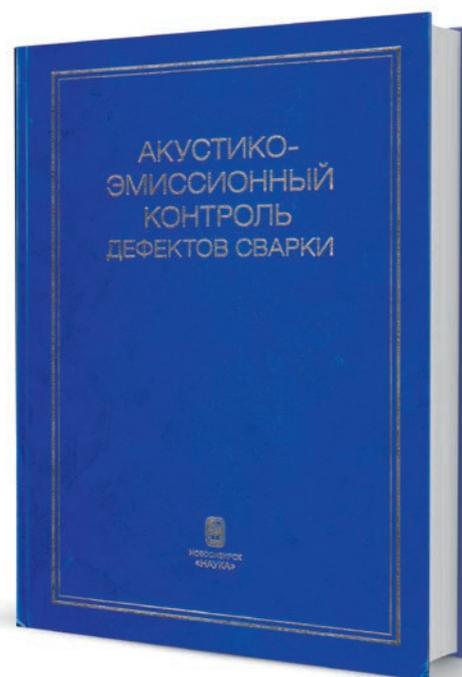
## **АКУСТИКО-ЭМИССИОННЫЙ КОНТРОЛЬ ДЕФЕКТОВ СВАРКИ**

**ISBN 978-5-02-038780-5**

**Формат - 70x100 1/16, 272 страницы, год издания - 2018.**

В монографии обсуждаются особенности технологии контроля дефектов сварки методом акустической эмиссии. Анализируется работа пьезопреобразователей. Рассмотрены принципы построения многоканальных микропроцессорных акустико-эмиссионных систем. Приводятся разработанные методы определения координат дефектов в процессе сварки с использованием различных методов кластеризации, в том числе при сварке контуров сложной формы. Изучены особенности технологии акустико-эмиссионного контроля дефектов при ручной и автоматической сварке, лазерной сварке и сварке рельсов. Представлены методики браковки дефектов в процессе сварки методом акустической эмиссии.

Книга предназначена для специалистов и научных работников в области электроники и неразрушающего контроля машиностроительных конструкций, а также преподавателей, аспирантов и студентов вузов соответствующих специальностей.



**1300 руб.**



Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации



Федеральное государственное автономное учреждение  
«Научно-учебный центр «Сварка и контроль»  
при МГТУ им. Н.Э. Баумана»

### Область деятельности

#### ➤ **Аттестация/сертификация:**

- персонала в области неразрушающего контроля (по российским и международным стандартам)
- специалистов неразрушающего контроля, выполняющих работы на объектах ПАО «Транснефть»

#### ➤ **Аттестация лабораторий неразрушающего и аккредитация лабораторий разрушающего контроля, лабораторий, осуществляющих испытания продукции**

#### ➤ **Обучение по дополнительным профессиональным программам и повышение квалификации:**

- подготовка специалистов в области неразрушающего контроля
- подготовка специалистов в области технического диагностирования
- энергетическое обследование промышленных предприятий и объектов ЖКХ

#### ➤ **Энергоаудит зданий и сооружений**

**Традиции Надежности и Качества!**

**+7 (499) 263-67-83 [www.sertink.ru](http://www.sertink.ru)  
e-mail: [mgtu@sertink.ru](mailto:mgtu@sertink.ru)**



## СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ГОСУДАРСТВА НА ВЫСТАВКЕ «ИНТЕРПОЛИТЕХ – 2019»



**КОВАЛЕВ Алексей Васильевич**  
Д-р техн. наук, профессор



**МАТВЕЕВ Владимир Иванович**  
Канд. техн. наук

ЗАО «НИИИИ МНПО «Спектр», Москва

Очередная XXIII Международная выставка средств обеспечения безопасности государства прошла с 22 по 25 октября 2019 г. на ВДНХ г. Москвы в соответствии с распоряжением Правительства РФ № 1140-р от 19 июня 2015 г. Организаторы выставки – МВД, ФСБ и Росгвардия Российской Федерации.

Цель выставки – широкомаштабный показ новейших разработок, способствующих совершенствованию технической оснащенности правоохранительных органов и других силовых структур, выполняющих задачи в сфере обеспечения безопасности. Десятки инновационных и уже апробированных разработок

российских и зарубежных специалистов были представлены на данной выставке: спецтранспорт нового поколения, многоцелевые летательные аппараты, самые современные образцы поисково-досмотровой и криминалистической техники, сверхточное оружие, робототехнические комплексы и системы распознавания лиц.

Руководитель МВД России Владимир Колокольцев принял участие в церемонии открытия выставки. Приветствуя участников и гостей форума, глава МВД России отметил, что более двух десятилетий этот масштабный проект собирает в Москве представителей правоохранительных

органов, оборонно-промышленного комплекса и научных организаций. За прошедшие годы он по праву завоевал высокий авторитет в международном полицейском сообществе.

Более 370 отечественных и зарубежных компаний представили на «Интерполитех-2019» свои инновационные продукты. Среди них 31 компания из семи зарубежных стран. Из постоянных экспонентов «Интерполитеха» – 211 крупных отечественных предприятий, таких как: «Ростех», ЗАО «НЕЛК», ООО «ЦРТ», ОАО «Горизонт», автомобильный завод «Урал», НПЦ «СПЕКТР-АТ» и др.

На выставке достаточно широко была представлена техника

видеонаблюдения оптического диапазона, в том числе тепловизионная техника, для решения задач охраны особо важных объектов, наблюдательных и разведывательных целей, всепогодного прицеливания и т.д.

Компании: НПЦ «СПЕКТР-АТ», «ПЕРГАМ-Инжиниринг», «Дедал-НВ», «БИК-Информ», «ШВАБЕ», Hikvision, IRay Technologies, Beijing FJR Optoelectronic Technology, Global Sensor Technology (GUIDE), «ГИТ Системс» и др. – показали тактические возможности современных тепловизионных средств. В их числе охлаждаемые и неохлаждаемые тепловизоры, стационарные и мобильные, классические и специального назначения, самостоятельные или в составе комплексных интегрированных систем. Тепловизионная аппаратура занимает особую нишу при решении ряда задач, использующих только инфракрасные системы. Тепловизионная техника обладает рядом достоинств и присущих только ей возможностей при обнаружении удаленных теплоизлучающих объектов и целей независимо от уровня естественной освещенности, а также (до определенной степени) тепловых или других помех: встречной засветки, дыма, пыли, тумана, дождя, снега и т.п. В по-

следние годы развитие тепловизионной техники идет в основном по пути применения неохлаждаемых многоэлементных (матричных) приемников излучения, физические характеристики которых весьма высоки и практически не уступают охлаждаемым приемникам. Современные тепловизионные системы имеют малые массогабаритные параметры и энергопотребление, обеспечивают бесшумную работу и высокое качество тепловизионных изображений.

Так, компания «ГИТ Системс» представила охранные тепловизоры серии GIT M от 25-й до 105-й модели – это небольшие и очень эффективные устройства наблюдения. На надежном и скоростном поворотном устройстве установлены высокочувствительный тепловизор (640×512 пикселей, 40 мК) и видеокамера FULL HD с трансфокатором 40× с фокусным расстоянием 272 мм и с функцией день/ночь. Поворотное устройство может вращаться без ограничения 360° по горизонтали и на ±90° по вертикали. Это тепловизоры для небольших и средних периметров и объектов. Умные тепловизоры с видеоналитикой GIT U-серии создают тепловой барьер вдоль периметра охраняемого объекта. День или ночь, есть свет или нет, теплови-

зоры GIT U-серии не пропустят ни одного нарушителя и выдадут тревожный сигнал при пересечении периметра. В тепловизорах GIT U-серии применены алгоритмы тепловизионной видеоаналитики: детектор движения, пересечение линий, вход или выход из зоны, автосопровождение (трекинг) целей, тревожные оповещения.

Компания НПЦ «СПЕКТР-АТ» ознакомила посетителей с параметрами и возможностями ряда современных моделей поисково-досмотровых тепловизоров, производимых в НПЦ «СПЕКТР-АТ». Среди новых разработок была показана носимая тепловизионная камера «КАТРАН-СМ», предназначенная для наблюдения за объектами или охраняемыми зонами в любое время суток в сложных метеоусловиях, а также для решения антитеррористических и специальных задач, патрулирования, проведения поисково-спасательных операций, в том числе и во время стихийных бедствий. Формат приемника 384×288 пикселей в диапазоне 8–14 мкм. Дистанция обнаружения/распознавания человека 320/110 м. Для увеличения дистанции обнаружения разработана носимая тепловизионная камера «КАТРАН-2М», позволяю-



Стенд НПЦ «СПЕКТР-АТ»





Стационарные тепловизоры компаний «ПЕРГАМ-Инжиниринг» и «Дедал-НВ»

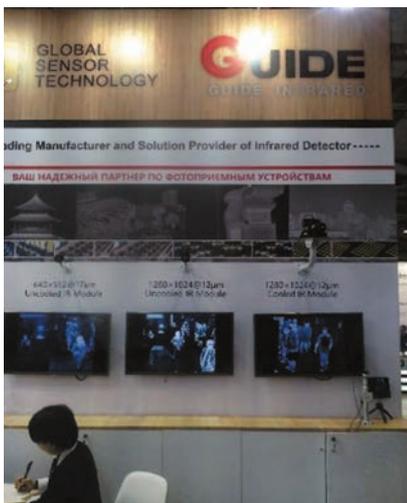
щая обнаружить/распознать человека на расстоянии 500/200 м, а затем носимая тепловизионная камера «КАТРАН-3Б» с форматом приемника 640×480 пикселей для обнаружения/распознавания человека уже на расстоянии 1050/500 м. В последнее время разработана новая модификация тепловизионного прибора разведки «КАТРАН-4».

Вызвал интерес портативный двухканальный прибор разведки «СПРУТ-3» для ведения всепогодного круглосуточного наблюдения, разведки, обнаружения людей, транспортных средств,

снайперов и наблюдателей, пулеметных, минометных и артиллерийских позиций, снабженных оптическими и электронно-оптическими средствами наблюдения и прицеливания, расположенных на значительном удалении от наблюдателя с определением электронных координат обнаруженных объектов и последующей передачи информации об их расположении по беспроводным каналам связи. Все перечисленные устройства используют матрицы из неохлаждаемых микроболометров на основе *a-Si*, имеющих температурную чувствительность

на уровне 0,05°С. В настоящее время данная тепловизионная аппаратура является одним из основных поисково-досмотровых средств армейских, полицейских и спасательных подразделений, силовых структур и правоохранительных органов. Вызвал также интерес быстроразвертываемый мобильный комплект охранного наблюдения «Спектр-С».

Ряд вариантов стационарных тепловизионных систем был представлен на стендах компаний «ПЕРГАМ-Инжиниринг», «Дедал-НВ», «БИК-Информ», «Старт-7». Как правило, они являются панорамными мультиспектральными комплексами для всепогодного видеонаблюдения и охраны больших территорий и акваторий. В их основе неохлаждаемые микроболометрические матрицы высокого разрешения 640×480 пикселей в спектральном диапазоне 8–14 мкм. В комплексы также входят оптико-телевизионный канал и лазерный дальномер. Комплексы обычно устанавливаются на поворотные устройства для эффективного кругового наблюдения. В качестве примеров можно привести поворотные тепловизионные системы серии АТ (компания «ПЕРГАМ-Инжиниринг»), панорамный малогабаритный мульти-



Тепловизионные модули компании Global Sensor Technology

спектральный комплекс наблюдения BVS6-КРУГОЗОР (компания «БИК-Информ»), двухспектральную систему видеонаблюдения «КИВЕР-М» (компания «Дедал-НВ»), тепловизионную систему «СТРАЖ-П» (компания «Старт-7»), интегрированную систему «ОКО» (ОАО «Пеленг», Беларусь) и др.

Существенных результатов на рынке тепловизионной техники добилась компания Global Sensor Technology (Wuhan Guide Infrared Co., China). Неохлаждаемые и охлаждаемые тепловизионные модули, представленные на выставке, используют матричные фотоприемники собственной разработки, обладающие высокой чувствительностью и производительностью. Благодаря использованию ряда стандартных интерфейсов и открытого протокола данная продукция позволяет создавать разнообразные расширения для интеграции и вторичной разработки различных изделий в таких областях, как камеры мониторинга безопасности, термографические тепловизионные камеры, портативные тепловизоры и т.п.

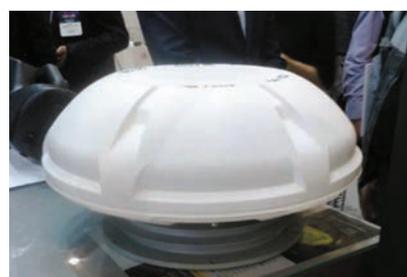
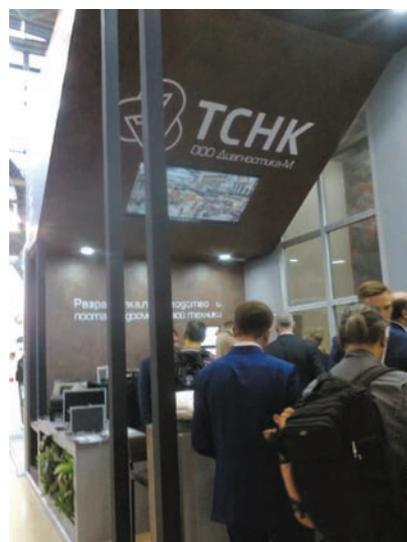
Новую серию портативных тепловизоров и тепловизионных модулей представила компания Hikvision. Их особенностью является повышенная четкость изображения за счет автоматического контроля усиления, цифрового улучшения детализации и цифрового подавления шума.

Полностью интегрированные системы мониторинга и охраны объектов предложили ряд компаний, в частности «БИК-Информ», которая показала мобильный радиолокатор «РАДЕСКАН» на поворотной платформе с видеокамерой и тепловизором. Комплекс обеспечивает всепогодный контроль и мониторинг больших открытых территорий и позволяет обнаруживать подвижные объекты на открытой земной или водной поверхности

с измерением параметров траекторий. Точность определения дальности объекта 1 м, точность определения азимута 0,5°, дальность обнаружения объекта и его распознавания – до 2000 м (человек, группа людей), а транспортных средств – до 3000 м. Одна из моделей «РАДЕСКАН-Анти-Дрон» включает в свой состав комплекс подавления «Арбалет 1» с помощью устройства постановки направленных радиопомех, препятствующих выполнению задания противоправного использования БПЛА. Свои решения по радарным системам наглядно продемонстрировали также компании: «Диагностика-М» (ТСНК), показав радар DR-500 с дальностью обнаружения БПЛА 500 м; «Базовые технологии» – станция МРЛС с дальностью 2 км; «ГИТ Системс» – GIT R-20 с дальностью обнаружения БПЛА 4 км.

Компания НПФ «Видар» показала новый модуль «ВИДАР» обнаружения малоразмерных объектов на чисто оптическом методе детекции, в котором использованы оптоэлектронные датчики машинного зрения с высоким разрешением, что позволяет обнаруживать БПЛА на расстоянии до 1200 м с последующей нейтрализацией эффективного полета.

Еще одно направление применения тепловизионной техники – оптико-тепловизионные прицелы (всепогодные «глаза»), которые были представлены такими компаниями, как НПЦ «СПЕКТР-АТ», «Дедал-НВ», «ШВАБЕ», Hikvision. Компания НПЦ «СПЕКТР-АТ» демонстрировала прицелы «ИРБИС» и «МЕДВЕДЬ» для обнаружения целей на обширных площадях в сложных метеоусловиях при высоком уровне естественных помех. Эти типы прицелов предназначены для ведения стрельбы из оружия нормального калибра на расстояниях от 300 до 800 м, что определяется размером ИК-мат-



Стенд компании «Диагностика-М» (ТСНК) и ее экспонат антидрон-радар DR-500

рицы и характеристиками объектива. Тепловизионные прицелы серии «ГРАНИТ» также предназначены для работы со стрелковым оружием нормального калибра. Это автоматы, в том числе модульной конструкции («ГРАНИТ-12С» и «ГРАНИТ-12К»), пехотный пулемет («ГРАНИТ-12ТТП»), снайперская винтовка («ГРАНИТ-12СВ»). Тепловизионная предобъективная насадка ПТН-60 расширяет возможности оптических прицелов, обеспечивая круглосуточное и всепогодное использование техники и оружия. Конструкции современных оптических, оптико-тепловизионных и тепловизионных прицелов в достаточной степени устойчивы к тряске и ударам.

В настоящее время пропускные пункты на особо важные объекты оснащаются необходимым досмотровым оборудовани-



Металлодетекторы компаний «БЛОКПОСТ» и «СФИНКС»

ем. Наибольшее распространение получили стационарные и портативные металлоискатели, которые были наглядно представлены на стендах компаний «БЛОКПОСТ» и «СФИНКС». Как правило, они основаны на электроиндукционном (вихретоковом) методе детекции изделий и предметов из металлов. В меньшей степени применяется магнитный метод обнаружения запрещенных предметов. В особых случаях традиционные металлодетекторы оснащаются датчиками обнаружения радиоактивных материалов. Компания «СФИНКС» представила восемь моделей современных металлоискателей. Они разной степени чувствительности — от выявления в предметах игл, поломанных бритв и сим-карт до обнаружения в одежде запрещенных огнестрельного или холодного оружия. Одна из моделей ВМ-611РД-2.0 позволяет одновременно обнаруживать металлические и радиационные материалы. Кроме того, компанией «ПОЛИМАСТЕР» разработаны самостоятельные установки радиационного контроля, например РМ 5000 Р, предназначенные для обнаружения радиоактивных и ядерных материалов при контроле пешеходов и багажа на раз-

личных пунктах пропуска. Установка успешно обнаруживает загрязнение радиоактивными веществами одежды, обуви и кожных покровов персонала предприятий атомно-промышленного комплекса. Диапазон энергии регистрируемого гамма-излучения 0,02–3,0 МэВ. При обнаружении в контролируемой зоне радиоактивных и ядерных материалов или изменении фонового значения гамма-излучения включается световая и звуковая сигнализация. При аварийном отключении сети предусмотрен автономный режим работы от встроенной аккумуляторной батареи. Дополнительно разработан портативный дозиметр гамма-излучения ДКГ-РМ 1211. Прибор весьма удобен при оперативной работе в таможенной и пограничной службах.

Оптические устройства, относительно простые и удобные при проведении досмотра транспортных средств, представили компании «МАРТЬ» и ЭВС. Первая показала видеодосмотровое устройство «ПЕРИСКОП-ПРО» с телескопической штангой 955–1730 мм и с возможностью беспроводной передачи видеосигнала по радиоканалу на телевизор до 100 м. Телевизион-

ные системы досмотра также нашли широкое применение на практике. Так, компания ЭВС демонстрировала телевизионную систему осмотра днища автомобильных и железнодорожных транспортных средств и другую телевизионную систему наблюдения через тонированные стекла с коэффициентом пропуска видимого света от 50 до 5%.

Большое развитие в пропускной системе получили съем и анализ биометрических показателей. МГТУ им. Н.Э. Баумана разработал автоматизированный пропускной модуль верификации и идентификации для применения в системах безопасности стратегически важных объектов. В модуле используются биометрические технологии с биометрической идентификацией посетителей, определение психического напряжения и эмоционального состояния, а также измерение физиологических параметров посетителей. В свою очередь, компания RusGuard представила IP СКУД нового поколения, а компания ZKTeco — антивандальный терминал распознавания лиц ProFace X для наружного использования с памятью на 50 000 шаблонов лиц и скоростью распознавания менее 0,3 с.



*Рентгеновская многокурсовая двухэнергетическая досмотровая техника*

Считыватели документов демонстрировали несколько компаний. Так, на стенде НПЦ «СПЕКТР-АТ» был показан детектор подлинности документов и денежных знаков «ГЕНЕТИКА-09», специальным постановлением принятый на вооружение специальных служб, а компания Regula-Rus представила новый считыватель документов «Регула» 7017/7027 для автоматического сканирования паспортов, ID-карт, водительских удостоверений, виз и иных документов.

Компания «Оксиджен Софтвер» представила мобильный криминалист-эксперт – совершенный многофункциональный инструмент для высокоскоростной и эффективной работы с данными из мобильных устройств, дронов, облачных сервисов и ПК: извлекает и расшифровывает все данные, в том числе удаленные; получает данные из дронов и выстраивает маршруты полетов; получает информацию о системе и т.п.

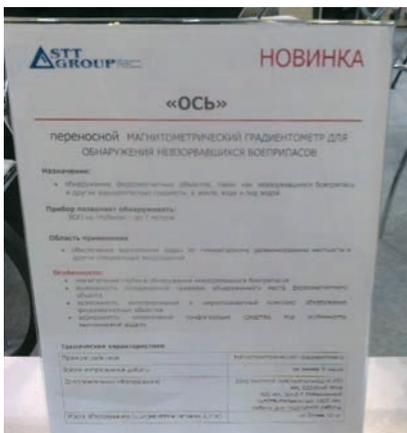
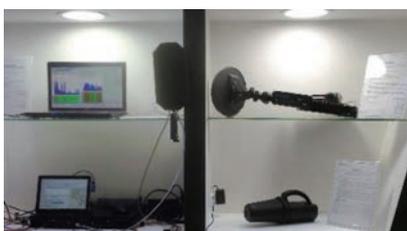
При досмотрах широкое распространение получили детекторы взрывчатых и наркотических веществ (компании ТСНК, НПЦ «СПЕКТР-АТ», ФГУП СПО «АНАЛИТПРИБОР», «Южполиметалл-Холдинг»). Большинство детекторов являются по существу спектрометрами ионной подвижности опасных веществ в га-

зовой среде. Аналогичный по принципу действия детектор паров и следов взрывчатых веществ «М-ИОН» демонстрировала компания ТСНК с высокой чувствительностью и широким спектром обнаруживаемых веществ. ФГУП СПО «АНАЛИТПРИБОР» представил универсальную мобильную систему СДКВС-1М дистанционного контроля воздушной среды, содержащей опасные вещества. Компания НПЦ «СПЕКТР-АТ» также представила мобильный обнаружитель взрывчатых веществ «ЗАСЛОН-М», основанный на тушении фотолюминесценции сенсорного материала в присутствии паров взрывчатых веществ. Еще один комплект аналитических тестов для идентификации взрывчатых веществ «ВВ-Каспер» также продемонстрировал НПЦ «СПЕКТР-АТ». Во всех типах мобильных приборов обнаружения взрывчатых веществ предусмотрено устройство резкого всасывания паров или макрочастиц для оперативного отбора пробы. Пороговая чувствительность к ТНТ находится на уровне  $10^{-14}$  г/см<sup>3</sup> для паров и 100 пг для частиц (при 20 °С и относительной влажности 50 %).

Компания «Южметалл-Холдинг» показала новый идентификатор токсичных химикатов,

биологических агентов и взрывчатых веществ «ХимЭксперт-Т». Прибор является портативным рамановским спектрометром, обеспечивающим идентификацию около 15 000 различных химических веществ в жидком, твердом или порошкообразном состоянии, в том числе взрывчатые вещества, опасные химические и биологические агенты. Здесь же можно было ознакомиться непосредственно с портативным обнаружителем взрывчатых веществ и опасных химических агентов «КЕРБЕР-Т» с ионно-дрейфовым детектором и ионизацией с помощью импульсного коронного разряда.

Широкомасштабный досмотр багажа и грузов традиционно проводится с использованием высокоэнергетического рентгеновского излучения. Современные образцы инспекционно-досмотровых комплексов для проверки грузовых транспортных средств и грузов (грузовиков, контейнеров, железнодорожных вагонов, легковых автомобилей, крупного багажа) используют рентгенотелевизионные установки 2-ракурсного отображения и двойной энергии, досмотровые системы на основе компьютерной томографии, системы сканирования тела человека на основе технологии обратно рассеянного



Нелинейные локаторы STT-Group

рентгеновского излучения ультранизкой дозой. Известные российские компании СКБ «МЕД-РЕНТЕХ», ТСНК, «НЕЛК» представили значительный перечень двухэнергетических многоразовных досмотровых рентгеновских сканеров. Химический состав для идентификации вложений определяется по сопоставлению коэффициентов поглощения при двух разных энергиях рентгеновского излучения со значениями коэффициентов из базы данных запрещенных веществ.

На стенде компании «НЕЛК» также можно было ознакомиться с рядом рентгеновских инспекционно-досмотровых систем, в том числе с рентгенографическим сканером досмотра человека в полный рост «КОНТУР-Т».

Доза облучения человека за одно обследование ниже 0,25 мкЗв, что равносильно прогулке по улице в солнечную погоду в течение 2 ч (нормальным естественным радиационным фоном Земли считается 0,20 мкЗв/ч). Компания «НЕЛК» также сообщила о создании передвижной лаборатории специального рентгеновского контроля, что позволяет оперативно решать задачи по рентгенографическому контролю в местах размещения объектов исследования.

К оригинальным досмотровым устройствам относятся нелинейные локаторы, ставшие наиболее эффективным инструментом для физического поиска электронных устройств и компонентов, радиовзрывателей, закамуфлированных подслушивающих устройств и т.п. Известные российские компании STT-Group и «Нелинейные локаторы ЛОРНЕТ» производят линейку инновационных моделей локаторов в различных диапазонах частот (от 0,8 до 3,6 ГГц) для решения многочисленных задач по обнаружению технических средств негласного съема информации, электронных компонентов взрывных устройств и поражающих элементов, мобильных телефонов и SIM-карт в исправительных учреждениях и т.п. В этот раз также была представлена новинка – переносной магнитометрический градиентометр «ОСЬ» для обнаружения невзорвавшихся боеприпасов на глубине до 7 м.

Вызвали интерес посетителей оптические обнаружители видеокамер «ОПТИК-2» (компания «СЮРТЕЛЬ»), сканирующий обнаружитель средств наблюдения «СОСНА-М» (компания «ШВА-

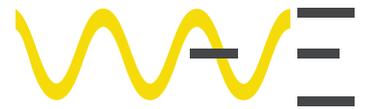
БЕ») и серия приборов компании НПЦ «СПЕКТР-АТ»: оптико-электронные приборы «СПИН-2М» и «СПИН-3» для дистанционного обнаружения оптико-электронных систем наблюдения, в том числе ПНВ и снайперских прицелов, снабженных длиннофокусными объективами, ведущих встречное наблюдение в условиях как интенсивного дневного, так и низкого ночного освещения, оптико-электронный прибор «АНТИСВИД-2» для поиска и визуализации местоположения портативных систем скрытого видеонаблюдения, приборы «ГРАНАТ-1» и «ГРАНАТ-2» для обнаружения скрытых закамуфлированных телевизионных систем наблюдения.

Нельзя не отметить радиоэлектронную аппаратуру высочайшего класса известной компании ROLNDE & SCHWARZ. На данной выставке, в частности, был представлен измерительный приемник электромагнитных помех с исключительными высокочастотными характеристиками и уникальными возможностями измерений в диапазоне от 2 Гц до 500 ГГц.

В рамках выставки «Интерполитех» прошло более 60 тематических мероприятий, на которых было представлено около 160 докладов, касающихся самых острых тем в сфере безопасности. Также прошел форум негосударственных структур безопасности «Безопасная столица», в рамках которого обсуждались новые форматы взаимодействия с органами государственной власти. В деловой программе следует выделить мероприятие, построенное на принципиально новой дискуссионной платформе Say Future: Security, по темам: безопасность будущего, когнитивные технологии, кибербезопасность, искусственный интеллект, видеонаблюдение, профильные семинары, обширная демонстрационная программа и многое другое. ■

# Harfang WAVE

Новые возможности классического ультразвукового дефектоскопа



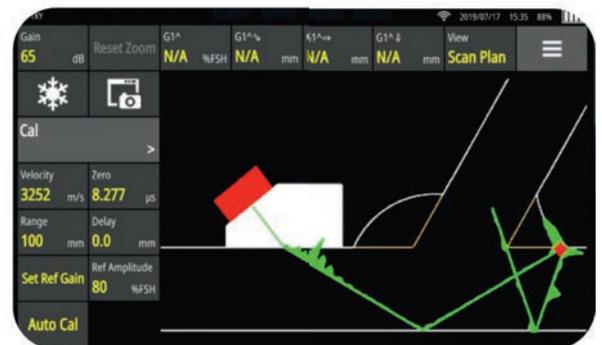
Harfang WAVE ультразвуковой дефектоскоп компании Sonatest Ltd, Великобритания создан на основе инновационных технологий, гарантирующих достоверность получения данных, производительность контроля и удобство в работе с прибором.

*Ваша загадка -  
наше решение!*

✓ Встроенное ПО позволяет воспроизводить сложные геометрические формы (криволинейные поверхности, тавровые соединения, патрубки, фланцы) на дисплее. В сочетании с программой отслеживания траектории луча в реальном времени и наложением А-скана на построенную траекторию помогает отличать сигналы от дефектов и геометрии объекта контроля.

✓ Управление дефектоскопом осуществляется с помощью сенсорного дисплея. Попадание на дисплей воды, контактной жидкости не оказывает заметного влияния на работоспособность прибора. Оператор с одинаковым успехом может работать как в перчатках, так и без них.

✓ Специализированное ПО позволяет конфигурировать меню прибора, которое не имеет неиспользуемых элементов управления, но соответствует требованиям технологии контроля.



## Характеристики:

- Напряжение генератора (100-500) В
- Усиление 120 дБ
- Частотный диапазон (0,2 - 20) МГц
- Встроенное ПО: DAC, ВРЧ, АРД, AWS, API
- Время непрерывной работы от аккумулятора 10 ч
- Встроенные микрофон и видеочамера
- Защита от воздействия окружающей среды IP67
- Масса 1,7 кг



Официальный представитель Sonatest Ltd, Великобритания на территории России

111024, Москва, ул. Авиамоторная, 12, офис 405

+7 495 587-82-98 www.sonatest.ru www.panatest.ru mail@panatest.ru



# 12-й МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ ALL-OVER-IP 2019



**МАТВЕЕВ Владимир Иванович**  
Канд. техн. наук,  
ЗАО «НИИИИ МНПО «Спектр», Москва

В очередном 12-м Международном форуме All-over-IP (Москва, КВЦ «Сокольники», 20–22 ноября 2019 г.) по **видеонаблюдению и информационной безопасности** приняли участие более 66 компаний.

Темы форума: цифровая трансформация, биометрия, управление идентификацией, видеонаблюдение, интернет вещей (IoT), нейросети, искусственный интеллект, кибербезопасность, машинное зрение, контроль и управление доступом, облачные технологии, комплексные системы безопасности, цифровые города и предприятия (если более

глобально – цифровая экономика, искусственный интеллект, роботы и люди).

Обеспечение безопасности и создание IT-инфраструктуры территориально распределенных объектов позволило выявить тренды высшего класса. Система автоматизации зданий и крупных предприятий генерирует огромное количество данных. Бесчисленное количество устройств, применяемых в городской инфраструктуре, автомобильных системах, технологических процессах, системах безопасности, формируют постоянные потоки данных. С помощью IT-инструментов их можно собирать, сохранять и анализировать, извлекая новые знания для более эффективной автоматизированной эксплуатации техники. Современная система контроля и управления доступом (СКУД) крупного предприятия – это конструктор, для которого выбирают лучшие по функционалу и стоимости элементы от разных производителей. Для сложных электронных устройств, которыми являются контроллеры, считыватели и другие части СКУД, важно, чтобы они «говорили» на одном языке.

*Видеонаблюдение* является неотъемлемой функцией комплексной системы безопасности объекта, поскольку современное оборудование видеонаблюдения позволяет не только наблюдать и записывать видео, но и проводить интеллектуальный анализ и программировать реакцию всей системы безопасности при возникновении тревожных событий [1–3].

Из всего многообразия направлений развития видеонаблюдения наиболее перспективным стало появление облачных технологий, которые еще вчера многие специалисты по безопасности оставляли без должного внимания. Данные технологии позволяют хранить информацию за пределами объекта, на котором установлены камеры. От пользователей требуется лишь обеспечить подключение к сети, а все остальное сделает «облако». Организация серверов, хранение информации, интеллектуальный анализ, отказоустойчивость ядра системы – все эти вопросы снимаются с пользователя.

Три компании – Cloud 4Y, RTCloud и «Электронное Облако» показали свои возможности в



организации предоставления услуг широкополосного доступа к сети Интернет и иных услуг, связанных с Интернетом. Среди услуг: организация облачного сервера и объектного хранилища, хранение и защита персональных данных, ведение корпоративной почты, резервное копирование, антиспам, организация удаленного рабочего места, аренда защищенного сервера и т.п. Безопасность обеспечивается на основе Ф3-152 и в соответствии с сертификатами ФСБ, ФСТЭК, ISO 27001, PSI DSS 3.2. Основная идея проекта – создание облачной платформы, на базе которой компании различного масштаба смогли бы построить или зарезервировать существующую ИТ-инфраструктуру любой сложности, повысить эффективность и обеспечить непрерывность работы компаний. Разработчики облачных технологий предоставляют клиентам комплекс высокотехнологичных решений на базе сети центров обработки данных, расположенных по всей России.

Камеры и технологии машинного зрения демонстрировали компании «Камера IQ», BASLER, LEX Computech, FRAMOS, Xilinx и многие другие. Промышленные видеокamеры являются «глазами» современных роботов, станков, измерительных приборов, устройств идентификации,

сортировки и контроля качества продукции, комплексов видеофиксации нарушений ПДД и биометрических систем. Научные видеокamеры и системы на их основе (Scientific Imaging) позволяют ученым визуализировать и измерять процессы и явления, не доступные невооруженному глазу. Для регистрации быстрых и высокопроизводительных процессов компания «Камера IQ» предложила компактные камеры машинного зрения Genie Nano 5GigE с высоким качеством изображения и беспрецедентной скоростью передачи данных до 5 Гб/с.

Промышленные и научные цифровые камеры компании XI-MEA позволяют работать в видимом и ближнем ИК-диапазоне от 470 до 975 нм. Они совместимы с более чем тридцатью популярными библиотеками машинного зрения и соответствуют стандартам отрасли.

Российская компания МКОИ (Международный клуб оптических инноваций) – поставщик и разработчик инновационных оптических технологий и оборудования для промышленной автоматизации, испытаний и научных исследований – продемонстрировала новые мультиспектральные камеры, в частности JAI серии FUSION. Мультиспектральные камеры позволяют одновре-

менно получать цветное изображение объекта съемки в видимом спектре и его вид в ближнем инфракрасном диапазоне. В качестве простых примеров: инспекция внешней этикетки и одновременно контроль уровня наполнения в непрозрачном для видимого света контейнере; сортировка яблок по внешнему виду и выявление битых яблок, места удара на которых хорошо проявляются в ИК-спектре.

Компания «ТАХИОН» также представила серию всепогодных видеокamер промышленного класса. В качестве примера продемонстрировался всепогодный автономный узел видеоконтроля «ТАХИОН», который позволяет контролировать промышленные объекты в зоне покрытия GSM/WiFi (периметры, удаленные подстанции, гидротехнические сооружения, труднодоступные точки видеоконтроля, посты «раннего» и скрытного обнаружения), гражданские объекты (парковки гипермаркетов, гаражи, дачные и жилые объекты), автотрассы с развязками, улицы городов и т.д. Одним из конкурентных преимуществ узла перед аналогичными системами является возможность дистанционного перепрограммирования сценариев и алгоритмов интеллектуальных функций и режимов работы с главного сервера.



Большую линейку устройств для видеонаблюдения и машинного зрения в целях мониторинга и автоматизации производственных процессов предложила известная компания «БИК-ИНФОРМ», в частности: телевизионные камеры, взрывобезопасные опорно-поворотные устройства, термобоксы из нержавеющей стали, IP-серверы, контроллеры управления, Zoom-модули, аппаратуру передачи видеосигналов и сигналов управления. Среди представленных экспонатов были и новинки, например камера наблюдения дальнего радиуса действия Fujinon SX800, оснащенная объективом с фокусным расстоянием от 20 до 800 мм и высокоскоростной фокусировкой.

Интеллектуальное машинное зрение для промышленного сектора продемонстрировала компания «РусИД», в частности были представлены возможности контроля и распознавания объектов, качества покрытия, однородности структуры материала, наличия царапин, вмятин и других внешних дефектов в прокатном производстве и т.д. Предложены комплексные решения для контроля и автоматизации производственных задач – от индивидуальных датчиков и преобразователей до многофункциональных систем измерения и управления технологическим процессом.

Компания «ПЛКСистемы» предложила систему LANTAN-Soft SCADA для промышленной автоматизации, предназначенную для визуализации и управления технологическими процессами, производственными циклами и оборудованием, причем с возможностью удаленного управления и мониторинга. Все взаимодействия между сервером, рабочими станциями операторов и сторонними системами происходят по защищенным каналам.

Компания ITV 1 AxxonSoft разработала и продемонстрировала программный комплекс «Интеллект» на многочисленных примерах использования техники видеонаблюдения в любых отраслях промышленности и прежде всего в системах безопасности любого уровня сложности.

Известная компания «СПЕЦЛАБ» продемонстрировала на стенде процесс видеонаблюдения на ней-

росетях, в котором можно было не только видеть, но и понимать ситуацию, оценить угрозу. «СПЕЦЛАБ» – это школа программирования с многолетней историей. Здесь появилась первая система цифровой видеозаписи и разработаны технологии мирового уровня, основанные на аналитике наблюдаемых лиц и их поведении. Следует добавить, что самые перспективные разработки осуществляются на стыке биометрии и психодиагностики. Уже сейчас нейросети способны четко анализировать коды мимики и жестов, чтобы достоверно прогнозировать поведение человека, особенно в плане возможности совершения противоправных и опасных для общества поступков.

Свою версию технологии распознавания лиц предложили специалисты компании 3DiVi, представив систему 3DiVi Face SDK, которая выполняет поиск и





выделение лиц в режиме реального времени, распознавание лиц, сравнение лиц с шаблонами из библиотеки, распознавание эмоций, пола и возраста.

Целое перспективное направление было посвящено новым технологиям *доступа под контролем (системы СКУД)*. Компании AVLOY, ISBC Group, «ААМ Системз», Dormakaba и другие показали современные возможности интеллектуального видеонаблюдения в системах СКУД нового поколения. В них широко используются биометрические технологии на основе идентификации отпечатков пальцев, распознавания лица и радужной оболочки глаза, а также считыватели радиочастотных RFID-карт. Данные средства и методики уже успешно применяются в телекоммуникационных компаниях, транспортных сферах, образовательных учреждениях и т.д.

В частности, технологии распознавания лиц (компания O.VISION) имеют достоверность распознавания более 98%, кроме того, определяют пол, возраст, количество посетителей: не требуется никаких пропусков и ключей, моментальное распознавание без остановок, минимизация риска несанкционированного проникновения на объект. Другая компания – HID Global – предложила надежные системы контроля фи-

зического и логического доступа с применением технологий доступа по смартфону и биометрической идентификации. Новый биометрический контроллер со встроенным считывателем CL15 (компания PERCo) предназначен для учета рабочего времени и контроля дисциплины работающего персонала. Одно из оригинальных применений – контроль работы и состояний сотрудников служб безопасности – продемонстрировала компания Wekey.

Популярным стало использование термина «умный объект» (дом, город и т.п.). На данной выставке ряд компаний (Dormakaba, Bolid, Rubetek, True IP, Teledom, «Евромобайл») демонстрировали свои возможности в решении задач данного направления. Умные объекты означают использование современных средств автоматизации, сенсоров, датчиков, систем управления, основанных на применении IT- и IP-Интернет технологий и протоколов. Наиболее

характерный пример – организация учета ресурсов воды, газа, тепла, электричества с помощью приборов учета, сбор и обработка информации с помощью средств IT-инфраструктуры, в том числе с удаленным управлением (компания «Евромобайл», Bolid). Другой пример – домофонные системы с современным программным обеспечением, являющиеся основой реализации сложных задач в сфере систем безопасности от индивидуальных объектов до территориально разнесенных комплексов с соединением в единую сеть. Чтобы сделать свой дом умным, достаточно установить умную домофонную панель (компания Teledom) либо использовать современный смартфон с приложением программного обеспечения, что позволит дистанционно управлять любыми домашними приборами, в том числе следить за пожилыми людьми, детьми и домашними питомцами (компания Rubetek).





Таким образом, перечисленные выше компании представили новые серии интеллектуальных промышленных видеокамер широкого назначения с более развитым программным обеспечением. В качестве примеров были показаны возможности решения следующих задач: контроль качества плоских ЖК и плазменных панелей; контроль качества солнечных батарей, поиск микротрещин и краевых дефектов; аэрофотосъемка в системах дистанционного зондирования Земли с помощью беспилотных аппаратов; системы безопасности и биометрического контроля; системы для диагностики и исследований в офтальмологии, стоматологии и рентгенологии; системы контроля качества печатных плат, качества пайки и установки компонентов с их идентификацией; промышленная автоматизация, контроль качества поверхностей, сварных швов, сборки и определения дефектов; логистические системы, управление складом, распознавание штрих-кодов и номерных знаков.

Параллельно с выставкой проходили многочисленные мероприятия деловой программы в виде конференций, семинаров, презентаций, панельных дискуссий. На них были рассмотрены такие темы, как: архитектура ма-

шинного зрения, построение умного дома, оптимизация решения реальных задач в видеоаналитике, идентификация транспорта и людей, а также опыт рационального размещения оборудования CCTV и СКУД (около 80 докладов). В качестве основных направлений можно выделить следующие.

*Машинное зрение* – в центре внимания было развитие технологий машинного зрения в комбинации с современными вычислительными платформами и программными средствами; создание платформ, которые в значительной степени расширяют функциональные возможности систем, где решения принимаются на базе интеллектуальной видеоаналитики.

Конференция «*Цифровое ЖКХ*» была посвящена выгодам от внедрения Интернета вещей (Internet of Things), т.е. IoT-решений и сервисов, систем автоматизации и диспетчеризации инженерных систем, систем учета ресурсов, умных систем безопасности.

*Биометрический конгресс* рассмотрел: новые виды биометрии 2019 г., биометрию как инструмент цифровой трансформации бизнеса, единые биометрические стандарты и идентификационные документы, опыт внедрения Единой биометрической систе-

мы, искусственный интеллект и жизнь, лицевую биометрию, комбинацию технологий распознавания лиц и RFID. Машина, робот в полной мере не превзойдут человека никогда. При всем богатстве вычислительных возможностей роботу не по силам освоить такое человеческое качество, как интуиция.

На традиционной конференции «*Умный город*» обсуждались новые возможности в свете развития умных городов и Интернета вещей: трансформация бизнеса и новые источники дохода, беспроводные сети, микроэкономике в видеонаблюдении.

В заключение отметим возросший уровень средств и ПО в системах видеонаблюдения и видеоаналитики.

#### Библиографический список

1. Ковалев А.В., Матвеев В.И. Повышение информативности систем наблюдения путем комплексирования изображений // MEGATECH. 2015. № 1. С. 22–29.
2. Матвеев В.И. Программа «Умный город» как инновационное направление передовых технологий автоматизации // Мир измерений. 2018. № 1. С. 54–57.
3. Матвеев В.И. Securika – 2018 // Территория NDT. 2018. № 2. С. 60–63.

# КОНСТАНТА®

приборы неразрушающего контроля



[constanta.ru](http://constanta.ru)

# КОРРОЗИОННЫЙ МОНИТОРИНГ УЛЬТРАЗВУКОВЫМ МЕТОДОМ КОНТРОЛЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ФАЗИРОВАННЫХ РЕШЕТОК



**МАТЮШИН Виктор Владимирович**

Инженер-дефектоскопист,  
компания ИТС, Москва

Коррозия металла является основной причиной отказов и аварий различного оборудования и металлоконструкций. По последним данным NACE (Национальная ассоциация инженеров-коррозионистов), в США затраты на борьбу с коррозией ежегодно составляют 3,1% ВВП (276 млрд дол.), в Германии – 2,8% ВВП [1]. Коррозионный износ элементов оборудования часто является причиной его аварийного разрушения. Очевидно, что надежный коррозионный мониторинг является заметной составляющей в решении проблемы безаварийной эксплуатации потенциально опасного оборудования.

Самый опасный и мало изученный вид коррозии – стресс-коррозия (КРН или в англоязычной терминологии «stress corrosion cracking» (SCC)), по данным ПАО «Газпром», с 1996 по 2015 г. стресс-коррозия являлась причиной 40% всех аварий предприятия. Согласно данным Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору, минимум каждая третья авария на магистральных газопроводах происходит по причине коррозионного растрескивания под напряжением [1]. Утечки из продуктопроводов, кроме прямых убытков, еще наносят ощутимый ущерб окружающей среде. В атомной промышленности, где явление КРН также отмечается, риски аварий основного оборудования обычно неприемлемы.

Мониторинг оборудования и достоверное выявление стресс-коррозионных поражений – сложная задача. В настоящее время нет разработанной нормативной базы на проведение коррозионного мониторинга. Поэтому решение задачи своевременного выявления стресс-коррозии происходит явочным порядком. В силу необходимости заинтересованные компании вынуждены самостоятельно выработать технологические подходы, определять процедуры контроля и принимать собственные руководящие документы.

Как уже отмечалось, наибольшему ущербу от стресс-коррозионных процессов подвергаются магистральные трубопроводы. Это объясняется рядом физических факторов: большим механическим напряжением в стенке, повышенной генерацией атомарного водорода в определенных грунтах вместе с неудовлетворительным качеством изоляции и, конечно, громадным объемом трубопроводов. Тем не менее список объектов, подверженных КРН, существенно шире. Везде, где имеются механическое напряжение в металле и наличие атомарного водорода, есть объективные причины возникновения КРН. Выделение трубопроводов обусловлено лишь их распространенностью. Общая протяженность только лишь газотранспортной системы на территории России составляет около 180 тыс. км, не говоря уже о нефтепроводах, нефтепродуктопроводах и других промышленных и технологических трубопроводах.

Существует ряд методов для выявления коррозионных процессов. Так, например, в документе ОАО «Газпром нефть» «Методические указания по организации и исполнению программ мониторинга коррозии промысловых трубопроводов» приводится следующая классификация:

- диагностические методы – определение коррозионного износа металла трубопровода общепринятыми методами диагностических обследований;
- методы измерения скорости коррозии углеродистых сталей и ее изменений во времени, основанные на показаниях датчиков, размещенных в среде, движущейся по трубопроводу;
- оценка технологических и физико-химических параметров среды, характеризующих ее корро-

зионную активность, и изменений этих характеристик во времени;

- анализ статистики отказов оборудования в целях выявления участков с максимальными рисками аварий и наиболее значимых факторов, влияющих на аварийность трубопроводов.

Под термином «диагностические методы» здесь подразумеваются методы неразрушающего контроля (НК) и методы обработки и анализа, основанные на тех же методах НК.

Говоря о подземных трубопроводах, стоит уточнить, что наружный контроль традиционными неразрушающими методами возможен только в шурфах, другими словами, в свободном от грунта месте. Для контроля подземных трубопроводов используются внутритрубные снаряды, которые осуществляют контроль с внутренней стенки трубопровода. Контроль внутритрубными снарядами основан на тех же физических принципах, используемых в НК. Однако конструктивная особенность и условия автономного использования снарядов внутри трубопровода накладывают определенные ограничения на их результаты контроля, обычно данные НК, полученные в шурфах с помощью традиционного оборудования, являются более достоверными. Это объясняется большими возможностями и гибкостью традиционных систем НК по отношению к внутритрубным снарядам. Часто в практике диагностики дефектные участки трубопроводов, обнаруженные внутритрубным снарядом, подвергают дополнительному исследованию в шурфах. В этой связи предлагаем взглянуть на современные методы ультразвукового контроля с применением фазированных решеток (ФР), которые крайне выгодно использовать для мониторинга состояния металлокон-

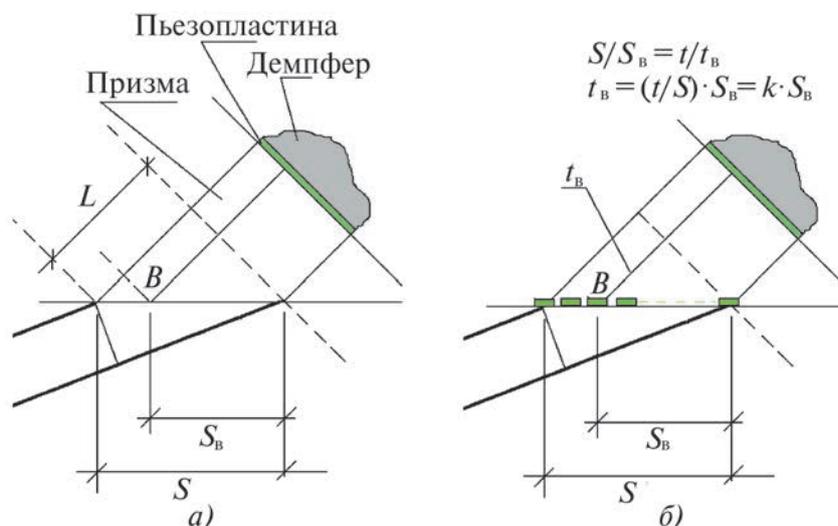


Рис. 1. Схематичное изображение эксперимента: а – традиционный наклонный ПЭИ; б – схематичное изображение эксперимента, при котором расположенные на разделе границы точечные генераторы ультразвука, возбуждаются пьезопластиной, которая мысленно является источником электрического возбуждения;  $S$  и  $S_B$  – проекции фронта волны, общей и в некоторой точке  $B$ , на границу раздела сред,  $t$  и  $t_B$  – время возбуждения пьезопластины,  $k$  – коэффициент возбуждения

струкций и, в частности, коррозионного мониторинга.

Фазированные решетки известны с 50-х гг. прошлого столетия. Первые их реализации появились в области радиолокации. С середины 1980-х гг. ФР применяются в медицине и примерно с 1990-х – в НК. Благодаря прогрессу в микроэлектронике удалось создать ультразвуковые дефектоскопы на основе ФР, по своим массогабаритным параметрам ненамного отличающиеся от обычных ручных ультразвуковых дефектоскопов.

В медицине технология ФР получила стремительное развитие, и сейчас является широко признанным методом диагностики. В НК распространение этой технологии идет пока не столь стремительно, но, надо полагать, благодаря своим потенциальным возможностям эта технология и в НК займет такое же лидирующее положение, как это произошло в радиолокации и медицине.

Для связности и цельности последующего изложения напомним физические основы ФР. Сле-

даем это, используя понятные аналогии, не прибегая к сложным теоретическим объяснениям.

На рис. 1, а схематически изображен традиционный наклонный пьезопреобразователь, излучающий волны во вторую среду в соответствии с законом Снеллиуса. Понятно, что волны, излучаемые пьезопластиной, образуют фронт, который доходит до границы раздела и возбуждает во второй среде преломленные и трансформированные волны. Процесс происходит в соответствии с принципом Гюйгенса–Френеля: каждая точка второй среды на границе раздела становится вторичным источником излучения.

Поставим мысленный эксперимент. На границе раздела расположим точечные генераторы ультразвука, которые не взаимодействуют друг с другом и акустически развязывают первую и вторую среду. Пусть эти генераторы обладают свойством повторять ультразвуковые колебания, которые на них приходят из первой среды. Итак, если на эти генера-

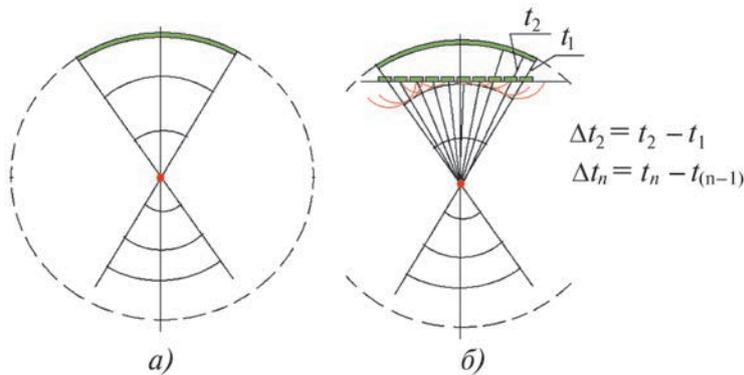


Рис. 2. Пример фокусирования ФАР:

*а* – фокусирование цилиндрической пьезопластиной; *б* – фокусирование линейной ФР (для фокусирования в «точку» аналогично сферической пьезопластине необходима матричная ФР);  $t_n$  – время распространения волны от цилиндрической пьезопластины до соответствующего элемента ФР;  $\Delta t_n$  – задержка подачи возбуждающего импульса на элемент  $n$  относительно элемента  $(n-1)$ , для простоты изложения считаем  $t_1$  минимальным временем распространения, т.е. с этого элемента начинается возбуждение ФР

торы приходят волны от пьезопластины (так как это происходит в обычном ПЭП), то во второй среде сформируется поле, точно такое, как и в случае обычного ПЭП на рис. 1, а. В распространении волн ровным счетом ничего не нарушали. Теперь представим, что эти генераторы можно возбуждать не только волнами, падающими от пластины, а, например, электрическим напряжением. Если возбуждать эти генераторы точно так же, как и акустическими волнами, то поле во второй среде не изменится. Таким образом, сделанная подмена не повлияет на распространение волн во второй среде или по характеру поля во второй среде нельзя однозначно сказать, является это поле следствием возбуждения обычной пьезопластины наклонного ПЭП или отдельных генераторов, расположенных на поверхности второй среды.

Заменим идеальные генераторы обычными пьезопластинами и подадим индивидуально на каждую из них возбуждающее напряжение точно в те моменты времени, в которые волновой фронт возбуждал идеальный генератор (или волновое возмущение падало в соответствующую точку гра-

ницы раздела)  $t_b$  (рис. 2, а). Понятно, что и в этом случае формирование поля волны произойдет в соответствии с принципом Гюйгенса–Френеля и не будет существенно отличаться от ультразвукового поля обычного ПЭП (на самом деле, чтобы отличия были небольшими, нужно придерживаться определенных правил, в основном эти правила касаются количества и размеров пьезопластин, поскольку этот эксперимент умозрительный, то можно исходить из того, что все необходимые параметры выдерживаются: количество пластин большое, а размеры пластин очень маленькие, т.е. пластины являются точечными источниками).

Таким образом, построенный ПЭП называют фазированной решеткой (ФР) и он обладает очевидным рядом преимуществ по сравнению с обычным ПЭП. Например, для изменения угла ввода достаточно поменять время возбуждения пьезопластин  $t_b$ : достаточно изменить в формуле возбуждения коэффициент  $k$  (см. рис. 1). Нахождение зависимости коэффициента  $k$  от угла ввода не представляет ни трудности, ни интереса для нашего качественного рассмотрения.

Рассмотрим на такой же модели фокусировку ультразвукового поля в точку пространства. На рис. 2, а изображена фокусировка ультразвукового поля традиционным способом: для фокусировки используется цилиндрическая (или сферическая) пьезопластина, которая фокусирует поле по оси симметрии цилиндра (или в центре сферы). Если использовать технологию ФР, то та же фокусировка может быть получена, если на элементы решетки подать возбуждающие импульсы с задержками  $\Delta t_n$  по рис. 2, б. Последовательность возбуждения пластин ФР обычно называют законом фокусировки. Фактически для фокусировки в любую другую точку пространства достаточно лишь поменять закон фокусировки, конструкция ФР при этом остается неизменной. Эффективность фокусировки от использования ФР, конечно, не зависит, она зависит от апертуры и частоты точно так же, как и для обычной фокусировки по схеме рис. 2, а.

Разумеется, реальные ФР имеют более сложное строение, конструктивные и технологические особенности. Здесь предпринята попытка качественно показать основную идею ФР – возможность на одной решетке или одним преобразователем ФР реализовать различные ультразвуковые поля. В обычной практике контроля один ПЭП создает какое-то свое поле, но для более информативного исследования необходимо дополнительное сканирование с другими параметрами поля (например, углами ввода, зонами фокусировки и пр.), т.е. нужны преобразователи с различными параметрами. Использование нескольких ПЭП увеличивает достоверность контроля. Требование применения нескольких различных ПЭП заложено, например, в EN 17640. Поэтому одним из главных достоинств технологии ФР является потенци-

альная возможность увеличения достоверности контроля.

Рассмотрим примеры современной реализации технологии фазированных решеток применительно к коррозионному мониторингу. Компания Olympus выпускает широкий спектр оборудования с использованием ФР – от относительно простых ручных приборов до сложных автоматизированных комплексов, в которых применяются сразу несколько методов контроля. Расскажем о том оборудовании, которое нами было испытано, и, как нам кажется, является оптимальным набором для проведения коррозионного мониторинга различных трубопроводов.

**Сканер RollerFORM (рис. 3) – раздельно-совмещенный линейный фазированный преобразователь DLA** – решение для сплошной толщинометрии. Уникальный эластичный материал шины колеса RollerFORM специально разработан для обеспечения высокого качества ультразвукового контроля. Данный сканер может применяться не только на металлических объектах, он отлично подходит для контроля композитных материалов.

Основные характеристики сканера RollerFORM:

- минимальное количество контактной жидкости для получения качественного акустического контакта;
- ширина зоны сканирования 51 мм;
- выявление подповерхностных дефектов с глубины 1 мм (при 5 МГц);
- минимальная кривизна поверхности контроля (радиус выпуклости) – от 50 мм.

**Раздельно-совмещенный линейный фазированный преобразователь DLA (рис. 4).** Если стоит задача получения высокого приповерхностного разрешения, контроля труднодоступных объектов, объектов с высокой температурой или сложной геометрией, то DLA – идеальное решение. Охват зоны сканирования 30 мм.

Данный преобразователь являет собой симбиоз раздельно-совмещенного ПЭП и фазированного. Вы получаете хорошее приповерхностное разрешение с широким захватом площади и увеличенной скоростью сканирования.

**Сканер HydroFORM (рис. 5)** предназначен для коррозионного мониторинга. В его конструкции используется иммерсионная технология, которая устраняет необходимость в призмах и предоставляет преимущества в качестве акустического контакта. Сканер позволяет проводить контроль на выпуклых поверхностях от 114 мм наружного диаметра, на вогнутых – от 254 мм. Фазированная решетка содержит 64 элемента. Каретка сканера мо-



Рис. 3. Сканер RollerFORM

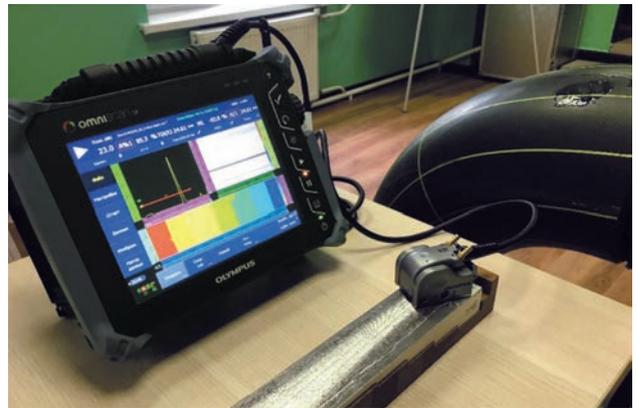


Рис. 4. Раздельно-совмещенный линейный фазированный преобразователь DLA: на C-скане отображается корреляция цвета и толщины ступенек образца. Чем цвет ближе к красному диапазону, тем меньше толщина. Палитры и цветовые гаммы визуализации можно менять, выбрав из библиотеки прибора или создав самостоятельно



Рис. 5. Сканер HydroFORM

жет быть установлена на обычные или магнитные колеса. Ширина зоны контроля 60 мм.

Сканер HydroFORM может использоваться в комбинации с двухкоординатными сканерами при коррозионном мониторинге методом растрового сканирования. Для автоматизированного контроля может применяться сканер MapROVER. Для полу-



Рис. 6. Сканер FlexoFORM

автоматизированного идеально подойдут MapSCANNER или ChainSCANNER.

**FlexoFORM** (рис. 6) – сканер, предназначенный для контроля геометрически сложных частей трубопроводов, таких как отводы, колени, гибы. И контроль прямых участков для этого сканера является самой простой задачей. Основные преимущества – высокая скорость сканирования, широкая зона контроля, иммерсионный способ ввода, что значительно улучшает акустический контакт, особенно на неровных поверхностях.

Сканер свободно устанавливается на трубы и гибы с наружным диаметром от 114 мм. Дополнительно проводится модификация оснастки для контроля малых труб НД от 33 мм. Конструкция сканера основана на наличии гибкого 64-элементного ФР-преобразователя, который адаптируется концентрично поверхности трубопровода.

Сканер FlexoFORM может использоваться в комбинации с двухкоординатными моторизованными сканерами при коррозионном мониторинге методом растрового сканирования. Для данного контроля может применяться сканер MapROVER или же SteerROVER. Минимальный диаметр трубопровода при этом должен составлять 219 мм.

Все перечисленное оборудование прошло самые



Рис. 7. Палатка для проведения инспекции

суровые испытания в полевых условиях. Объектом контроля являлась фонтанная арматура («ёлка») и основные ее трубопроводы («струны»), а также основной шлейф одного газодобывающего дочернего предприятия ПАО «Газпром». Температура испытаний находилась в диапазоне  $-2...+25^{\circ}\text{C}$ .

При испытании сканера HydroFORM применялась вода, и чтобы она не замерзла в ирригационных трубках по пути следования от емкости до объекта контроля, была сооружена отапливаемая палатка (рис. 7). Для отказа от подогрева воды можно использовать незамерзающую иммерсионную жидкость, например пропиленгликоль, расход этой жидкости во время контроля при отрицательных температурах окружающей среды не является значимым. В этих условиях гораздо важнее, чтобы контроль проводился быстро, а данные контроля были информативными и достоверными.

На рис. 8 представлена визуализация глухого отверстия, выполненного в стенке трубы, которое имитирует локализованный коррозионный очаг и является тестовым образцом для проверки работоспособности оборудования. Остаточная толщина в данном месте составляет 6,21 мм. Наибольшая потеря толщины стенки металла на С-скане окрашена желтым цветом с красным пятном в центре.

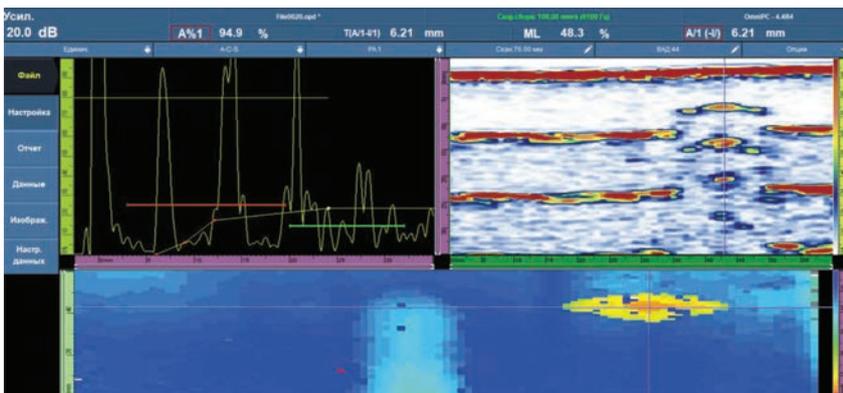


Рис. 8. Результаты контроля трубы с лакокрасочным покрытием, наружным диаметром 114 мм и толщиной стенки 12 мм

Сканеры FlexoFORM и DLA испытывали при температуре окружающей среды около 0°C. Объектом контроля были технологические трубопроводы и шлейф газопровода. DLA, в отличие от FlexoFORM, можно использовать без постоянной подачи жидкости, поэтому его эксплуатация более проста при отрицательных температурах (рис. 9).

При проведении контроля технологических трубопроводов обнаружены коррозионные поражения, которые ранее не были выявлены традиционной ультразвуковой толщинометрией. Параллельно выполнялись работы по рентгенографическому контролю, подтвердившие данные сканеров FlexoFORM и DLA. Впоследствии данные участки труб были вырезаны, распилены пополам и стали доступны для визуального осмотра. На рис. 10 представлен фрагмент вырезанных труб с коррозионными язвами на внутренней поверхности.

Экспериментальные испытания по контролю через лакокрасочное и заводское полиэтиленовое покрытия проводили как в полевых условиях, так и в лаборатории.

В лабораторных условиях испытания выполняли на ранее забракованных и вырезанных участках трубопровода диаметром 114 мм и толщиной 7–8 мм. Контроль осуществляли как на прямых, так и на изогнутых (гибах) участках. Местами на трубах присутствовало лакокрасочное покрытие с плохими адгезионными свойствами (это отмечалось даже визуально). Фрагмент визуализации данных контроля таких труб приведен на рис. 11.

Здесь, как обычно, глубина залегания несплошностей обозначается цветом, цветовая гамма от голубого до красного соответствует промежутку толщин от дна (8 мм) до поверхности трубы (примерно 1 мм). Голубые индикации в виде цепочек и точек являются язвами и кавернами внутренней стенки трубы. Потеря металла в таких местах лежит в диапазоне 15–25%, другими словами, утонение стенки происходит до 5,2 мм при номинальной толщине в 7 мм. Красным цветом обозначены участки с отслоением краски от поверхности. Красный цвет на С-скане означает толщину вблизи наружной поверхности. Однако по характеру А-сканов несложно понять, что в этих местах имеет место ложный сигнал из-за наличия отслоившегося лакокрасочного покрытия. При некотором навыке такие места можно определять непосредственно по характеру визуализации таких сигналов. Контроль по неподготовленной должным образом поверхности проводить не следует. К сожалению, ввод ультразвука в объект контроля на участках с плохой адгезией невозможен для ФР точно так же, как и для традиционных ПЭП. Эти данные приведены здесь как пример высокой информативности оборудования.



Рис. 9. Объекты контроля и условия испытания оборудования



Рис. 10. Фрагмент трубы с язвенной коррозией, вырезанный из технологического трубопровода

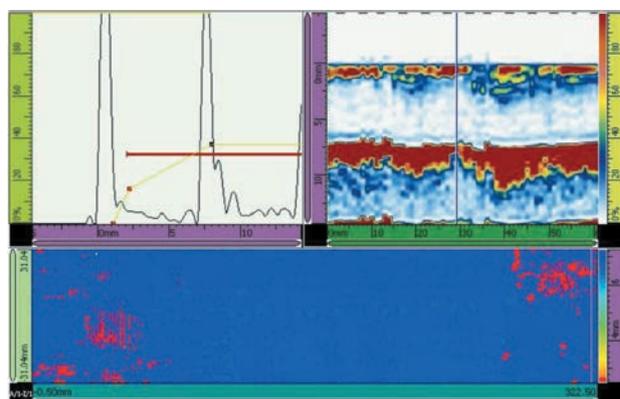


Рис. 11. Визуализация данных контроля участка трубы с размерами 60×320 мм, диаметр трубы 114 мм

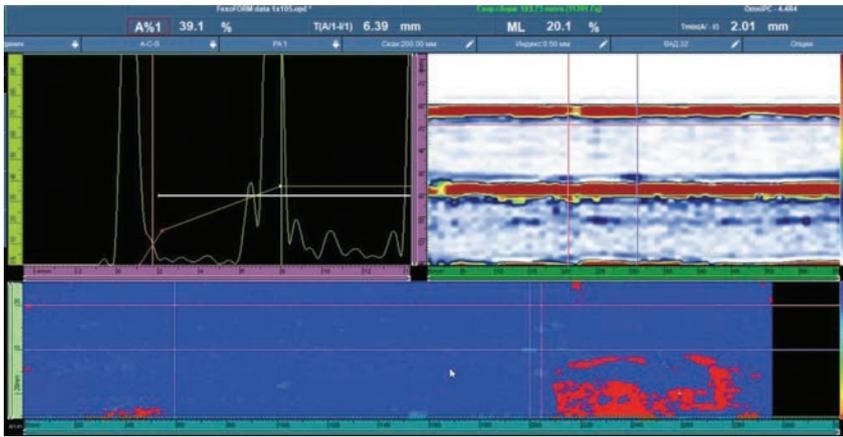


Рис. 12. Визуализация ультразвуковых данных на участке трубопровода с размерами 60×300 мм: в выделенном курсорами диапазоне, в который не попадает участок с плоским состоянием поверхности, автоматически обнаружены участки с остаточной толщиной металла в диапазоне 5,84–6,20 мм при номинальной толщине 7,3 мм

На рис. 12 представлен скриншот визуализации данных, снятый с ультразвукового дефектоскопа OmniScan MX2. На нем, так же как и на рис. 10, можно заметить красную индикацию, указывающую на неудовлетворительное состояние поверхности трубопроводов. По результатам визуализации можно оценить степень подготовки поверхности и качество ультразвуковых данных. Это позволяет объективно сделать вывод о принятии их к рассмотрению или к необходимости выполнить новое сканирование. К примеру, если на результатах визуализации присутствует незначительный процент данных с потерей акустического контакта (в том числе из-за отсутствия адгезии покрытия), то эти данные вполне пригодны для дальнейшего анализа, а если потери составляют, например, 50% площади сканирования, то, конечно, достоверность выводов, основанных на таких данных, будет невысока.

Визуализация всегда объективизирует процесс контроля. Данные визуализации сами по себе не являются документом, так же как и снимок РГК, но позволяют оценить качество сбора. Объективность этой технологии заключается в том, что суждения о правильности сбора данных и их пригодности для анализа может сделать любой квалифицированный специалист УЗК по данным визуализации. Более того, к анализу можно привлечь специалистов более высокой квалификации, что повышает достоверность контроля. Таким образом, рассматриваемая технология позволяет разбить ультразвуковую инспекцию на две части – сбор информации и ее анализ.

При таком подходе существенно увеличивается достоверность контроля. Это происходит по нескольким причинам. Во-первых, используется более совершенный инструмент контроля. Во-вторых, относительно легко осуществлять надзор за качеством сбора данных и при этом необязательно принимать в этом участие. В обычной практике УЗК такой над-

зор возможен только в рамках повторного контроля, и поэтому он проводится в ограниченных масштабах. В данном случае для проверки доступны все параметры настройки ультразвукового тракта, сканирования и визуализации данных. В-третьих, анализ данных может осуществлять более квалифицированный персонал. Сбор данных обычно не требует глубокого понимания акустики и тонкостей визуализации, поэтому персонал с высокой квалификацией можно освободить от рутинных процедур и со-

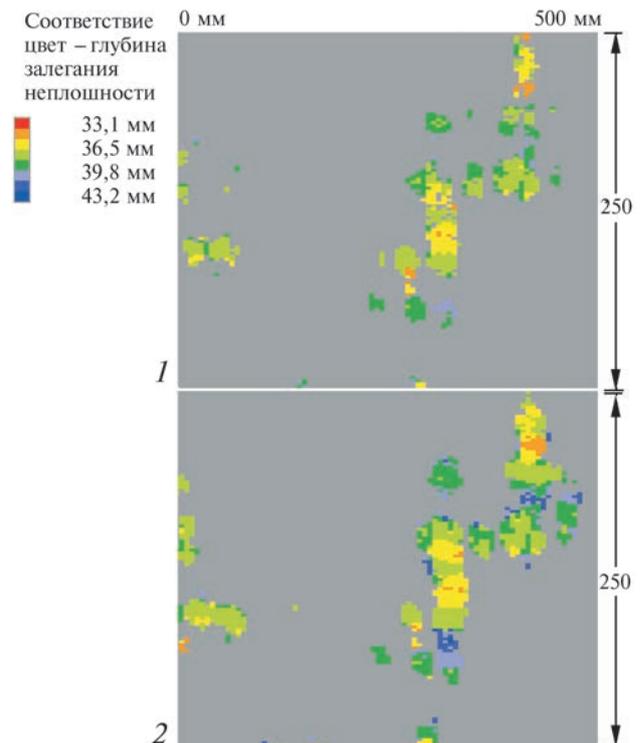


Рис. 13. Мониторинг роста фрагмента несплошности в металле: визуализация сканирования 2 выполнена через год после проведения сканирования 1; размеры участка сканирования 500×250 мм

средоточить на более сложных и ответственных этапах контроля. Обычно существует потребность в специалистах высокой квалификации. Разделение труда всегда повышает качество работы и минимизирует издержки.

Проведен ультразвуковой контроль шлейфа диаметром 426 мм с полиэтиленовым покрытием. В результате этих испытаний было установлено, что преобразователь DLA уверенно проводит сбор данных. Для выполнения контроля достаточно было увеличить усиление на величину потерь в материале покрытия: был получен стабильный сигнал от донной поверхности (первый и второй). Оказалось, что по визуализации данных легко определить участки с отсутствием адгезии полиэтиленового покрытия.

Проиллюстрируем возможности представленной технологии собственно для целей мониторинга, т.е. как систему наблюдения, сравнения, оценки за объектом контроля. Традиционный УЗК, основанный на ручном сканировании без позиционирования преобразователей, не позволяет выполнять сравнение несплошностей во времени. Это сложно выполнить для сварных соединений, где несплошности локализованы, а для сравнения коррозионных поражений или растрескивания в основном металле невозможно в принципе. Объясняется это не только субъективизмом (хотя субъективизм при ручном контроле всегда присутствует — у разных специалистов всегда будут различия в оценках, например, при поиске максимальной амплитуды), а в первую очередь самой технологией ручного сканирования. Поэтому следует понимать, что выполнять достоверный мониторинг на основе традиционной технологии УЗК принципиально невозможно.

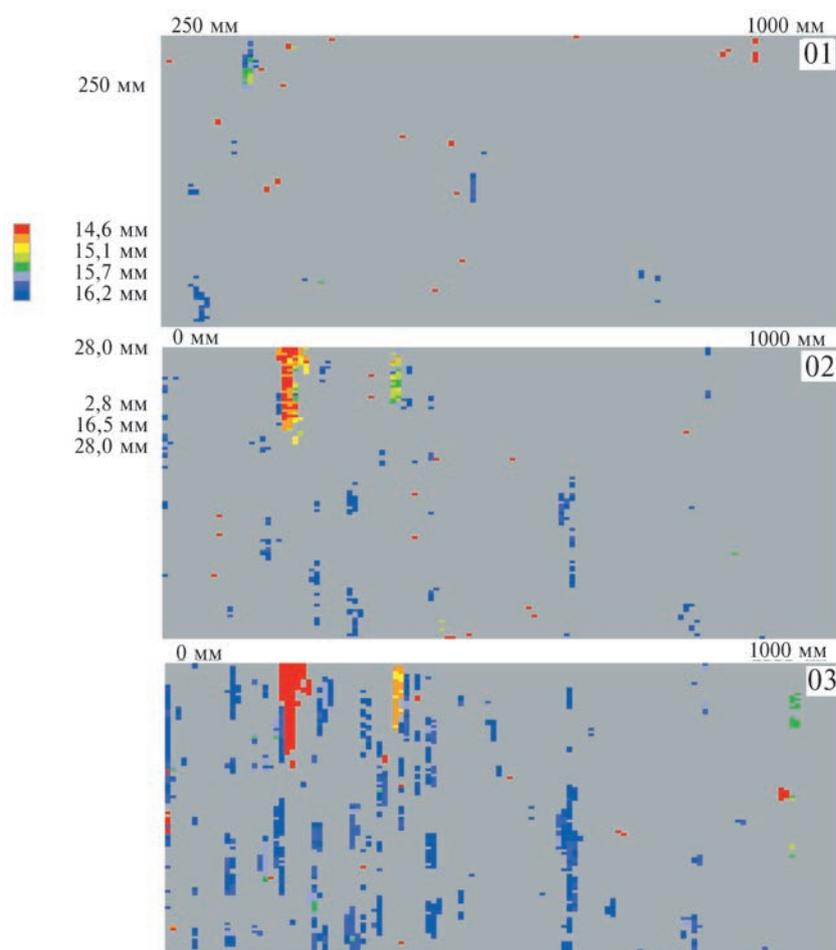


Рис. 14. Мониторинг участка с внутренним растрескиванием металла нефтеперерабатывающей колонны на протяжении двух лет: сканирование 02 выполнено через год после сканирования 01, сканирование 03 — через два года после сканирования 01; размеры участка сканирования 1000×250 мм; толщина стенки колонны 28 мм

Как выглядит мониторинг на основе ФР-технологии иллюстрируют рис. 13, 14. На рис. 13 показаны две визуализации данных сканирования одного и того же фрагмента участка металла с внутренним КРН, которые получены с разницей в год. На рис. 14 представлены три визуализации данных сканирования участка корпуса нефтеперерабатывающей колонны. Наблюдение осуществляли в течение двух лет, сканирование участка проводили 3 раза через равные промежутки времени, т.е. один раз в год. Разумеется, параметры сканирования были совершенно идентичны друг другу во всех случаях (см. рис. 13, 14).

## Выводы

1. Проведено практическое испытание современного ультразвукового оборудования с использованием ФР для целей коррозионного мониторинга. В результате был оптимизирован комплект оборудования, который позволяет осуществлять коррозионный мониторинг практически всех типоразмеров трубопроводов, включая отводы и гибы.
2. Для коррозионного мониторинга предлагается использовать оборудование исключительно с возможностью визуализации ультразвуковых данных. Информативность и

относительная простота пользования таким оборудованием позволяют существенно улучшить достоверность контроля (выявления коррозионных поражений) со стороны как эксплуатирующей организации, так и надзорных органов.

3. Оборудование с позиционированием преобразователей и сохранением данных контроля позволяет:

- проводить мониторинг роста КРН на выбранных реперных участках путем периодического сравнения, при этом доступны точные количественные оценки;
- реализовать более глубокое функциональное разделение труда, что в свою очередь позволит рационально использовать потенциал персонала и в конечном счете повысить качество работ.

4. В результате испытаний было установлено, что для коррозионного мониторинга более удобен иммерсионный ввод ультразвука в сравнении с контактным вариантом. По отношению к контактному вводу иммерсионный ввод имеет следующие преимущества:

- обеспечение надежного акустического контакта, даже на участках с большой волнистостью качество данных остается высоким;

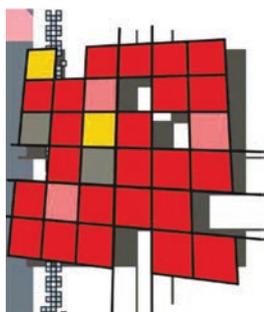
- постоянная погрешность измерения толщины вследствие отсутствия истирания призм, т.е. отпадает необходимость частой подстройки и калибровки оборудования, что свойственно для контактного варианта;

- отсутствие механического воздействия на ФР делает ресурс его работы практически неограниченным (в контактном варианте ПЭП или сменная призма являются расходным материалом).

5. В целом современное ультразвуковое оборудование позволяет выполнять надежный коррозионный мониторинг на открытых участках трубопроводов.

### Библиографический список

1. Зырянова Ю.Б. К вопросу о финансово-экономическом обосновании оценки коррозионных потерь в нефтехимической отрасли // Проблемы современной экономики: материалы IV Международ. науч. конф., г. Челябинск, февраль 2015 г. Челябинск: Два комсомольца, 2015. С. 33–36. URL <https://moluch.ru/conf/econ/archive/132/7123/>
2. Olympus Inspection Solutions – NDT, Microscopes, XRF, RVI [Электронный ресурс]. URL: <https://www.olympus-ims.com/ru/>



## 7-я Международная научно-техническая конференция и выставка

# «СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И ПРИБОРЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА И ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ ОБЪЕКТОВ»

Республика Беларусь, г. Могилев • 24–25 сентября 2020 г.

### Организаторы

- Белорусская ассоциация неразрушающего контроля и технической диагностики
- Российское общество по неразрушающему контролю и технической диагностике
- Национальная академия наук Беларуси
- Белорусско-Российский университет

### Основная тематика

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

### Круглые столы

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

Вся информация о конференции будет размещена в разделе «Наука» на сайте: [www.bru.by](http://www.bru.by)

### Оргкомитет:

Белорусско-Российский университет  
**СЕРГЕЕВ Сергей Сергеевич**  
**БРИСКИНА Ирина Владимировна**

• Пр-т Мира, д. 43, оргкомитет конференции, 212000, г. Могилев, Республика Беларусь  
 • (+375) 297 433868. E-mail: [sss.bru@tut.by](mailto:sss.bru@tut.by)  
 • (+375) 222 230247, Fax: (+375) 222 251091. E-mail: [pio336-341@mail.ru](mailto:pio336-341@mail.ru)



только реальность

# Стандартные образцы на любой вкус



ООО «Физприбор»  
[www.f-ndt.ru](http://www.f-ndt.ru), [www.fpribor.ru](http://www.fpribor.ru)  
620137, г.Екатеринбург, ул.Вилонова, 6Б  
+7 (343) 355-00-53, [sale@fpribor.ru](mailto:sale@fpribor.ru)

# НОВЫЙ TOMOSCOPE XS – БОЛЬШИЕ ВОЗМОЖНОСТИ В МАЛОМ ФОРМАТЕ

## АБРАМОВ Александр Александрович

Руководитель направления Werth,  
ЗАО НПФ «Уран», Санкт-Петербург

В последние годы мировая промышленность по производству томографов сконцентрировалась на возможности измерения с высоким разрешением больших и сложных для прохождения рентгеновского излучения деталей. Для этого создают и проектируют большие и, порой, громоздкие томографы.

В таких томографах в основном используют рентгеновские трубки открытого типа, всего же существует два типа трубок: закрытые трубки, которые должны меняться по истечении двух-трех лет, и открытые трубки, которые должны подвергаться периодическому (несколько раз в год) обслуживанию, что влечет за собой частые простои оборудования и, как правило, сравнительно высокую стоимость обслуживания.

Новый томограф от компании Werth TomoScope XS обладает компактной конструкцией, но вместе с тем он открывает большие возможности для измерения. **Новый TomoScope XS – уникальная в своем роде машина, объединяющая в себе преимущества томографов различных классов.**

За счет установки открытой трубки с мишенью проходящего типа – впервые в моноблочной конструкции – удалось достичь малого размера фокального пятна при высокой мощности на трубке, что позволяет проводить измерения с высокой скоростью в высоком разрешении.

Новая рентгеновская трубка сочетает в себе преимущества закрытой трубки и открытой микрофокусной рентгеновской трубки. Моноблочная конструкция трубки (+генератор и вакуумная установка) была впервые реализована в трубке открытого типа. Благодаря этому получилось не только увеличить межсервисные интервалы, но и теоретически достичь безграничного срока службы. Время простоя оборудования и производственные затраты при этом сокращаются. Максимальное напряжение на трубке достигает **130 кВ** либо как альтернативный вариант – **160 кВ**, таким образом могут быть измерены сравнительно большие детали и материалы с высокой плотностью.



Werth TomoScope XS

### Технические характеристики томографа TomoScope XS

#### Габариты, мм:

ширина .....	1300
глубина .....	674
высота .....	1370

Масса, кг, около .....

880

Масса детали, кг (max) .....

10

#### Погрешность измерения для СТ-датчика, мкм:

MPE E .....

4,5 + L/75

SD .....

3,5 + L/100

#### Измерительный диапазон, мм:

L .....

42

с опцией растровой томографии, около .....

70

D .....

51

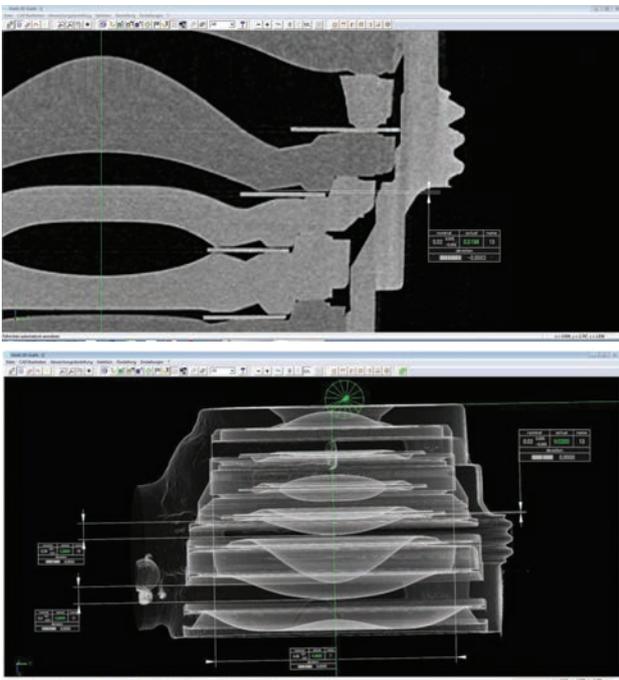
с опцией растровой томографии, около ...

277

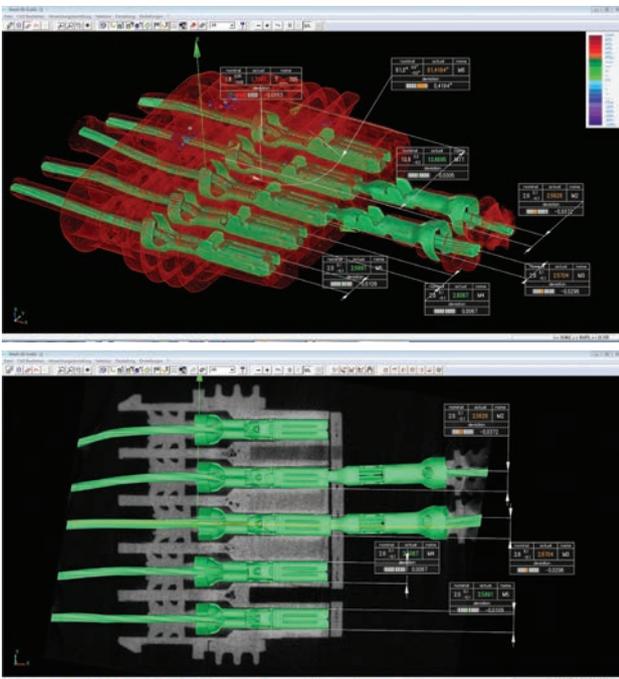
**Поворотная ось на воздушных подшипниках** обеспечивает высокую точность позиционирования детали и, как следствие, минимальную погрешность измерения.

За счет компактной конструкции и малой массы значительно упрощаются требования к установке томографа и подготовка для него помещения. Малые капитальные и эксплуатационные затраты обеспечивают быструю амортизацию.

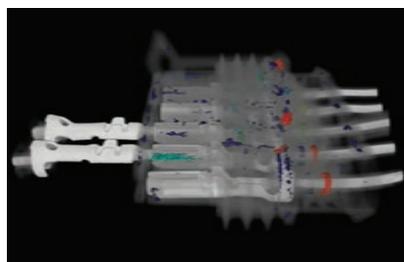
Перспективная концепция предлагает возможность простой модернизации рентгеновской труб-



Контроль зазоров (около 20 мкм) в объективе камеры мобильного телефона



Контроль геометрических параметров контактной группы и поиск скрытых дефектов



ки уже на введенной в эксплуатацию машине и повышения ее мощности на месте до **80 Вт**.

Как и на всех других томографах компании Werth, расчет и обработка получаемых СТ-датчиком данных происходит параллельно самому процессу измерения в режиме реального времени, что значительно сокращает время измерения и получения готового объемного изображения.

Применение **единого программного обеспечения WinWerth** для всего процесса измерения гарантирует прослеживаемость результатов измерения. Как первый и в настоящее время единственный производитель координатно-измерительных машин (КИМ) с томографическим датчиком, **Werth** гарантирует достоверные и прослеживаемые результаты измерений благодаря калибровке томографов **в соответствии с требованиями международных стандартов, в том числе и DAkkS**. Таким образом, впервые может быть предложено в столь компактном и доступном в ценовом плане приборе полное соответствие спецификации требованиям международных стандартов по калибровке!

Быстрая окупаемость и низкие эксплуатационные расходы новых высококлассных **TomoScope® XS** обеспечивают их широкое применение для самых разнообразных задач на производстве.

#### Преимущества томографа TomoScope XS

- **уникальный форм-фактор:** компактные размеры и малая масса + высокая мощность;
- **измерительный 3D-томограф** (в отличие от аналогичных машин других производителей, которые в данном формате предоставляют чисто инспекционные машины);
- **моноблочная конструкция трубки** (снижение эксплуатационных расходов и времени простоя);
- **трубка с мишенью проходящего типа** (быстрые измерения и высокое разрешение);
- **высокоточная поворотная ось на воздушном подшипнике;**
- **возможность модернизации на месте** установки: повышения мощности трубки или установки трубки с большим напряжением;
- **погрешность измерения MPE E, а не SD!**
- **обслуживание трубки один раз в год** (для аналогичных других машин требуется 3–4-разовое обслуживание трубки в год);
- **единое метрологическое программное обеспечение** от задания режимов сканирования детали до получения результатов измерения.



ЗАО НПФ «Уран»,  
Санкт-Петербург  
<http://www.uran-spb.ru>

# Системы радиографического контроля на базе платформы для сбора и анализа данных Rhythm Insight RT и технологии Flash!

## Новая платформа *Rhythm* для неразрушающего контроля

Адаптивная архитектура, эргономичность, гарантия целостности и сохранности данных — программная платформа Rhythm Insight RT обеспечит вам максимально эффективную обработку радиографических изображений, получаемых путем оцифровки пленок, компьютерной радиографии, а также прямой радиографии.

Созданная на базе технологии интеллектуальной обработки изображений Flash!, программная платформа Rhythm Insight RT предоставит в ваше распоряжение инструменты для максимально удобного и наглядного контроля качества изображений. Благодаря масштабируемости программное обеспечение можно с легкостью адаптировать к работе как начинающих, так и опытных операторов как в небольших компаниях, так и на крупных экономических проектах.

# 15 лет

Использование знаний, накопленных за **15 лет работы Baker Hughes в отрасли**, и глубокое понимание **потребностей заказчиков** служат гарантией оптимальной готовности программной платформы к решению задач, которые могут возникнуть в будущем!



## Передовые цифровые инструменты для обмена данными

Платформа Rhythm Insight RT — это комплекс высокотехнологичных средств получения цифровых радиографических изображений, их анализа и управления данными в соответствии со стандартами DICOM/DICONDE.

### ■ Современный сенсорный интерфейс

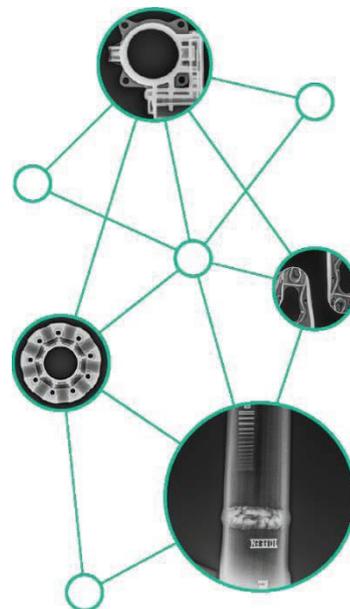
Rhythm Insight RT предлагает пользователям современный и простой в использовании сенсорный интерфейс, надежно работающий даже в самых сложных условиях. Благодаря этой платформе **ускоряется и упрощается** работа операторов, обеспечивается высокая **эффективность и воспроизводимость результатов**, минимизируется риск ошибок и производственного брака. Возможность **быстро и легко** освоить работу с платформой Rhythm Insight RT позволяет операторам практически сразу приступить к ее использованию.

### ■ Возможности расширения

**Масштабируемая архитектура** позволяет наращивать и расширять возможности платформы Rhythm Insight RT по мере роста требований к контролю. Возможность работы как с устройствами с запоминанием изображения, так и с прямым преобразованием обеспечивает готовность Rhythm Insight RT к интеграции с передовыми технологиями радиографии, которые появятся в ближайшем будущем. **Следование стандартам DICOM/DICONDE** гарантирует соответствие полученных данных современным требованиям, что обеспечит защиту ваших инвестиций в радиографическое оборудование.

### ■ Эффективность на всех этапах контроля

Программная платформа Rhythm Insight RT предоставляет экспертам в области неразрушающего контроля оперативный доступ к электронной информации, существенно **упрощая процесс обмена данными** в масштабах всего предприятия. Наличие специализированных функций еще более повышает эффективность контроля, создавая возможности для **автоматизации технологических циклов контроля**.



## Ключевые преимущества:

- Масштабируемая новейшая технология
- Адаптация к промышленным условиям
- Интуитивно понятный интерфейс, позволяющий начать сканирование и обработку изображений практически сразу после установки системы
- Автоматизация с учетом специфики применения
- Интеллектуальная обработка изображений на базе технологии Flash!
- Мощные средства контроля качества изображений
- Соответствие стандарту DICONDE



## Интеллектуальная обработка изображений на базе технологии Flash!

Платформа Rhythm Insight RT построена на базе технологии интеллектуальной обработки изображений Flash! Обладая более чем 25-летним опытом работы в отрасли, запатентованными разработками и технологиями нового поколения, компания Baker Hughes создала технологию Flash!, позволяющую оперативно и комплексно автоматизировать и оптимизировать процесс цифровой радиографии.

Превосходное качество изображений и удобство их интерпретации, а также быстрота и гибкость рабочего процесса способствуют повышению производительности, оптимальному использованию ресурсов и бесперебойности бизнес-процессов.



### ВЫСОКАЯ ЧЕТКОСТЬ

Передовая, инновационная и апробированная технология обработки изображений обеспечивает стабильно высокое качество изображений независимо от навыков оператора.



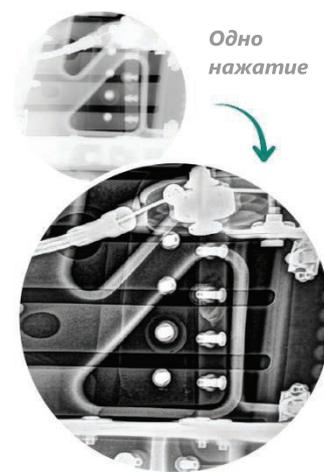
### ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ОБРАБОТКА

Четкое изображение участков как высокой, так и низкой плотности с автоматическим подавлением помех и максимальной детализацией.



### ПРОСТОТА

Простота освоения и эксплуатации без специального обучения. Легкость интерпретации и надежность полученных результатов сочетаются с упрощением рабочего процесса, поскольку оператор одновременно видит все контролируемые слои без ручной подстройки. Технология Flash! не зависит от опыта оператора и позволяет выполнять автоматическую подстройку с учетом плотности, материала, геометрии, качества излучения и т. д., что снижает затраты труда и времени операторов и других специалистов по радиографическому контролю и позволяет более эффективно использовать оборудование.



# FLASH!

Передовая технология радиографии

Платформа Rhythm Insight RT используется со сканерами для компьютерной радиографии CRxVision, CRxFlex, CRx25P, цифровыми плоскопанельными детекторами DXR250C-W и DXR250U-W, устройством для оцифровки пленки FS50B.

Дополнительную информацию можно получить на веб-сайте [waygate-tech.com](http://waygate-tech.com), а также обратившись к представителю Waygate Technologies по электронному адресу [WaygateTechRCIS@bhge.com](mailto:WaygateTechRCIS@bhge.com)

На протяжении многих лет вы знали нас как GE Inspection Technologies. Но теперь, став частью компании Baker Hughes, мы рады представить наш новый бренд - Waygate Technologies. Бренд, который отражает то, что мы отстаиваем сегодня и в будущем: обеспечение безопасности, качества и производительности для основных отраслей промышленности по всему миру. Мы продолжим предлагать вам широкий ассортимент высокотехнологичных решений для неразрушающего контроля с лучшими характеристиками и внедрять инновации в радиографической и ультразвуковой дефектоскопии, компьютерной томографии, дистанционном визуальном контроле и вихретоковом контроле.



**Waygate  
Technologies**

a Baker Hughes business

# ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ РОЛЬ РЕНТГЕНОВСКИХ ГЕНЕРАТОРОВ

## ШАШИЧ Борис

Директор по разработкам

## ПИНДРИС Сэм

Старший руководитель проекта по промышленному рентгену

## УИЛЛСИ Джим

Директор по развитию бизнеса

Spellman High Voltage Electronics Corporation,

Хауппаг, Валхалла, шт. Нью-Йорк, США

Рентгеновская трубка представляет собой электровакуумный прибор, преобразующий поступающую электрическую энергию в рентгеновское излучение. Предшественниками рентгеновских трубок являются опытные трубки Крукса, с помощью которых рентгеновское излучение было впервые «официально» открыто 8 ноября 1895 г. немецким физиком Вильгельмом Конрадом Рентгеном. Первым ученым, открывшим рентгеновское излучение, признан именно В. К. Рентген, хотя рентгеновские лучи могли случайно создаваться и другими учеными в ходе более ранних экспериментов. В 1913 г. Уильям Кулидж усовершенствовал трубку Крукса, и к 1920 г. трубка Кулиджа стала наиболее распространенной рентгеновской трубкой с термокатодом.

В трубке Кулиджа электроны испускаются благодаря термоэлектронной эмиссии, чаще всего с помощью вольфрамовой нити, накаливаемой электрическим током. Нить в трубке является

Рассматриваются основные виды отказов рентгеновских трубок: образование дугового пробоя, обрыв нити накала и перегрев фокусного пятна, а также их влияние на конструкцию рентгеновского генератора. Рентгеновский генератор должен нивелировать высокую энергию, вырабатываемую при появлении дугового пробоя, и предотвращать сильные повреждения рентгеновской трубки. Он также должен обеспечивать максимальный срок службы трубки за счет активного регулирования тока накала и надлежащего охлаждения электронных компонентов и рентгеновской трубки (в случае с генератором Monoblock®). Не стоит недооценивать важность фундаментальных методик проектирования рентгеновского генератора для обеспечения оптимальных эксплуатационных характеристик и длительного срока службы рентгеновской трубки для промышленного применения.

**Ключевые слова:** рентгеновские генераторы, рентгеновские трубки, высокое напряжение, образование дугового пробоя в рентгеновской трубке, регулирование накала рентгеновской трубки, Monoblock®.

катодом. Между катодом и анодом подается высокое напряжение, при этом происходит ускорение электронов, которые затем сталкиваются с анодом.

Несмотря на то что работа рентгеновской трубки представляется очень простой, выбор подходящего рентгеновского генератора в зависимости от условий применения может обеспечить оптимальные эксплуатационные характеристики, высокую надежность и длительный срок службы трубки.

## Отказы рентгеновской трубки в конце срока службы

Хорошо спроектированная, качественно изготовленная и надлежащим образом применяемая рентгеновская трубка может надежно и бесперебойно работать на протяжении многих тысяч часов. Учитывая необратимый эффект старения, можно выделить два основных типа отказов в конце срока службы: критический дуговой пробой и перегорание нити накала.

## Дуговой пробой

При штатной эксплуатации нить накала нагревается до высоких температур (выше 1500°C). Со временем оболочка трубки, находящаяся напротив узлов под высоким напряжением (анод и катод), металлизирована под воздействием медленного процесса, известного как испарение вольфрама. Металлизированный слой увеличивает проводимость поверхности оболочки (выполненной из стекла или керамики), что в итоге приводит к дуговому пробую на стенку трубки. В случае со стеклянными трубками такой дуговой пробой может привести к образованию отверстия в стекле и в итоге к выходу из строя рентгеновской трубки, как показано на рис. 1.

Этот тип неисправности характерен для рентгеновских трубок, используемых при напряжении, близком к максимальному (номинальному) значению. Испарение вольфрама имеет меньшее влияние на металлокерамические рентгеновские трубки, поскольку их конструкция обес-

печивает минимальное отложение вольфрама на стенках трубки. Однако, учитывая неизбежное испарение вольфрама во всех рентгеновских трубках, рентгеновский генератор должен обеспечивать средства контроля дугового пробоя за счет применения пассивных и активных схем для отключения высоковольтного питания и восстановления работы после пробоя в целях продления срока службы рентгеновской трубки.

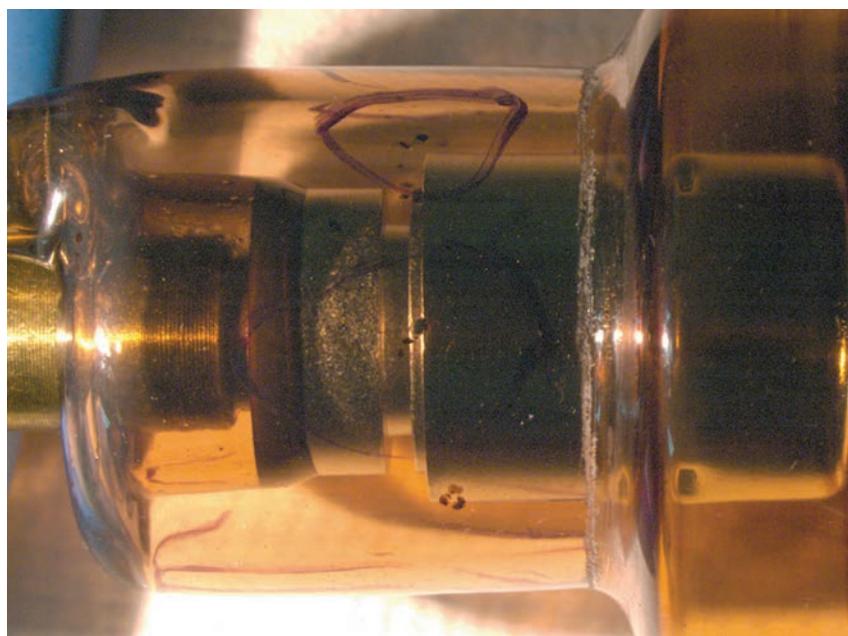
#### Пример контроля дугового пробоя рентгеновским генератором

Во многих конструкциях генераторов контроль пробоя обеспечивается цифровым сигнальным процессором (ЦСП) или микроконтроллером в целях гашения дугового пробоя. Этот процесс зачастую называется «откатом». При возникновении разряда важно, чтобы генератор быстро отключил генерацию высокого напряжения и вернул высокое напряжение обратно на уровень  $-5\%$  от значения в момент образования разряда, тем самым давая некоторое время для восстановления трубки и поглощения всех оставшихся молекул газа. Все описанные шаги занимают менее 1 мкс. Современные рентгеновские генераторы имеют полностью программируемые схемы контроля разрядов, которые могут быть отрегулированы пользователем для различных условий применения и подстроены к конкретным требованиям к трубкам.

#### Выявление дугового пробоя

Токи разряда определяются трансформатором тока в схеме обратной связи высокого напряжения рентгеновского генератора, как показано на рис. 2, а.

Сигнал обратной связи о разряде (ARC SENSE) подается на компаратор на системной плате управления, настроенной на определение предельного тока



а)



б)

Рис. 1. Стекло́нная трубка с многочисленными следами дугового пробоя, некоторые из которых привели к образованию отверстий в стекло́нной оболочке (а), увеличенное изображение стекло́нной поверхности в месте повреждения стенки трубки (б)

разряда и контрольный уровень высокого напряжения (рис. 2, б). С помощью этой схемы можно предотвратить ложное определение дугового пробоя, при этом микроархивы игнорируются. Сигнал ARC поступает и фикси-

руется в программируемой пользователем матрице логических элементов (FPGA) в течение сотен наносекунд и отключает генерацию высокого напряжения для гашения дугового разряда. Это гашение называется «откатом».

**Пример восстановления генерации после обнаружения дугового пробоя**

После обнаружения пробоя регулятор высокого напряжения выполняет «откат», а ЦСП отвечает за определение, целесообразно ли восстанавливать высокое напряжение или выдавать сигнал о критическом дуговом пробое (рис. 3). При каждом дуговом пробое ЦСП будет увеличивать значение счетчика дуговых разрядов. Если обнаружен первый дуговой разряд, а пороговое значение для количества дуговых разрядов >1, ЦСП отсчитывает время гашения пробоя и повторно включает высокое напряжение. Эта последовательность может продолжаться до тех пор, пока количество выявленных дуговых разрядов не

превысит количество дуговых разрядов, запрограммированных в регистре пороговых значений счетчика дуговых разрядов. Пороговые значения времени гашения разряда и счетчика дуговых разрядов могут быть заданы пользователем в настройках пользователя.

**Перегорание нити накала**

Даже когда рентгеновские трубки работают при напряжении, значительно меньшем максимального (номинального) значения, все равно происходит металлизация оболочки. Однако, учитывая более низкую скорость отложения металла и повышенное номинальное напряжение, образование дугового пробоя не является основной причиной отказа. Согласно кри-

вым зависимости тока (mA) в трубке от тока нити накала, приведенным на рис. 4, при фиксированном выходном токе в трубке ток нити накала увеличивается по мере снижения выходного напряжения.

При повышенном токе нити накала, который свидетельствует о необходимости более высокой температуры нити накала, происходит ускоренное испарение материала нити пропорционально  $T^4$  в четвертой степени (где  $T$  – температура нити накала, K), даже незначительное увеличение температуры нити накала при возведении в четвертую степень приводит к значительному увеличению испарения материала нити.

При испарении вольфрама нить истончается, что в конечном итоге приводит к механическому разрыву нити. Считается, что если масса нити накала снизилась приблизительно на 10 %, то срок службы нити истек (нить исчерпала свой ресурс на 98%). Такое сокращение массы соответствует сокращению диаметра нити приблизительно на 5%.

Не все рентгеновские трубки обладают одинаковыми характеристиками накала. Разные характеристики накала требуют разных параметров контроля для обеспечения стабильного тока эмиссии. Высокотехнологичные универсальные генераторы обладают такими способностями управления эмиссией, которая позволяет работать со многими рентге-

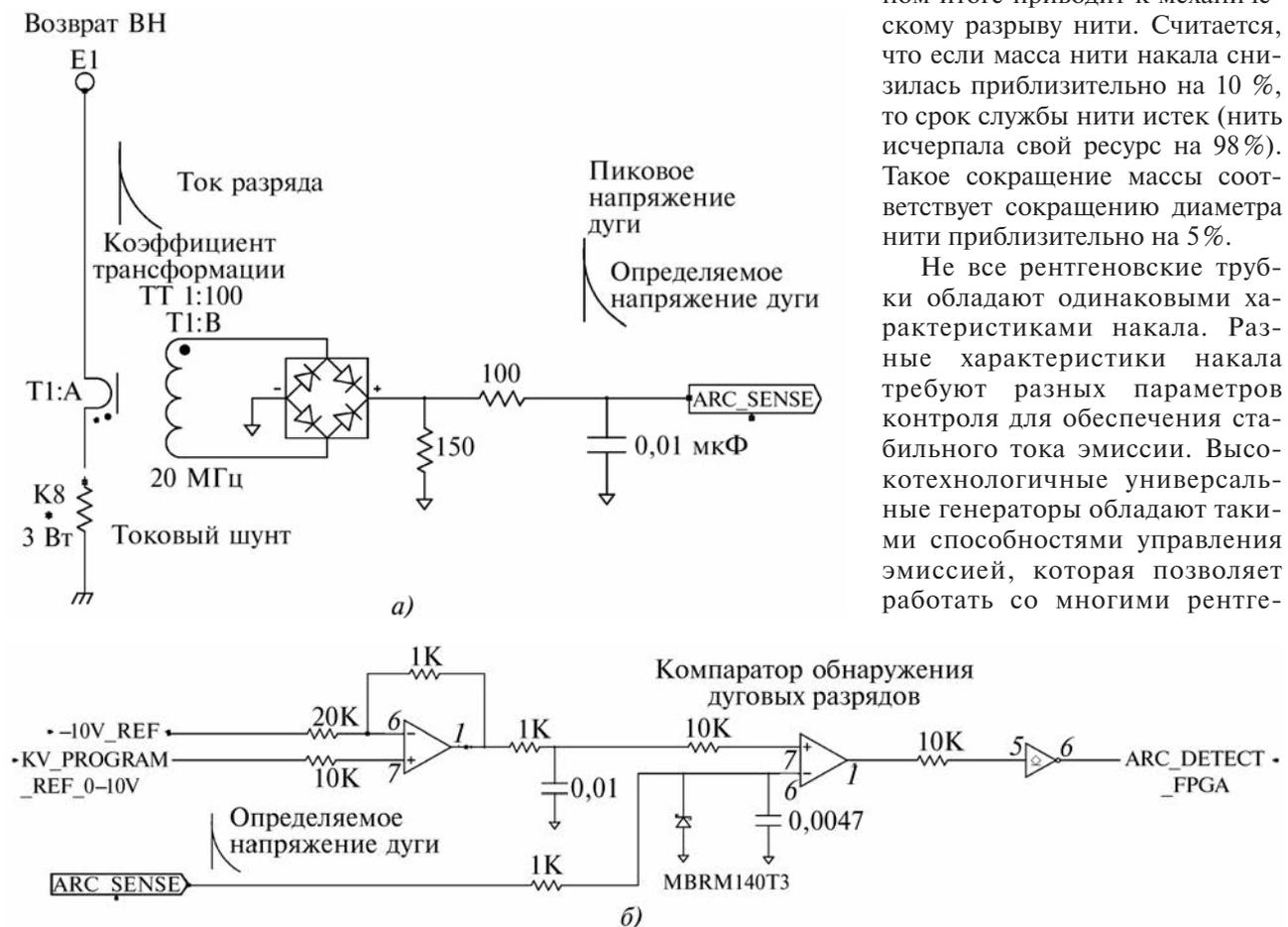


Рис. 2. Примеры схем определения разряда (а) и обнаружения разряда (б) в рентгеновском генераторе

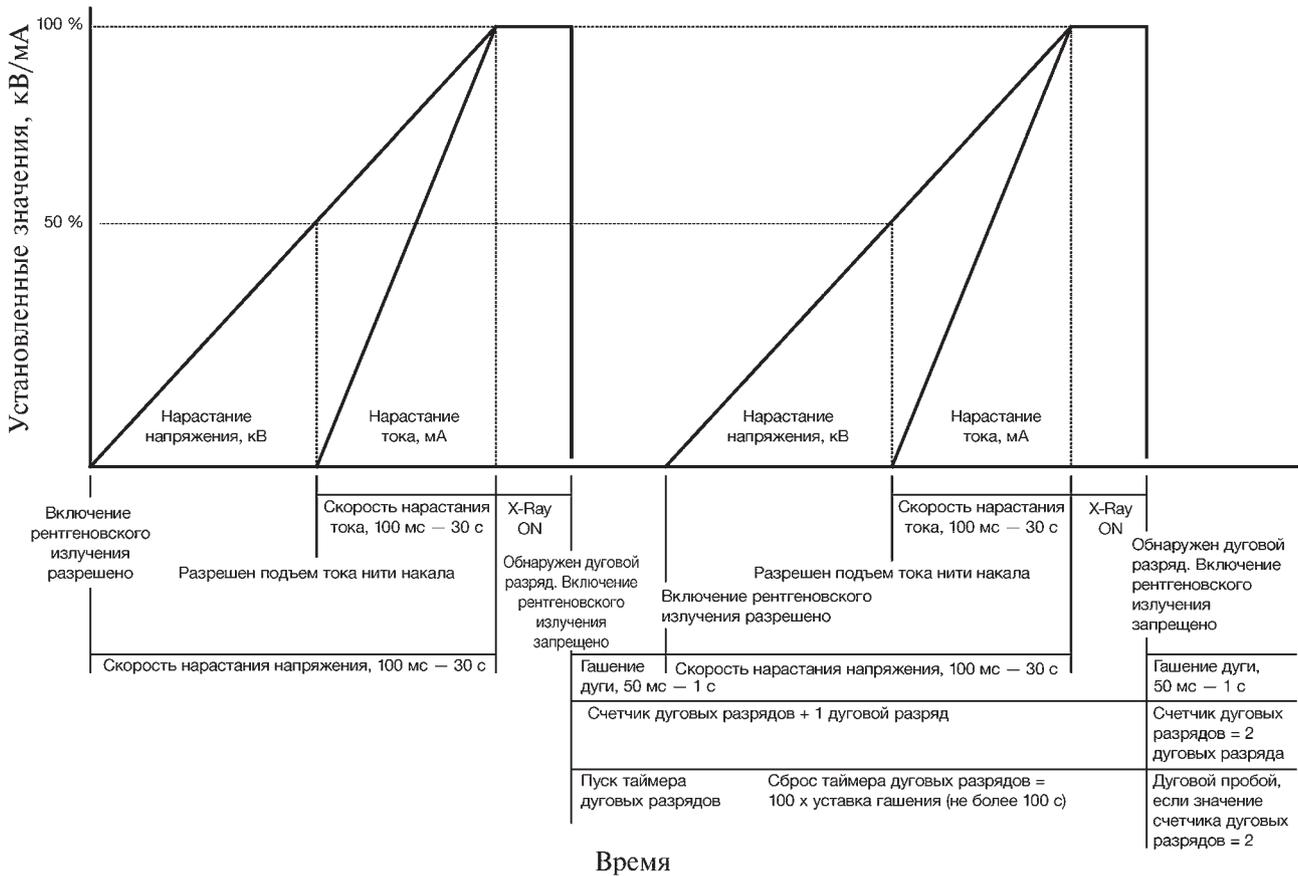


Рис. 3. Пример дугового пробы с «откатом» напряжения, гашением пробы и восстановлением генерации

новскими трубками. Некоторые рентгеновские трубки могут не попадать в данную категорию и требуют специальных настроек для обеспечения стабильной эмиссии.

### Нетипичные отказы рентгеновских трубок

Отказы рентгеновских трубок на ранних этапах зачастую являются результатом применения неверной технологии производства, использования неподходящих материалов или неправильного применения трубок. Первые две причины связаны с процессами обеспечения качества на предприятии-изготовителе, при этом мы в большей степени заинтересованы в надлежащей работе рентгеновских трубок с точки зрения работы рентгеновского генератора.

Рентгеновский генератор может продлить срок службы трубок за счет обеспечения устойчивого выходного напряжения с низким уровнем пульсаций, условий низкого пускового напряжения и надлежащей изоляции высокого напряжения в соответствующей требованию охлаждающей среде, как в случае с промышленными блоками Mopblock®.

### Нарастание тока накала

Одним из наиболее важных факторов, влияющих на долговечность промышленных рентгеновских трубок, является плавное поднятие напряжения нити накала при включении. Для достижения нитями накала рабочей температуры требуется несколько сотен миллисекунд. Если повышение тока на нити накала происходит слишком

быстро, на нити возникает значительное механическое напряжение, при этом преимущества от быстрого увеличения выходной мощности рентгеновского излучения будут минимальными. Такой сценарий показан на рис. 5.

В этом случае ток накала (фиолетовая кривая) быстро увеличивается, но температура нити, отвечающая за выходной ток (желтая кривая), не может быстро достичь рабочего значения. В итоге схема с обратной связью по току (мА) будет повышать ток нити накала до заданного максимума до тех пор, пока нить не нагреется до температуры, достаточной для начала эмиссии электронов рентгеновским генератором. В этот момент ток (мА) быстро увеличится и далее не будет регулироваться согласно схеме повышения тока (мА) (голубая

Зависимость выходного тока от тока накала (SVH Tube, S/H 1131)

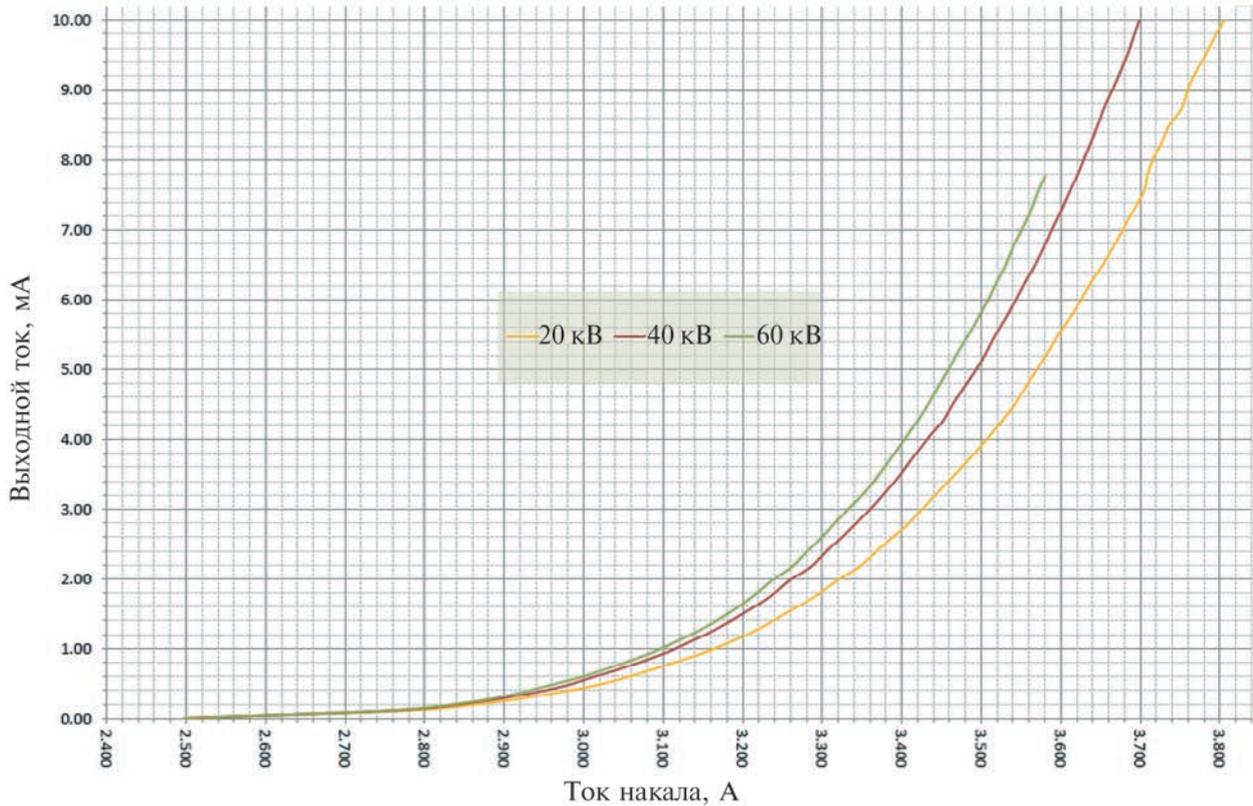


Рис. 4. Типовые характеристики рентгеновской трубки. При снижении напряжения на аноде рентгеновской трубки для поддержания постоянного выходного анодного тока ток нити накала необходимо увеличивать. Выходной ток и ток накала – среднеквадратические значения

кривая). Витки нити накала подвергаются воздействию высокого тока в течение нескольких сотен микросекунд, и этот процесс повторяется при каждом включении рентгеновских генераторов. Быстрый подъем напряжения накала может быть основным фактором, вызывающим преждевременные отказы нитей накала.

Для минимизации этого эффекта в правильно спроектированном рентгеновском генераторе будет использоваться программа для увеличения тока нити и прописаны предельные значения, которые могут быть выбраны индивидуально с учетом рекомендаций изготовителя для конкретной рентгеновской трубки. Один из таких примеров показан на рис. 6.

Наиболее важной настройкой для защиты нити накала

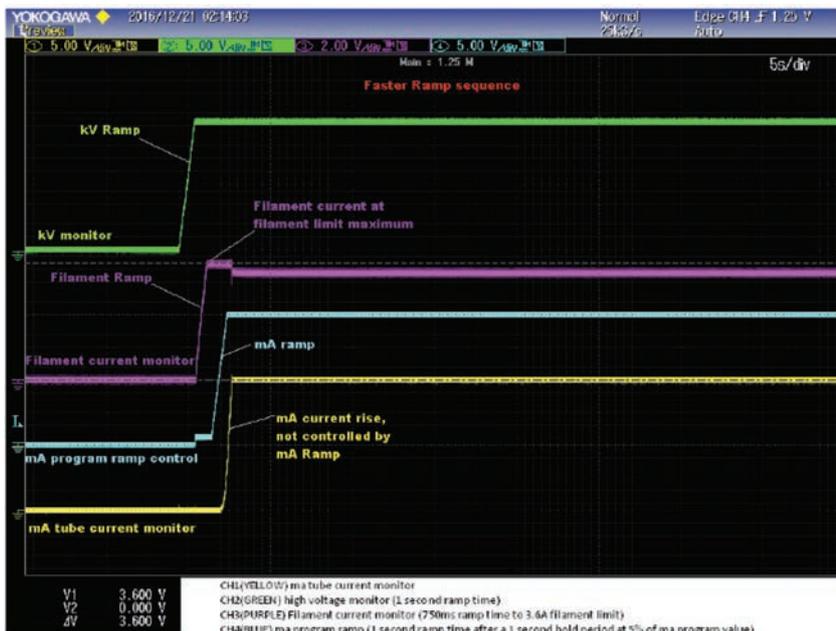


Рис. 5. Ток накала и выходной ток при быстром нарастании тока накала

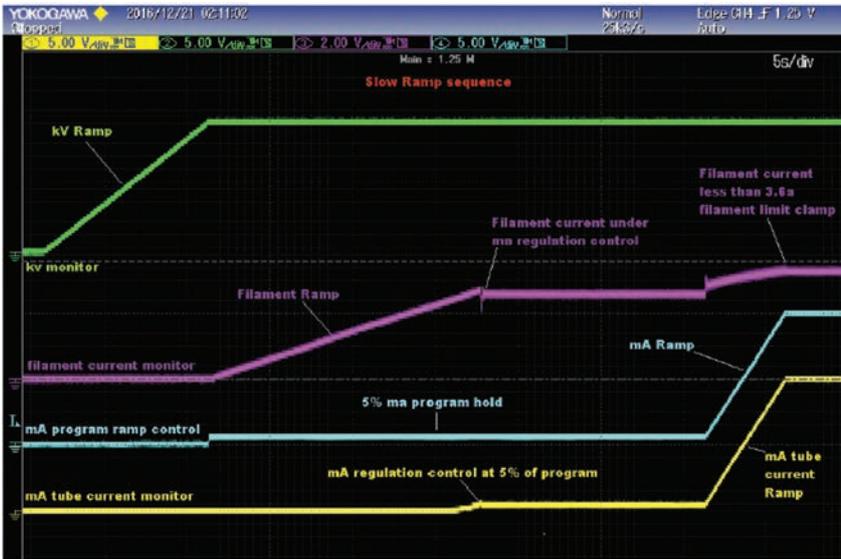


Рис. 6. Оптимизированное повышение тока нити накала сокращает механическое напряжение нити рентгеновской трубки

рентгеновской трубки является предельное значение тока для нити. Настройка предельного значения тока для нити — это настройка максимального тока, указанная изготовителем рентгеновской трубки для достижения максимального тока эмиссии при минимальном значении высокого напряжения (кВ). Настройка данных требований происходит при установке трубки. Максимальные значения тока для нити могут быть заданы ниже значений, рекомендованных изготовителем, если при использовании достигается требуемый ток эмиссии.

Если время повышения тока нити регулируется в соответствии с тепловыми свойствами нити, то предельные значения тока не будут достигаться, и максимальное значение тока будет установлено как рабочее. Более того, нить накала достигает рабочей температуры к моменту включения схемы управления током эмиссии, что приводит к корректному повышению тока трубки (желтая кривая), которое регулируется схемой управления (голубая кривая).

#### Влияние длины высоковольтного кабеля на нити накала с питанием переменным и постоянным током

Как говорилось ранее, одним из наиболее важных параметров трубки является предельное значение тока для нити накала. Предельные значения тока ограничивают максимальный выходной ток источника питания нити накала для защиты нити в рентгеновской трубке. Заданное значение должно быть равно или ниже указанного производителем в техническом паспорте. При этом необходимо учитывать и другие факторы.

**Питание нитей накала переменным током.** Нити накала с питанием переменным током работают на высокой частоте, за счет чего подача энергии по длинным высоковольтным кабелям становится затруднительной из-за большого сопротивления. На калибровку нити накала может повлиять изменение длины высоковольтного кабеля, поэтому может потребоваться изменение настроек калибровки нити.

**Питание нитей накала постоянным током.** Следует учитывать потери в медных высоковольт-

ных кабелях, связанные с сортаментом проволоки и длиной кабеля. При использовании источника питания нитей накала постоянным током со схемой регулирования тока нет необходимости в дополнительных регулировках, если используемый высоковольтный кабель не длиннее максимально установленной длины.

#### Настраиваемые пользователем параметры рентгеновского генератора

С помощью универсального рентгеновского генератора обеспечивается питание для различных рентгеновских трубок, используемых в самых разных условиях. Стандартные значения увеличения напряжения (кВ), выходного тока (мА) и тока накала должны быть по умолчанию выставлены на максимальную скорость нарастания, которая будет обеспечивать соответствие требованиям к конкретным условиям применения, но оставаться в заданных изготовителем пределах для безопасного регулирования процессов в трубке. Для трубок с другими параметрами, которые не соответствуют стандартным настройкам по умолчанию, должна быть предусмотрена простая перенастройка параметров.

Некоторые стандартные рентгеновские генераторы обладают расширенными настройками и высоким уровнем индивидуализации.

На рис. 7, а приведен снимок графического пользовательского интерфейса, с помощью которого пользователи могут выполнить индивидуальную настройку рентгеновского генератора для конкретных условий его применения, оптимизировать эксплуатационные характеристики трубки и генератора, а также обеспечить защиту и про-

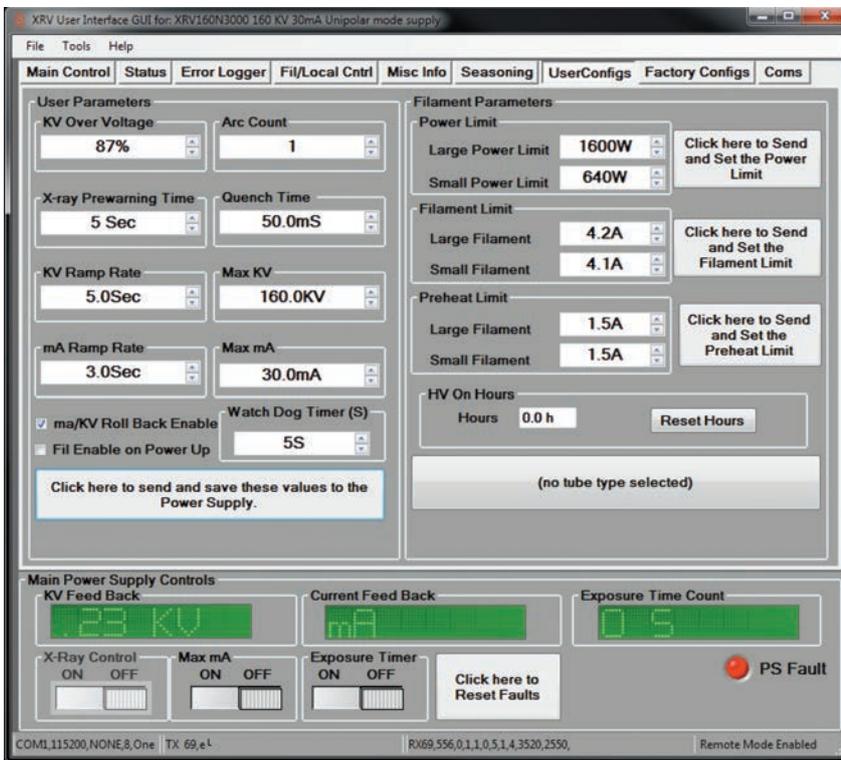


Рис. 7, а

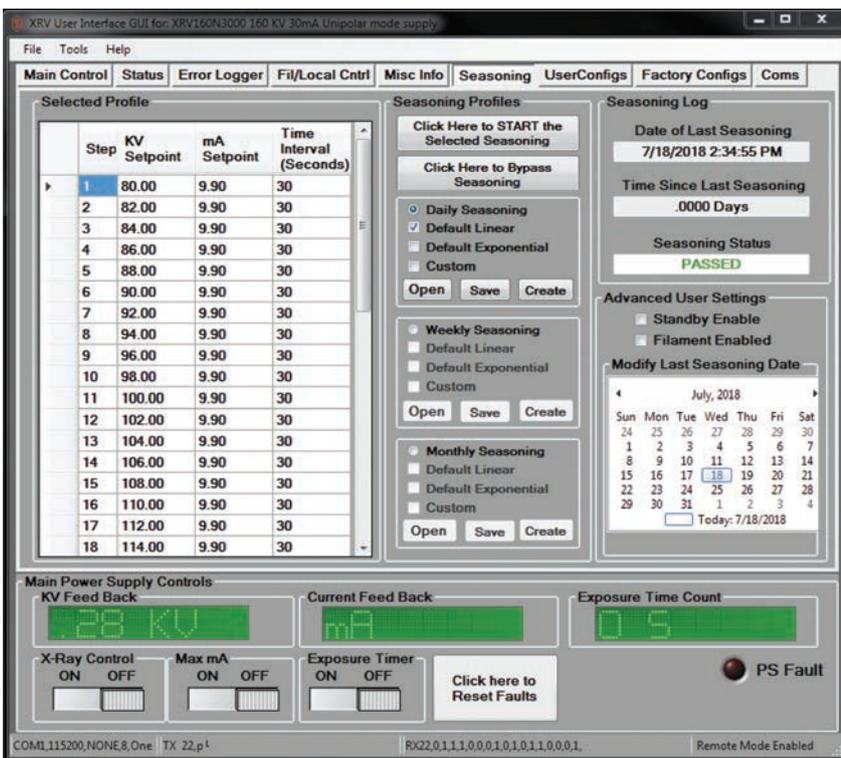


Рис. 7, б

длить срок службы рентгеновской трубки. Многие из указанных выше основных параметров можно легко и быстро установить в программе.

Данные о возможностях настройки некоторых рентгеновских генераторов приведены в таблице. Все условия применения рентгеновского излучения имеют свои отличительные особенности, и очень важно правильно и бережно работать с рентгеновской трубкой.

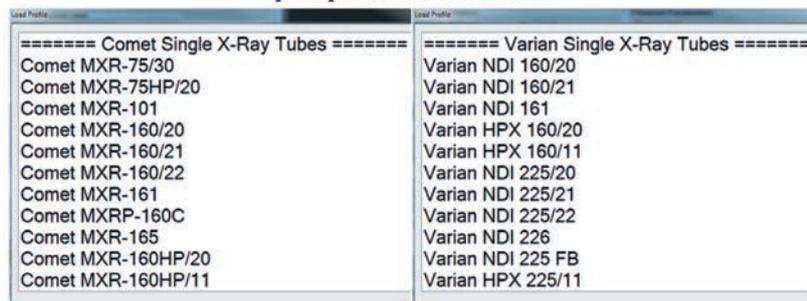
И без того достаточно простой процесс внесения значений параметров рентгеновских трубок в генератор может быть значительно упрощен. Если используется стандартная рентгеновская трубка серийного производства, изготовитель генератора может легко внести значения в базу данных, чтобы пользователю нужно было лишь выбрать необходимую модель трубки и автоматически загрузить необходимые настройки. Таким образом, процесс настройки упрощается, а также обеспечивается дополнительное преимущество исключения человеческого фактора при подготовке трубки и генератора к совместной работе. Параметры для не включенных в базу данных трубок можно легко добавить и сохранить.

В следующем разделе описывается генератор с возможностью автоматической загрузки настроек рентгеновских трубок путем выбора модели трубки из раскрывающегося списка.

#### Автоматическая загрузка параметров трубок с помощью раскрывающегося меню

Если используемая рентгеновская трубка выполнена по индивидуальному заказу или не включена в раскрывающееся меню, настройки трубки можно ввести вручную, сохранить их и в дальнейшем выбирать из списка (рис. 7, в).

**Автоматическая загрузка параметров трубок с помощью раскрывающегося меню**



в)

Рис. 7. Снимки графического пользовательского интерфейса для настройки конфигурации управления трубкой (а) и для тренировки трубок (б), раскрывающееся меню в графическом пользовательском интерфейсе для автоматической загрузки необходимых настроек трубки (в)

**Профили автоматической и индивидуальной тренировки трубки**

Помимо возможности выбрать модель трубки из раскрывающегося меню и загрузить информацию профиля, также имеется возможность использования рекомендованных изготовителем программ тренировки трубок (рис. 7, б). В зависимости от того, когда рентгеновская трубка использовалась или тренировалась в последний раз, генератор может автоматически выбрать подходящий профиль для тренировки трубки. Для всех трубок в раскрывающемся списке имеются ежедневные, еженедельные и ежемесячные профили для тренировки, а для

**Таблица. Пример настраиваемых параметров рентгеновского генератора**

Параметр/функция	Диапазон	Значение по умолчанию	Примечания
Предельные настройки накала, верхняя граница XRV160,225 XRV320,450	0 – 4000 Вт 0 – 4500 Вт	3000 Вт 4500 Вт	См. данные по трубке
Предельные настройки накала, нижняя граница XRV160,225 XRV320,450	0 – 4000 Вт 0 – 4500 Вт	3000 Вт 4500 Вт	См. данные по трубке
Максимальное напряжение XRV160 XRV225 XRV320 XRV450	0 – 160 кВ 0 – 225 кВ 0 – 320 кВ 0 – 450 кВ	160 кВ 225 кВ 320 кВ 450 кВ	
Максимальный ток	0 – 30 мА	30 мА	
Предельный ток накала, верхняя граница	0 – 6 А	4 А	Расчетный ток при фактической нагрузке
Предельный ток накала, нижняя граница	0 – 6 А	4 А	Расчетный ток при фактической нагрузке
Ток прогрева нити накала, верхняя граница	0 – 6 А	2 А	Типовое значение: предельный ток, верхняя граница/2
Ток прогрева нити накала, нижняя граница	0 – 6 А	2 А	Типовое значение: предельный ток, нижняя граница/2
Счетчик дуговых разрядов	0 – 30	1	
Время гашения дугового разряда	10 мс – 1 с	50 с	Показания счетчика будут сброшены при значении 100× заданное значение (не более 100 с)
Скорость нарастания напряжения (кВ)	100 мс – 30 с	5 с	Типовое значение 5 с
Скорость нарастания тока (мА)	100 мс – 30 с	5 с	Типовое значение 5 с
Время предупреждения	0 – 30 с	1 с	Предупреждение перед включением высокого напряжения (включение рентгеновского излучения)



Рис. 8. Отверстие в стеклянной трубке, образованное под воздействием высокого электрического напряжения



Рис. 9. Стеклянная оболочка с протравлениями, образовавшимися под действием электрического поля



Рис. 10. Рентгеновская трубка, работающая в среде горячего масла с тонким слоем обуглившегося масла на поверхности

трубок, не включенных в этот список, можно создать индивидуальные профили.

#### Высоковольтная изоляция

Одной из основных проблем, связанных с проектированием промышленных моноблоков Monoblock®, является обеспече-

ние среды с низким электрическим напряжением для работы рентгеновской трубки. Помимо надлежащей высоковольтной изоляции также важно учитывать максимальное электрическое поле и методики распределения данного поля. Проблемы, связанные с ненадлежащими мера-

ми распределения электрического напряжения, могут привести к внезапным и быстрым отказам, например к образованию сквозных отверстий в стекле, как показано на рис. 8.

В случае, представленном на рис. 8, стеклянная оболочка была пробита одним дуговым разрядом. Типичным для этого типа отказа является отсутствие черных отметин, характерных для отверстий, образующихся в конце срока службы, когда происходит множество дуговых разрядов, приводящих к карбонизации перед окончательным отказом трубки.

Еще одной проблемой, связанной с ненадлежащим моделированием электрического поля, являются скрытые отказы, при которых заряженные частицы начинают протравливать стекло, что приводит к повышенному току утечки, постепенному повышению количества дуговых разрядов и в конечном итоге к окончательному отказу трубки. Этот тип отказа показан на рис. 9.

Такой тип отказа формируется в течение нескольких недель или даже месяцев. Он является особо критичным на ранних стадиях, поскольку его сложно заметить: ток утечки начинает увеличиваться, что приводит к ошибкам в измерении выходного тока, поскольку часть измеренного тока не участвует в формировании рентгеновского излучения. Фактически доза рентгеновского излучения начинает сокращаться, хотя кажется, что ток трубки эффективно контролируется. Далее возникает случайный дуговой разряд, и с течением времени частота образования дуговых разрядов увеличивается, что приводит к устойчивой неисправности трубки.

#### Терморегулирование

Рентгеновские трубки являются устройствами с крайне низким КПД. В форму рентге-

новского излучения переходит менее 1 % мощности, а более 99% рассеивается в виде тепловой энергии. Для обеспечения длительного срока службы рентгеновской трубки эту тепловую энергию необходимо надлежащим образом контролировать для предотвращения значительного повышения температуры.

Обычно в качестве охлаждающей среды используется трансформаторное масло с оптимальным сочетанием изоляционных и тепловых свойств. За счет этих свойств обеспечивается достаточно простая циркуляция масла по различным теплообменникам для эффективного регулирования температуры при различных условиях.

Без надлежащего терморегулирования рентгеновская трубка может подвергаться трем основным видам воздействия:

- 1) повышенные внутренняя температура и скорость испарения, что приводит к разрушительным дуговым разрядам;
- 2) повышение температуры стекла, которое приводит к пригоранию масла, что, в свою очередь, увеличивает фильтрацию рентгеновского излучения и ухудшает изолирующие свойства масла, а это может привести к диэлектрическому пробоему во многих частях высоковольтных блоков. Трубка без надлежащего охлаждения с проблемой такого типа показана на рис. 10;
- 3) ненадлежащее отведение тепла от анодного узла, в результате чего рабочая температура рентгеновской трубки превышает температуру плавления вольфрама (рис. 11). Это приводит к плавлению фокусного пятна, что имеет три критических побочных эффекта:
  - а) увеличение размера фокусного пятна;
  - б) более жесткое рентгеновское излучение в связи с дополнительной фильтрацией;



Рис. 11. Повреждение фокусного пятна из-за недостаточного охлаждения анода и термомеханического воздействия

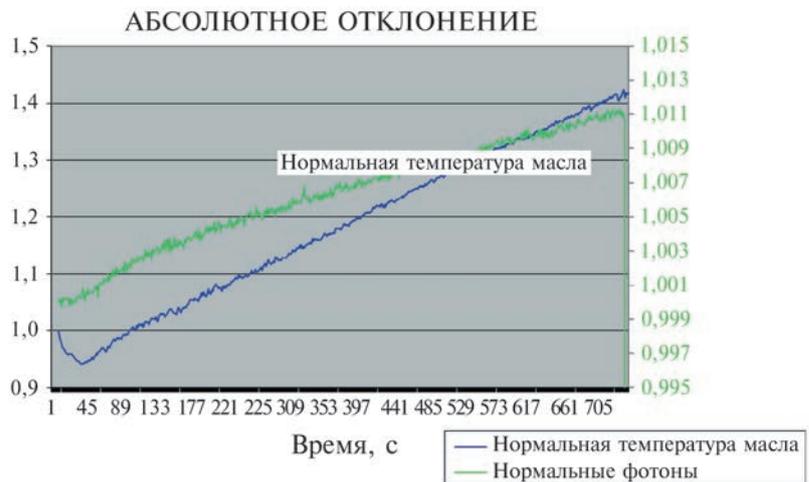


Рис. 12. Отклонение дозы рентгеновского излучения в зависимости от рабочей температуры

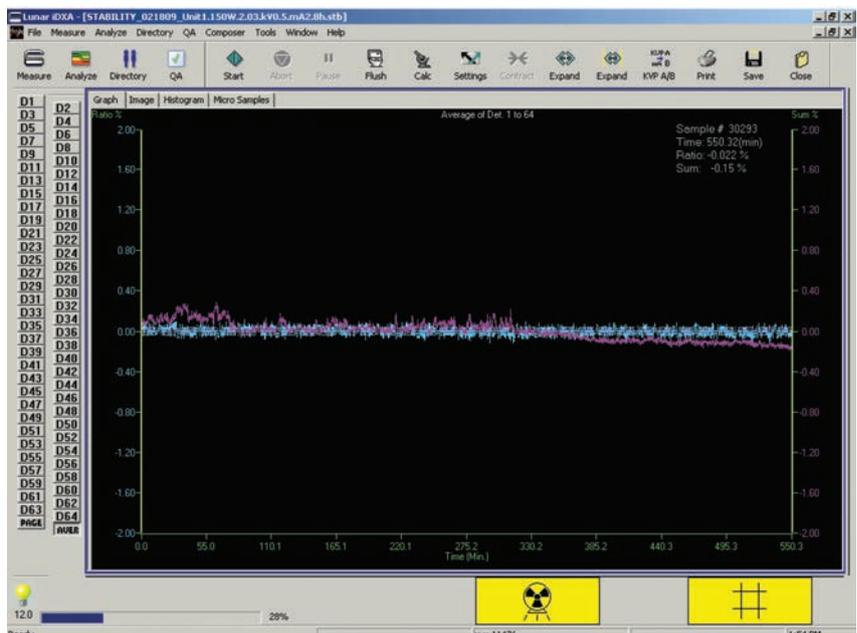


Рис. 13. Эксплуатационные характеристики компенсированного источника рентгеновского излучения

в) дополнительное испарение вольфрама, приводящее к металллизации и неустраняемым отказам трубок.

#### Стабильность дозы излучения

Развитие технологии производства детекторов открывает возможности для новых областей применения и повышения качества визуализации. Это в свою очередь обуславливает необходимость использования источников рентгеновского излучения более высокого качества. Одним из необходимых требований является стабильность дозы рентгеновского излучения, что во многом зависит от рабочей температуры рентгеновской трубки. Изменение температуры трубки может составлять более 10 %. На рис. 12 приведена схема для лучшего понимания этого процесса.

Применение аналоговой компенсации температуры вместе с цифровой оценкой параметров и компенсацией позволяет уменьшить это существенное отклонение дозы до пренебрежимо малого уровня. На рис. 13 представлены эксплуатационные характеристики оптимизированного источника рентгеновского излучения. Здесь показано максимальное отклонение, скомпенсированное до уровня ниже 0,4 %.

На графиках представлены сумма фотонов низкой и высо-

кой энергии (фиолетовая кривая – пропорционально эквивалентной стабильности тока, мА) и отношение фотонов высокой и низкой энергии (синяя кривая – пропорционально эквивалентной стабильности напряжения, кВ).

#### Потеря дозы в результате снижения мощности

Если выходная мощность трубки мгновенно теряется, на поверхности мишени анода произойдет резкое падение температуры, что приведет к созданию механического напряжения на поверхностном слое. Это может вызвать образование трещин на поверхности мишени, деградацию фокусного пятна и потерю дозы рентгеновского излучения. После 10 000 циклов относительная потеря дозы может составлять 80 % от начальной дозы. Работа с уровнем мощности на 20 % ниже максимальных значений или реализация плавного снижения мощности в работе генератора может значительно сократить механическое напряжение на поверхности мишени.

#### Заключение

По мере развития промышленных технологий визуализации и повышения требований к источникам рентгеновского излучения все более важным ста-

новится совместное использование трубок и генераторов для обеспечения их высокой производительности, надежности и низкой стоимости. Для того чтобы даже самые лучшие рентгеновские трубки показывали максимальную производительность и были защищены от типичных причин отказа, необходимо использовать качественные генераторы.

Было бы ошибочным недооценивать важность использования генератора, разработанного с учетом требований рентгеновской трубки. Как отмечалось выше, полезный срок службы рентгеновской трубки устанавливается с учетом известных неизбежных причин отказа. При выборе компонентов системы визуализации следует всегда уделять первоочередное внимание генератору, обеспечивающему длительный ресурс и высокие эксплуатационные характеристики рентгеновских трубок, т.е. генератор должен быть надежным, универсальным, простым в эксплуатации и иметь невысокую стоимость.

*За дополнительной информацией обращайтесь в представительство компании Spellman High Voltage Electronics Corporation — Россия и СНГ*

[www.spellmanhv.ru](http://www.spellmanhv.ru)  
+7 (496) 465 92 40

#### Ответы на кроссворд

**По горизонтали:** 2. Дуэт. 4. Инцидент. 10. Синхронизатор. 11. Отказ. 12. Шаг. 15. Разъем. 16. Сбой. 19. Дефектограмма. 22. Плена. 23. Наводка. 25. Риска. 26. Сканер. 27. Зона.

**По вертикали:** 1. Фильтр. 2. Дефект. 3. Жесткость. 5. Авария. 6. Фаза. 9. Анализ. 12. Шум. 13. Гистерезис. 14. Помеха. 17. Развертка. 18. Усиление. 20. Твердомер. 21. Генератор. 22. Подрез. 24. Дисплей.

16-й МОСКОВСКИЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ  
ИННОВАЦИОННЫЙ ФОРУМ И ВЫСТАВКА

ТОЧНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ –  
ОСНОВА КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ

# MetrolExpo'2020

## Москва, 2-4 июня

### ВДНХ, павильон 75



#### ТЕМАТИЧЕСКИЕ РАЗДЕЛЫ ВЫСТАВКИ:



**МЕТРОЛОГИЯ**  
METROLOGY



**ИЗМЕРЕНИЯ**  
MEASUREMENTS



**ИСПЫТАНИЯ И АНАЛИТИКА**  
TESTING & ANALYTICS



**ДИАГНОСТИКА И КОНТРОЛЬ**  
DIAGNOSTICS & CONTROL



**АВТОМАТИЗАЦИЯ**  
PROMAUTOMATICS

Устроитель:



Выставочная компания  
ВЭСТСТРОЙ ЭКСПО

+7 (495) 937-40-23  
metrol@expoprom.ru

ПРИГЛАШАЕМ ПРИНЯТЬ УЧАСТИЕ

[www.metrol.expoprom.ru](http://www.metrol.expoprom.ru)





**СМИРНОВА Надежда Игоревна**

Ответственный секретарь ТК 371,  
Санкт-Петербург

Несколько слов о стандартизации в области неразрушающего контроля. В России стандарты в области неразрушающего контроля (НК) находятся под ведомством технического комитета по стандартизации ТК 371 «Неразрушающий контроль» (ТК 371). В соответствии с приказом о деятельности ТК 371 за комитетом закреплены объекты стандартизации с кодом ОКС 19.100 – Неразрушающие испытания. На конец 2019 г. насчитывается около 130 стандартов с закрепленным кодом ОКС 19.100, однако есть ряд стандартов (не более 15), которые относятся к неразрушающему контролю, но им присвоен отличный код ОКС или стандарт закреплен за смежным техническим комитетом.

В конце 2019 г. Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии были приняты четыре национальных стандарта в области неразрушающего контроля. Стандарты разрабатывались в рамках ТК 371 в подкомитетах ПК 7 «Квалификация персонала», ПК 10 «Оптический и визуально-измерительный контроль», ПК 1 «Метрологический», они вступят в силу в 2020 г.:

- 1) ГОСТ Р ИСО 9712–2019 «Контроль неразрушающий. Квалификация и сертификация персонала» разработан и утвержден как идентичный международному стандарту ISO 9712:2012 Non-destructive testing – Qualification and certification of NDT personnel. Стандарт заменяет предыдущую версию национального стандарта ГОСТ Р 54795–2011/ISO/DIS 9712, приказ Росстандарта № 1330-ст от 2 декабря 2019 г., дата введения в действие 1 марта 2020 г.;
- 2) ГОСТ Р 58713–2019/ISO/TS 22809:2007 «Контроль неразрушающий. Несплошности в образцах, используемых в квалификационных экзаменах», разработан и утвержден как идентичный международному ISO/TS 22809:2007 Non-destructive testing – Discontinuities in specimens for use in qualification examinations, приказ Росстан-

дарта № 1331-ст от 2 декабря 2019 г., дата введения в действие 1 марта 2020 г.;

- 3) ГОСТ Р 58764–2019 «Контроль неразрушающий. Методы оптические. Эндоскопы технические. Общие требования», разработан впервые, приказ Росстандарта № 1395-ст от 12 декабря 2019 г., дата введения в действие 1 марта 2020 г.;
- 4) ГОСТ Р 56542–2019 «Контроль неразрушающий. Классификация видов и методов», дата введения в действие 1 ноября 2020 г.

Приказом Росстандарта от 1 ноября 2019 г. № 2612 утверждена Программа национальной стандартизации на 2020 г. (ПНС-2020), в которую от ТК 371 вошли шесть тем на разработку национальных стандартов, из них одна тема – пересмотр действующего стандарта, две темы – гармонизация двух частей европейского стандарта по акустической эмиссии. Темы ПНС-2020:

- 1) 1.0.371-1.039.20 «Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Радиографический метод»;
- 2) 1.0.371-1.040.20 «Контроль неразрушающий. Метод акустической эмиссии. Требования к аппаратуре. Параметры аппаратуры» (гармонизация EN 13477-1);
- 3) 1.0.371-1.041.20 «Контроль неразрушающий. Метод акустической эмиссии. Требования к аппаратуре. Верификация параметров аппаратуры» (гармонизация EN 13477-2);
- 4) 1.0.371-1.043.20 «Система государственных испытаний продукции. Общие требования к разработке и аттестации методик неразрушающего контроля»;
- 5) 1.0.371-1.042.20 «Контроль неразрушающий. Ультразвуковой контроль. Словарь» (Пересмотр ГОСТ ISO 5577-2009);
- 6) 1.0.371-1.038.20 «Контроль неразрушающий. Методы оптического вида. Системы технического зрения».

Кроме того, ТК 371 вводит работы в Международном комитете по стандартизации ISO TC 135 Non-destructive testing, в настоящий момент назначено восемь экспертов для работы в семи подкомитетах ISO TC 135. Принято решение о необходимости участия российских экспертов в восьмом подкомитете ISO/TC 135/SC 8 Thermographic testing, ответственном за стандарты в области теплового контроля, что позволит специалистам НК участвовать в обсуждении по разработке и пересмотру международных стандартов, а также предлагать национальные стандарты как основу для разработки международных. Это одна из поставленных задач ТК 371 на 2020 г.

[nadezhda.i.smirnova@gmail.com](mailto:nadezhda.i.smirnova@gmail.com)



www.intecheco.ru

# **XI МЕЖОТРАСЛЕВАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**

## **«АНТИКОРРОЗИОННАЯ ЗАЩИТА-2020»**

**25 марта 2020 г., Москва, ГК «ИЗМАЙЛОВО»**

### **ТЕМЫ ДОКЛАДОВ КОНФЕРЕНЦИИ**

- Актуальные задачи противокоррозионной защиты в промышленности.
- Промышленные лакокрасочные материалы отечественных и зарубежных производителей.
- Новейшие технологии и материалы огнезащиты и антикоррозионной защиты зданий, сооружений, эстакад, газоходов, трубопроводов, емкостей и другого оборудования промышленных предприятий.
- Лучшие образцы красок для защиты от коррозии, изоляции и огнезащиты.
- Примеры применения материалов для защиты, усиления и восстановления зданий и оборудования.
- Подготовка поверхности. Современное окрасочное оборудование.
- Приборы контроля качества лакокрасочных материалов и покрытий.
- Современные методы контроля и диагностики промышленной безопасности.
- Электрохимическая защита металлов от коррозии.

### **ВАРИАНТЫ УЧАСТИЯ В КОНФЕРЕНЦИИ**



**Докладчик**



**Место для стенда**



**Слушатель**

### **ОРГАНИЗАТОР КОНФЕРЕНЦИИ – ООО «ИНТЕХЭКО»**



- с 2001 года – опыт организации выставок и конференций;
- более 60 организованных мероприятий;
- более 8000 делегатов конференций;
- свыше 30 стран – география компаний-участников;
- более 50 журналов и газет – среди партнеров.

В работе конференций с 2010 по 2019 годы приняли участие сотни делегатов от компаний различных отраслей: руководители предприятий энергетики, металлургии, цементной, нефтегазовой и химической отраслей промышленности: главные инженеры, главные механики, главные энергетики, начальники подразделений, ответственных за промышленную безопасность, защиту от коррозии, ремонты и капитальное строительство; руководители и ведущие специалисты инжиниринговых компаний, занимающихся противокоррозионной защитой; эксперты производителей лакокрасочных материалов и приборов электрохимической защиты.

Сборники предыдущих конференций и подробную информацию см. на сайте [www.intecheco.ru](http://www.intecheco.ru)

[www.intecheco.ru](http://www.intecheco.ru)    [admin@intecheco.ru](mailto:admin@intecheco.ru)    +7 (905) 567-8767

**11-13**  
**НОЯБРЯ 2020**



**ЗАЩИТА  
ОТ КОРРОЗИИ**

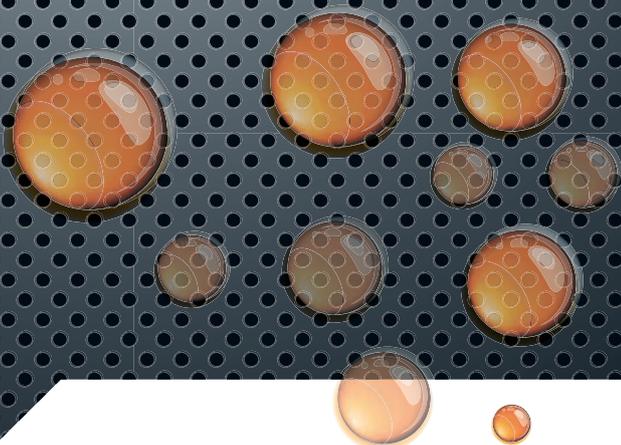
EXPOFORUM | САНКТ-ПЕТЕРБУРГ | 2020

# ЗАЩИТА ОТ КОРРОЗИИ 2020

**23-я МЕЖДУНАРОДНАЯ  
ВЫСТАВКА-КОНГРЕСС**

ЗАЩИТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО  
ОБОРУДОВАНИЯ, ЗДАНИЙ, СООРУЖЕНИЙ,  
ТРУБОПРОВОДОВ, МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ,  
ПРОМЫШЛЕННОЙ АППАРАТУРЫ:

- подготовка поверхности
- защитные материалы и покрытия
- электрохимическая защита
- оборудование для нанесения покрытий
- техническая диагностика и контроль качества
- техническое обслуживание и ремонт



12+

КОНГРЕССНО-ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР  
**ЭКСПОФОРУМ**  
ПАВИЛЬОН **F**  
ПЕТЕРБУРГСКОЕ ШОССЕ, 64/1  
+7 (812) 240 40 40 (доб. 2207)  
[www.corrosion.expoforum.ru](http://www.corrosion.expoforum.ru)

ОРГАНИЗАТОР

**EXPOFORUM**

ПАРТНЕР



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ  
МЕДИАПАРТНЕР





**E·X·P·O**  
**ELECTRONICA**



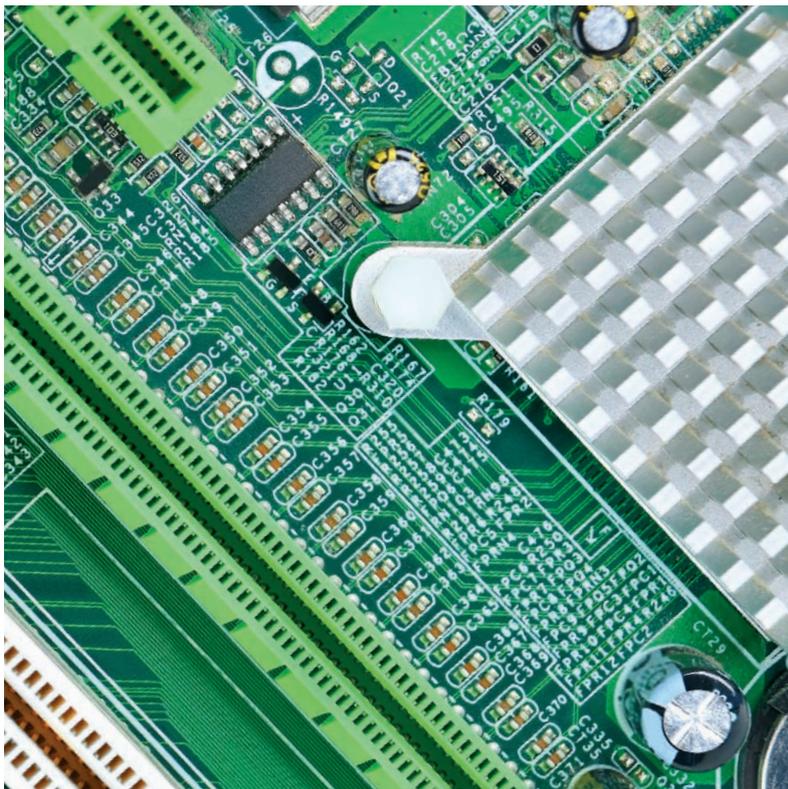
Самая крупная в России  
выставка электронных  
компонентов, модулей  
и комплектующих\*

Ваш компонент успеха!

0+

**14–16 апреля 2020**

Москва  
МВЦ «Крокус Экспо»



**457**

участников  
из 17 стран

**450+**

видов  
электронных  
компонентов



Получите бесплатный билет  
по промокоду  
**ee20pRKTY**

[expoelectronica.ru](http://expoelectronica.ru)

\*Совместно с выставкой



+7 (499) 750-08-28  
[electron@hyve.group](mailto:electron@hyve.group)  
[www.hyve.group](http://www.hyve.group)

\*По данным аудита Российского союза выставок и ярмарок за 2016 г.  
Только для специалистов

## РЕКЛАМОДАТЕЛЯМ

Редакция журнала приглашает к сотрудничеству рекламодателей. Информация о вас, о вашем оборудовании, ваших технологиях, услугах, разработках и исследованиях в области неразрушающего контроля и технической диагностики будет донесена до специалистов и потребителей одновременно как минимум в 11 странах. Есть возможность предложить свою продукцию и услуги не только в рекламных блоках, но и путем публикации развернутых материалов и отчетов.

### Размещение рекламы в журнале «Территория NDT»

Местоположение рекламного модуля	Занимаемое место на полосе (обрезной формат)	Стоимость размещения, руб. (без НДС)
<b>ОБЛОЖКА</b>		
1-я страница	210 x 180 мм	65 000
2-я страница	1/1 (210 x 290 мм)	55 000
3-я страница	1/1 (210 x 290 мм)	42 000
4-я страница	1/1 (210 x 290 мм)	60 000
<b>МОДУЛЬ ВНУТРИ ЖУРНАЛА</b>		
1-я страница	1/1 (210 x 290 мм)	55 000
2-я страница	1/1 (210 x 290 мм)	48 000
Расположение по усмотрению редакции	1/1 (210 x 290 мм) 1/2 (210 x 145 мм) 1/3 (210 x 100 мм)	32 000 18 000 15 000
<b>СТАТЬЯ</b>		
Расположение по усмотрению редакции	1 страница 2 страницы 3 страницы	30 000 36 000 48 000

**Действует гибкая система скидок.**

### Требования к принимаемым рекламным модулям

Рекламный модуль	Размер рекламного блока после обрезки	Размер рекламного блока с полями под обрезку
1-я полоса обложки	210 x 180 мм	215 x 180 мм
1/1 полосы	210 x 290 мм (вертикальное расположение)	220 x 300 мм
1/2 полосы	145 x 210 мм (горизонтальное расположение)	155 x 220 мм
1/3 полосы	100 x 210 мм (горизонтальное расположение)	110 x 220 мм
Тип файла	PDF, EPS, TIFF, PSD	
Разрешение и цветовая модель	CMYK, не менее 300 dpi, без сжатия	

Подробную информацию о журнале, архив номеров и последние новости вы найдёте на сайте журнала «Территория NDT» – [www.tndt.idspektr.ru](http://www.tndt.idspektr.ru)

## АВТОРАМ

Редакция журнала приглашает к сотрудничеству авторов. Статьи (обзорные, популярные, научно-технические, дискуссионные) присылайте в редакцию в электронном виде. Статьи нерекламного содержания в журнале «Территория NDT» публикуются бесплатно. Объем статьи, предлагаемой к публикации, не должен превышать 8 страниц текста формата А4, набранного через полтора–два интервала, 11–12 кегель.

### Требования к принимаемым статьям

В редакцию предоставляются:

1. Файл со статьей.  
Статья должна быть набрана в текстовом редакторе Microsoft Word, (формат А4, полтора–два интервала, 11–12 кегель, шрифт Times New Roman).  
В начале статьи обязательно набрать фамилии, имена и отчества авторов полностью (приветствуется указание ученых степеней и званий автора (если есть), место работы, должность).
2. Фотографии авторов статьи (отдельные файлы).
3. Иллюстрации в виде отдельных файлов – DOC, PDF, TIFF, JPEG с максимально возможным разрешением (рекомендуется 600 dpi).
4. Для заключения авторского договора на каждого автора необходимо указать: паспортные данные с кодом подразделения, адрес прописки с индексом, дату рождения, контактный телефон, e-mail (отдельный файл Microsoft Word).

**Присылая статью в редакцию для публикации, авторы выражают согласие с тем, что:**

- статья может быть размещена в Интернете;
- авторский гонорар за публикацию статьи не выплачивается.

По всем вопросам размещения рекламы и статей в журнале «Территория NDT» просим обращаться по телефону +7 (499) 393 30 25 или по электронной почте: [tndt@idspektr.ru](mailto:tndt@idspektr.ru)

### КАК ПОДПИСАТЬСЯ НА ЖУРНАЛ

Оформить подписку на журнал «Территория NDT» можно через редакцию журнала, начиная с любого номера. Отправьте заявку в отдел реализации по e-mail: [zakaz@idspektr.ru](mailto:zakaz@idspektr.ru) с указанием следующих данных:

1. Журнал «Территория NDT»
2. Количество экземпляров
3. Название организации (для юридических лиц)
4. Почтовый адрес
5. Юридический адрес (для юридических лиц)
6. ИНН, КПП предприятия, банковские реквизиты (для юридических лиц)
7. Телефон (с кодом города), факс
8. Адрес электронной почты (e-mail)
9. Фамилия, имя, отчество
10. Способ доставки (почтой\*, самовывоз\*\*)

\* При доставке почтой стоимость услуги отправки почтой составит 450 руб. по России и 750 руб. за рубеж за 1 экземпляр журнала. При заказе более двух номеров стоимость услуги уточните в редакции.

\*\* При самовывозе журнал предоставляется бесплатно.

Самовывозом журнал получают в редакции журнала по адресу: **Москва, ул. Усачева, д. 35, стр. 1, офис 2319.**

Телефон отдела реализации: **(495) 514 26 34**

Телефоны редакции: **(499) 393 30 25, (495) 514 76 50**

**Уважаемые дамы и господа, мы будем рады видеть Вас среди наших постоянных читателей, авторов, спонсоров и рекламодателей. Мы готовы обсудить любые формы сотрудничества и взаимодействия. Надеемся, что страницы нашего журнала станут постоянной территорией для обмена информацией и опытом в области неразрушающего контроля и технической диагностики.**