

# Территория NDT

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ

**4, 2015**  
Октябрь – декабрь (16)



СОВМЕСТНЫЙ ПРОЕКТ ОДИННАДЦАТИ НАЦИОНАЛЬНЫХ ОБЩЕСТВ ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ

ВЫСТАВКА СРЕДСТВ  
И ТЕХНОЛОГИЙ НК

ОТРАСЛЕВЫЕ  
КРУГЛЫЕ СТОЛЫ  
«НК В ПРОМЫШЛЕННОСТИ»



2 – 4 МАРТА 2016, МОСКВА

## ЕЖЕГОДНЫЙ ВСЕРОССИЙСКИЙ ФОРУМ ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ «ТЕРРИТОРИЯ NDT 2016»

<b>Организатор</b>	Российское общество по неразрушающему контролю и технической диагностике (РОНКТД)
<b>Место проведения</b>	Москва, Экспоцентр на Красной Пресне Павильон № 3
<b>Деловая программа</b>	<i>Серия круглых столов, посвященных вопросам применения НК в промышленности в отраслях:</i> <ul style="list-style-type: none"><li>• Авиация и космос</li><li>• Атомная промышленность</li><li>• Железнодорожный транспорт</li><li>• ЖКХ и строительство</li><li>• Металлургия и машиностроение</li><li>• Нефтегазовый комплекс</li><li>• Техническая диагностика</li><li>• Энергетика</li></ul> <i>Межотраслевые направления:</i> <ul style="list-style-type: none"><li>• Антитеррористическая безопасность</li><li>• Медицинская диагностика</li><li>• Метрология и техническое урегулирование</li><li>• Обучение</li><li>• Стандартизация</li></ul>
<b>Участники</b>	<i>Более 130 ведущих российских и зарубежных компаний:</i> <ul style="list-style-type: none"><li>• Разработчики и поставщики оборудования</li><li>• Сервисные компании</li><li>• Учебные и сертификационные центры</li><li>• Специализированные издания</li><li>• Национальные общества НК</li></ul>
<b>Посетители</b>	Руководители и ведущие специалисты-эксперты компаний авиационной, атомной, химической и нефтехимической, нефтяной, газовой, металлургической отраслей
<b>Партнерство</b>	Проводится в партнерстве с ведущим форумом декоративных и защитных покрытий — 20-й Международной выставкой «Интерлакокраска — 2015» и 10-м международным салоном «Обработка поверхности. Защита от коррозии»



Информационные партнеры: «Территория NDT», «Контроль. Диагностика», «Безопасность труда в промышленности», «Крылья Родины», «Наноиндустрия», «Нефтегазовая вертикаль», «Сварщик в Белоруссии», «Нефтегазовое оборудование», «Современная электроника», «Территория Нефтегаз», «Технадзор»,

2 – 4 МАРТА 2016, «ЭКСПОЦЕНТР» НА КРАСНОЙ ПРЕСНЕ

[www.expo.ronktd.ru](http://www.expo.ronktd.ru)

[info@ronktd.ru](mailto:info@ronktd.ru)



ВЫСТАВКА СРЕДСТВ  
И ТЕХНОЛОГИЙ НК



ОТРАСЛЕВЫЕ  
КРУГЛЫЕ СТОЛЫ  
«НК В ПРОМЫШЛЕННОСТИ»

2 – 4 МАРТА 2016, МОСКВА

## ЕЖЕГОДНЫЙ ВСЕРОССИЙСКИЙ ФОРУМ ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ «ТЕРРИТОРИЯ NDT 2016»

В рамках Форума пройдут:

- **Конкурс на лучшую разработку "Неразрушающий контроль 2016"**  
*Победители конкурса:*
  - Награждаются Дипломами РОНКТД «Победитель Конкурса «Неразрушающий Контроль 2016»
  - Упомянуты в официальном пресс-релизе выставки
  - Получают бесплатную публикацию в журнале «Территория NDT» (2 страницы)
- **Конкурс для экспонентов на «Лучший стенд выставки «Территория NDT 2016»**  
*Победитель конкурса:*
  - Награждается Дипломом РОНКТД «Победитель Конкурса «Лучший стенд выставки «Территория NDT 2016»
  - Упомянется в официальном пресс-релизе выставки
- **Финальный тур 13-го Всероссийского конкурса специалистов неразрушающего контроля по следующим методам НК: акустическая эмиссия, визуальный и измерительный, вибродиагностический, вихретоковый, капиллярный, магнитный, радиационный, тепловой и ультразвуковой**

**Приглашаем Вас принять участие в ведущем в России форуме  
по неразрушающему контролю «Территория NDT 2016»!**

On-line  
бронирование  
на сайте:

[www.expo.ronktd.ru](http://www.expo.ronktd.ru)



Особые условия  
для партнеров РОНКТД:  
скидка 10 %  
на выставочную площадь

«Точка опоры», «Химическая техника», «Техсовет», «Мега Инжиниринг», «В мире НК», «Энергобезопасность и Энергосбережение», «Экспозиция Нефть Газ», «Дефектоскопист.ру», «Prostoev.net», «Votum.ru», «Matrix», «Российское атомное сообщество», «РСП-эксперт», «Инженерная защита»

на правах рекламы

По вопросам участия обращайтесь:  
Тел.: +7 (499) 245 56 56; e-mail: [info@ronktd.ru](mailto:info@ronktd.ru)

[www.expo.ronktd.ru](http://www.expo.ronktd.ru)

[info@ronktd.ru](mailto:info@ronktd.ru)

# ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ НК?

## ЭТО К НАМ.

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ // ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ // 3D-СКАНИРОВАНИЕ // УЛЬТРАЗВУКОВОЙ КОНТРОЛЬ // ВИХРЕТОКОВЫЙ КОНТРОЛЬ // ВИЗУАЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ // РЕНТГЕНОВСКИЙ КОНТРОЛЬ // МАГНИТНЫЙ КОНТРОЛЬ // ВИБРОДИАГНОСТИКА И ЛАЗЕРНАЯ ЦЕНТРОВКА





## 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)	32 000
	1/2 (210 x 145 мм)	18 000
	1/3 (210 x 100 мм)	15 000
<b>СТАТЬЯ</b>		
Расположение по усмотрению редакции	1 страница	30 000
	2 страницы	36 000
	3 страницы	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	СМЯК, 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 не-рекламного содержания в журнале «Территория NDT» публикуются бесплатно. Объем статьи, предлагаемой к публикации, не должен превышать 10 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 составляет 250 руб. 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.



## EPOCH 650

### Современный ультразвуковой дефектоскоп

Ультразвуковой дефектоскоп EPOCH 650 является развитием популярной модели EPOCH 600. EPOCH 650 обеспечивает высокое качество контроля и удобство в эксплуатации. Его с легкостью могут использовать как новички, так и опытные специалисты в области ультразвукового контроля, а его прочный, компактный и эргономичный корпус позволяет работать практически в любых условиях.

- Полноэкранное отображение А-скана
- Возможность подготавливать отчеты непосредственно в приборе с записью процесса контроля в видео-файл
- PerfectSquare™ настраиваемый генератор прямоугольных импульсов
- Набор из 30 цифровых фильтров для повышения соотношения сигнал-шум
- Наличие в стандартной комплектации программных опций: динамические кривые DAC/ВРЧ и АРД-диаграммы
- Дополнительно активируемая программная опция для коррозионной дефектоскопии с поддержкой кодированного В-скана
- Соответствие стандарту EN12668-1

“Олимпас Москва”

Россия, 107023, г. Москва, ул. Электрозаводская, д. 27, стр. 8

Тел.: (495) 956-66-91

E-mail: industrial.omc@olympus-europa.com

[www.olympus-ims.com/epoch650/](http://www.olympus-ims.com/epoch650/)



# Территория NDT

## СОДЕРЖАНИЕ

## №4 (октябрь – декабрь), 2015

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

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

**Редакционный совет:**

**Азизова Е.А.**  
(Узбекистан, председатель УзОНК)

**Аугутис В.** (Литва)

**Клюев С.В.**  
(Россия, вице-президент РОНКТД)

**Кожаринов В.В.**  
(Латвия, президент LNTV)

**Маммадов С.**  
(Азербайджан, президент АОНК)

**Миховски М.**  
(Болгария, президент BSNT)

**Муравин Б.**  
(Израиль, зам. президента  
INA TD&CM)

**Ригишвили Т.Р.**  
(Грузия, президент GEONDT)

**Зайтова С.А.**  
(Казахстан, президент КАНКТД)

**Ткаченко А.А.**  
(Молдова, президент НОНКТД РМ)

**Редакция:**

Агапова А.А.  
Клейзер Н.В.  
Сидоренко С.В.  
Чепрасова Е.Ю.

**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, ин-  
формационных технологий и массовых  
коммуникаций (Роскомнадзор). Свидетель-  
ство о регистрации средства массовой ин-  
формации ПИ № ФС77-47005

**Учредители:**

ЗАО Московское научно-производственное  
объединение «Спектр»  
(ЗАО МНПО «Спектр»);  
Общероссийская общественная организа-  
ция «Российское общество по неразруша-  
ющему контролю и технической диагнос-  
тике» (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 16.10.2015

Подписано в печать 17.11.2015

Формат 60x88 1/8.

Бумага офсетная. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 8,93. Уч.-изд. л. 8,46.

Заказ Тираж 4700 экз.

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

Отпечатано в типографии

ООО «МЕДИАКОЛОР»

105187, г. Москва,

ул. Вольная, д. 28, стр.10

### НОВОСТИ

**Объединение** производителей железнодорожной техники и Российское общество по неразрушающему контролю и технической диагностике заключили соглашение о взаимодействии . . . . . 4

**GE открывает** учебно-демонстрационный центр OIL & GAS на новой площадке . . . . . 4

**Зайтова С.А.** Поддержка Казахстанских сервисных компаний в области NDT для оказания услуг на проекте КАШАГАН . . . . . 5

**Новости** Европейской федерации по неразрушающему контролю и Международного комитета по неразрушающему контролю . . . . . 6

### ВЫСТАВКИ, СЕМИНАРЫ, КОНФЕРЕНЦИИ

**Медведева О.В.** РОНКТД: опыт организации коллективных стендов технологий НК . . . 8

**X Юбилейная** школа-семинар «Сертификация персонала в области неразрушающего контроля – 2015» . . . . . 12

**Матвеев В.И., Клейзер П.Е.** Дефектоскопия – 2015 . . . . . 14

**Дубов А.А., Муллин А.В., Колокольников С.М.** Отчет российской делегации о работе в Комиссии-V «Контроль качества и обеспечение качества сварных соединений изделий» Международного института сварки . . . . . 20

**V Конференция** с международным участием «Совершенствование и функционирование систем в области промышленной безопасности» . . . . . 24

### НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ И СТАНДАРТЫ

**Быстрова Н.А., Галкин Д.И., Ходжаева А.В., Белкин В.К.** Подходы к совершенствованию норм отбраковки, применяемых при радиационном контроле качества сварных соединений магистральных трубопроводов . . . . . 28

**Винокурцев Г.Г.** К вопросу нормативного обеспечения и возможности применения компьютерной радиографии для контроля сварных соединений газопроводов . . . . . 32

**Белкин В.К., Франц Э.Б., Храпачев Ю.А., Мороз А.Ю., Гончаров Б.Т.** Некоторые вопросы к проекту федеральных норм и правил «Основные требования к проведению неразрушающего контроля технических устройств, зданий и сооружений на опасных производственных объектах» . . . . . 36

### МЕТОДЫ, ПРИБОРЫ, ТЕХНОЛОГИИ

**Клюев В.В., Кузелев Н.Р., Ботвина Л.Р.** К вопросу применения радиационной томографии для оценки целостности материала и элементов конструкций . . . . . 38

**Вермус В.И.** Как выбрать анализатор для сортировки лома. 4 шага при выборе анализатора для лома! . . . . . 42

**Красильников С.Б., Пантелеев В.А., Петрив Р.Б.** Эргономика и экономика современной полевой радиографии . . . . . 44

**Бондарев О.Ю.** Программное обеспечение VOLUME GRAPHICS для обработки данных в промышленной томографии . . . . . 48

**Троицкий В.А.** Развитие радиационного контроля сварных соединений . . . . . 52

**Семеренко А.В.** Инновации в ультразвуковом контроле точечной сварки . . . . . 60

## ОБЪЕДИНЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ТЕХНИКИ И РОССИЙСКОЕ ОБЩЕСТВО ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКЕ ЗАКЛУЧИЛИ СОГЛАШЕНИЕ О ВЗАИМОДЕЙСТВИИ



2 сентября 2015 г. в Москве (Щербинка) в рамках общего собрания членов некоммерческого партнерства «Объединение производителей железнодорожной техники» (НП «ОПЖТ») состоялось подписание соглашения между НП «Объединение производителей железнодорожной техники» и Общероссийской общественной организации «Российское общество по неразрушающему контролю и технической диагностике» о взаимодействии по внедрению инновационных методов и средств неразрушающего контроля объектов железнодорожного транспорта.

Документ подписали вице-президент, исполнительный директор НП «ОПЖТ» **Николай Лысенко** и исполнительный директор ООО «РОНКТД» **Екатерина Чепрасова**.

Основным направлением взаимодействия сторон станет установление долгосрочных партнерских отношений и осуществление совместной деятельности по внедрению иннова-

ционных методов и средств неразрушающего контроля объектов железнодорожного транспорта.

В рамках долгосрочного соглашения ООО «РОНКТД» обязуется принимать участие в информационных и координационных мероприятиях НП «ОПЖТ», соответствующих тематике настоящего соглашения, а также обеспечивать размещение статей, пресс-релизов и новостей НП «ОПЖТ» в журнале «Территория NDT» и на сайте [www.ronktd.ru](http://www.ronktd.ru).

В свою очередь, НП «ОПЖТ» будет информировать в рабочем порядке ответственных сотрудников РОНКТД о планируемых ОПЖТ информационных и координационных мероприятиях.

Объединение производителей железнодорожной техники намерено содействовать проведению отраслевых секций (в том числе в марте 2016 г. «Применение методов и оборудования неразрушающего контроля и технической диагностики» в отрасли же-

лезнодорожного транспорта») в рамках ежегодного организуемого РОНКТД форума «Территория NDT».

Кроме того, ОПЖТ обязуется размещать статьи, пресс-релизы и новости РОНКТД, соответствующие тематике настоящего соглашения, в журнале «Техника железных дорог» и на сайте [www.opzt.ru](http://www.opzt.ru).

В соответствии с данным соглашением стороны будут осуществлять совместные действия, направленные на внедрение инновационных методов и средств неразрушающего контроля объектов железнодорожного транспорта. Для реализации положений соглашения ОПЖТ и РОНКТД намерены обмениваться научно-технической информацией, содействовать развитию прямых связей и деловых контактов, включая участие в совместных конференциях, семинарах, круглых столах и выставках. Для этого будут назначены ответственные за координацию взаимодействия. Порядок и взаимодействие сторон по конкретным вопросам будут определяться отдельными договорами.

Соглашение заключено сроком на три года и вступило в силу с момента его подписания сторонами.

**РОНКТД**

## GE ОТКРЫВАЕТ УЧЕБНО-ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ ЦЕНТР OIL & GAS НА НОВОЙ ПЛОЩАДКЕ

1 октября 2015 г. в Москве состоялось торжественное открытие обновленного учебно-демонстрационного центра GE Oil & Gas (GE Oil & Gas Technology Solutions Center), в котором представлены инновационные решения нефтегазового подразделения GE Measurement & Control в

области мониторинга состояния промышленного оборудования и неразрушающего контроля.

Площадка позволяет детально ознакомиться с передовыми технологиями измерения и управления, включая системы мониторинга состояния оборудования Bentley

Nevada, контроллеры Mark VIe, распределенные системы управления ОС6000, а также оборудование для неразрушающего контроля и средства измерения. Центр также предлагает клиентам широкий спектр обучающих и практических занятий на программном обеспечении мони-





торинга состояния оборудования и системах управления предприятием.

Открытие центра на новой площадке позволило представить расширенный портфель технологических решений Measurement & Control – новую линейку клапанов Masonelian, новое поколение платформы диагностики состояния оборудования System 1 Evolution, «интеллектуальные» приборы для неразрушающего контроля и инспекций – видеобороскоп Mentor Visual iQ и вихретоковый дефектоскоп Mentor EM.

В рамках торжественного открытия состоялась обзорная экскурсия по центру для клиентов и партнеров компании, а также тематические дискуссии и презентации в области управления, измерения, неразрушающего контроля и диагностики в нефтегазовой и энергетической отраслей. Гости мероприятия смогли ознакомиться с решениями по управлению рисками техобслуживания предприятий и протестировать работу систем автоматической диагностики вспомогательного оборудования.

«Новый учебный центр – успешный пример локализации технической экспертизы GE Oil & Gas в России. Для нас это возможность стать ближе к нашим заказчикам и партнерам, предложить им комплексные решения, направленные на повышение эффективности и безопасности промышленного оборудования и получить обратную связь. Мы уверены, что центр станет уникальным местом для обмена опытом среди специалистов в области диагностики промышленного оборудования и профессионалов индустриального сектора», – отметил Сергей Тазин, президент и главный исполнительный директор GE Oil & Gas в России/СНГ.

Обновленный учебно-демонстрационный центр открыт при штаб-квартире российского подразделения GE в Москве по адресу: Пресненская набережная, 10А, 16 этаж.

*Материал предоставлен службой корпоративных коммуникаций GE в России/СНГ*

## ПОДДЕРЖКА КАЗАХСТАНСКИХ СЕРВИСНЫХ КОМПАНИЙ В ОБЛАСТИ NDT ДЛЯ ОКАЗАНИЯ УСЛУГ НА ПРОЕКТЕ КАШАГАН



В 2015 г. ТОО «Vender Development Center» в рамках Программы Порт Каспиан Оперейтинг Компани Н.В. поддержки потенциальных поставщиков услуг организовало обучение казахстанских специалистов в области неразрушающего контроля. Программы обучения проводятся органом по сертификации персонала (ОПС-П) ОЮЛ «Казахстанская ассоциация неразрушающего контроля и технической диагностики»

(КАНКТД) на базе Учебного центра РГП Институт ядерной физики Министерства энергетики Республики Казахстан.

Подготовка, включающая аттестацию и сертификацию специалистов неразрушающего контроля, проводится согласно требованиям международного стандарта СТ РК ISO/IEC 17024-2012 по схеме СТ РК ISO 9712-2008, которые являются гармонизированными в Республике Казахстан международными стандартами, принятыми во всех странах – членах ICNDT.

Реализация данных программ способствует переходу системы подготовки и аттестации специалистов в области неразрушающего контроля из системы промышленной безопасности в систему технического регулирования Республики Казахстан и дальнейшей интеграции трудовых ресурсов в международных проектах.

Инспекционные услуги и услуги в области неразрушающего контроля исторически являются услугами с наибольшим иностранным участием в Казахстане. Ежегодно Министерство по социальной защите и здравоохранению Республики Казахстан оформляет тысячи квот на привлечение иностранной рабочей силы. Работа по развитию и усовершенствованию казахстанского рынка производителей и сервисных компаний с ТОО «Vender Development Center» для участия в международном проекте способствует росту профессиональной квалификации местных поставщиков и направлена на импортозамещение продукции и услуг.

*С. А. Заитова,  
президент ОЮЛ «Казахстанская ассоциация неразрушающего контроля и технической диагностики»,  
председатель ТК 76 «Неразрушающий контроль и техническая диагностика»,  
руководитель ОПС-П КАНКТД*

## НОВОСТИ ЕВРОПЕЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ И МЕЖДУНАРОДНОГО КОМИТЕТА ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ



25 сентября 2015 г. состоялось заседание совета директоров во вновь избранном составе. Основным вопросом в настоящее время является реструктуризация работы и системы членских взносов в Международном комитете по неразрушающему контролю (ICNDT) и региональных федерациях. Как известно, в настоящее время существуют: Европейская федерация по неразрушающему контролю (EFNDT), Азиатско-Тихоокеанская федерация по неразрушающему контролю (APFNDT), Африканская федерация по неразрушающему контролю (AFNDT) и Пан-Американский комитет по неразрушающему контролю (PACNDT), который в настоящее время проходит перерегистрацию в целях преобразования в федерацию.

Организационная структура и структура оплаты ICNDT и региональных групп/федераций были созданы в 1990-х гг. Функции ICNDT и региональных федераций зачастую дублировались. Членские взносы, уплачиваемые национальными обществами и в региональную федерацию, и в ICNDT, не могли покрыть профессиональные услуги, которые ICNDT и региональные

федерации могли бы оказывать своим членам. В связи с этим EFNDT выступила за реорганизацию структуры взаимодействия на более иерархической основе, с более четким определением обязанностей на каждом уровне и более тесной координацией. Также планируется ранжировать национальные общества на несколько групп в зависимости от численного состава общества, финансового состояния и других факторов. От этого будет зависеть размер членских взносов, которые будут уплачиваться только в региональную федерацию. Определенная часть взносов будет перечисляться в ICNDT. Цели реорганизации заключаются в повышении эффективности работы обществ по неразрушающему контролю и сокращении дублирования функций.

ICNDT уделяет большое внимание не только неразрушающему контролю, но и технической диагностике. Создана рабочая группа WG6 (председатель Л. Гельман), которая будет заниматься вопросами технической диагностики, в том числе вопросами обучения и сертификации персонала. От Российско-

го общества по неразрушающему контролю (РОНКТД) в состав рабочей группы WG6 вошел член правления С.М. Колокольников.

Рабочая группа ICNDT WG2 (председатель М. Йоханнес) занимается вопросами обучения специалистов в области неразрушающего контроля. В марте 2015 г. разработано руководство по обучению и подготовке (The 2015 ICNDT Guide on Education and Training).

Рабочая группа ICNDT WG1 (председатель А. Муллин) занимается вопросами сертификации персонала. В рамках WG1 разработан документ «Руководство по интерпретации стандарта ISO 9712:2012», на этапе разработки находятся документы по гармонизации проведения практического экзамена, по признанию органов по сертификации, проводящих сертификацию по нетрадиционным методам и способам контроля, по возможной замене процедуры продления на процедуру ресертификации и др.

Очередное заседание WG1 прошло 30 октября 2015 г. в г. Солт Лэйк Сити (США).

*А.В. Муллин,  
вице-президент РОНКТД*



## ПОЗДРАВЛЯЕМ С 80-ЛЕТИЕМ ВЛАДИМИРА ТИМОФЕЕВИЧА БОБРОВА

Владимир Тимофеевич Бобров родился в Сибири, в с. Нижний Кучук Алтайского края 15 декабря 1935 г. В 1953 г. он окончил благовещенскую среднюю школу, а в 1959 г. — факультет радиосвязи и радиовещания Новосибирского электротехнического института связи.

С мая 1960 г. В.Т. Бобров работал в отделе главного конструктора завода «Электроточприбор» (г. Кишинев), а с 1961 г. — во Всесоюзном научно-исследовательском институте по разработке неразрушающих методов и средств контроля качества материалов — ВНИИНК, в котором он прошел путь до директора института. Научные результаты работы В.Т. Боброва связаны с исследованием акустических методов и средств автоматизированного и механизированного контроля, а также с разработкой приборов с использованием различных акустических волн, пьезоэлектрических и электромагнитно-акустических (ЭМА) преобразователей.

В 1970 г. В.Т. Бобров под руководством И.Н. Ермолова защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук по результатам исследования способов возбуждения ультразвуковых нормальных волн.

В.Т. Бобров обеспечил внедрение установок автоматизированного ультразвукового контроля сварных труб. Заводом «Электроточприбор» ПО «Волна» было выпущено более 140 таких установок для предприятий СССР, Румынии и Болгарии.

По результатам исследований В.Т. Боброва разработаны новые способы ЭМА-возбуждения и приема ультразвуковых волн, защищенные авторскими свидетельствами СССР и зарубежными патентами США, Великобритании, Франции, Германии и Японии (всего 71 авторское свидетельство СССР, 16 зарубежных патентов и 6 патентов РФ). Он автор двух монографий, более 130 научных статей и докладов.

В 1991 г. В.Т. Бобров защитил диссертацию на соискание ученой степени доктора технических наук в МГТУ им. Н.Э. Баумана, ВАК Республики Молдова присвоил В.Т. Боброву ученую степень *Doctor habilitat on științe tehnice*.

В 2000 г. Владимир Тимофеевич Бобров был приглашен в ЗАО «НИИИИ МНПО «Спектр» на должность главного научного сотрудника, с 2007 г. он работает в должности ученого секретаря ЗАО «НИИИИ МНПО «Спектр», а с 2011 г. по совместительству в АО «НПЦ «Молния».

В 2005 г. В.Т. Бобров был избран действительным членом Академии электротехнических наук Российской Федерации.

Являясь членом диссертационного совета ЗАО «НИИИИ МНПО «Спектр», В.Т. Бобров участвует в подготовке и аттестации научных кадров, под его руководством защитили диссертации шесть кандидатов и два доктора технических наук.

В.Т. Бобров принимал участие в подготовке и проведении ряда всесоюзных, всероссийских и международных научно-технических конференций, работая в оргкомитетах форумов. В настоящее время Владимир Тимофеевич входит в редакционный совет журнала «Контроль. Диагностика» и редакционно-экспертный совет журнала «MEGATECH».

Владимир Тимофеевич Бобров является почетным членом Российского общества по неразрушающему контролю и технической диагностике (РОНКТД) и активно работает в РОНКТД по развитию и внедрению методов и средств неразрушающего контроля и диагностики в целях повышения качества промышленной продукции.

За научные достижения Владимир Тимофеевич Бобров награжден орденом Трудового Красного Знамени и медалями.

**Коллеги желают Владимиру Тимофеевичу неразрушаемого здоровья и успехов в научных исследованиях.**





## РОНКТД: ОПЫТ ОРГАНИЗАЦИИ КОЛЛЕКТИВНЫХ СТЕНДОВ ТЕХНОЛОГИЙ НК



**МЕДВЕДЕВА Ольга Вячеславовна**  
Менеджер по маркетингу РОНКТД,  
Москва

Сегодня участие в отраслевых выставках для любой компании является мощным инструментом для продвижения своих товаров и услуг на соответствующем рынке. Возможно, кто-то с этим поспорит, полагая, что такой формат общения между участниками рынка уходит в прошлое, но правильно подготовленная выставка – это прекрасный источник для расширения базы потенциальных клиентов и партнеров, налаживания новых деловых связей с коллегами, а также возможность оценить свою конкурентоспособность и востребованность. Это место, где все экспоненты и посетители еще до открытия выставки, заочно были заинтересованы друг в друге и готовы к открытому конструктивному диалогу.

Существует несколько видов организации участия в выставках: заочное, фирменный стенд, стенд, совместный с партнерами и еще один вариант, речь о котором пойдет в дальнейшем – коллективный стенд (КС), являющийся отличным способом для продвижения и информирования посетителей экспозиции о целой отрасли деятельности.

Коллективный стенд – это блок выставочной площади под одним названием, объединяющий тем или иным способом участников и поделенный между ними так, что каждый может использовать на своем месте собственную фирменную символику (баннеры, постеры, натурные экспонаты и др.).

Такие стенды вызывают большой интерес участников и посетителей выставки и имеют ряд определенных преимуществ.

Во-первых, экономия средств. Для большинства компаний основным фактором принятия решения об участии в том или ином мероприятии является его стоимость. В случае с КС можно утверждать, что такой формат позволяет заметно минимизировать финансовые затраты экспонентов, поскольку на аренду площади для коллективных стендов обычно предоставляются крупные скидки. Кроме того, можно арендовать существенно меньшую площадь, нежели при самостоятельном участии.

Во-вторых, значительная экономия времени. Организаторы берут на себя все вопросы по подготовке к мероприятию. Экспонентам не приходится думать над наполнением застройки, оформлением стенда, заключением договоров и др.





В-третьих, выгодное расположение. Не секрет, что обычно более крупные стенды имеют центральное позиционирование в зале и КС всегда будет иметь больше возможностей разместиться в одном из самых проходимых мест экспозиции.

В-четвертых, эффективная работа с потенциальными клиентами. Продвижением КС и привлечением клиентов занимаются и организаторы, и экспоненты. В результате возникает огромный кумулятивный эффект.

Это удобно и для посетителей, и для экспонентов. Как правило, участниками коллективных стендов становятся компании, услуги и товары которых дополняют друг друга. А КС дает возможность посетителям встретиться и провести переговоры сразу со всеми представителями интересующей их отрасли. Необходимость искать их по огромной территории выставочного зала отпадает.

Традиционно коллективные стенды активно используются на крупных и дорогих выставках, где нужно представить целый регион или страну или отрасль. Такими выставками, к примеру, являются национальные продовольственные и отраслевые форумы или традиционные международные мероприятия, такие как туристические выставки. Благодаря КС по-

сетители выставки получают единое, полное впечатление об отрасли, вопросам которой посвящено событие.

В области неразрушающего контроля и технической диагностики, единственной площадкой в России, объединяющей разработчиков, производителей, поставщиков оборудования и технологий неразрушающего контроля, сервисные центры, НИИ, вузы, сертификационные и учебные центры, государственные корпорации, профессиональные объединения в сфере НК и ТД, выступает Российское общество по неразрушающему контролю и технической диагностике (РОНКТД) – одно из крупнейших национальных сообществ в мире, являющееся полным членом Европейской федерации по НК, Международного комитета по НК, Азиатско-Тихоокеанской федерации по НК.

Задача РОНКТД состоит в создании благоприятных условий для профессиональной деятельности широкого круга специалистов, производителей технологий и оборудования в сфере неразрушающего контроля для обеспечения максимально безаварийной эксплуатации промышленных объектов.

Общество уже обладает опытом организации коллективных стендов. В 2012 г. оно стало инициатором





коллективного стенда на 9-й Международной выставке испытательного оборудования систем и технологий авиационно-космической промышленности Aerospace testing Russia. Под эгидой РОНКТД объединились ООО «Рентест», компания, реализующая инновационные проекты по поставке и производству оборудования в сфере неразрушающего контроля на предприятиях разных отраслей промышленности, и научно-учебный центр «Качество», занимающийся аттестацией и подготовкой персонала НК и экспертов, проверкой и аккредитацией лабораторий, аттестацией методических документов, организацией конкурсов специалистов и экспертов.

Также РОНКТД совместно с издательским домом «Спектр» и ЗАО «НИИН МНПО «Спектр» стали участниками московского международного инновационного форума и выставки «Точные измерения 2012». Тогда на коллективном стенде объединились издательство, специализирующееся на выпуске технической литературы – научной, учебной, производственной, справочной, научно-популярной, и ЗАО «НИИН МНПО «Спектр» – один из ведущих российских лидеров в области разработки средств НК и ТД.

По итогам участия в обоих мероприятиях компании отметили большой интерес со стороны посетителей по сравнению с самостоятельным участием.

В 2015 г. РОНКТД предложило участие в мероприятиях в формате коллективных стендов, понимая всю важность и необходимость привлечения внимания ведущих отраслей промышленности к технологиям НК.

В октябре 2015 г. Российским обществом по неразрушающему контролю и технической диагностике был организован коллективный стенд производителей оборудования и технологий НК в рамках 15-й Международной выставки сварочных материалов, оборудования и технологий Weldex 2015. Участниками коллективного стенда стали ведущие в своей отрасли компании:

- «Мега Инжиниринг», занимающаяся поставками оборудования для неразрушающего контроля и технической диагностики. Компания представляет на российском рынке оборудование ведущих мировых производителей диагностического оборудования: GE, OLYMPUS, VIZAAR, ЕСАНУТЕС, FLIR, YXLON, особое внимание уделяется работе с российскими производителями: «Микроакустика», АКС, «Кропус», «ИНТЕК»;
- научно-производственный центр «Кропус», объединяющий более десяти фирм, работающих в области разработки и создания средств неразрушающего контроля и имеющих опыт применения методов НК и ТД в сочетании с возможностями современной электроники в области анализа и обработки радиосигналов, позволивший создать широкую гамму современных приборов для ультразвукового, вихревого, магнитного, магнитопорошкового и других методов контроля;
- Промышленный холдинг «ТКС» – уникальный промышленный холдинг, состоящий из 11 компаний и соединивший в себе богатый производственный опыт, мощный научный потенциал и детальное знание потребностей клиентов.

Важным моментом для участников коллективного стенда является предоставляемая организаторами возможность бесплатного участия в деловой части мероприятия с тематическим круглым столом.

На выставке Weldex 2015 была сформирована насыщенная программа круглого стола «Современные тех-





нологии неразрушающего контроля и диагностики сварных соединений». Докладчиками стали участники КС и партнеры РОНКТД: МРОО «ММАГС», «Акустические контрольные системы», НПЦ «Кропус», Промышленный холдинг «ТКС», «Олимпас Москва», «Панатест», «ЭХО+», «Мега инжиниринг».

Партнерство с РОНКТД ассоциируется у посетителей выставки со знаком качества, повышая доверие к экспонентам. В свою очередь, у стендистов появляется дополнительная возможность для расширения своей базы контактов, а тематические круглые столы привлекают к обсуждению проблем НК ведущих экспертов со стороны заказчика. Уверены, что участие в выставках под эгидой общества в формате КС поможет показать область неразрушающего

контроля более масштабно, совместными усилиями привлечь максимальное внимание к вопросам применения НК и ТД в различных отраслях промышленности.

В дальнейшем РОНКТД планирует расширять свое участие в отраслевых выставках и выступить организатором коллективных стендов технологий НК на ведущих мероприятиях авиационной, космической, машиностроительной промышленности, а также энергетической отрасли.

*С подробным отчетом о коллективном стенде партнеров РОНКТД на выставке WELDEX 2015 и работе круглого стола Вы можете ознакомиться в № 1 за 2016 г. журнала «Территория NDT»*

## УЗДМ-2016. КЛАССИКА И НОВАЯ РЕАЛЬНОСТЬ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЯ

Приглашаем Вас принять участие в **XXII Петербургской конференции «Ультразвуковая дефектоскопия металлов и перспективных материалов» (УЗДМ-2016)**, которую проводят

- ФГУП «Научно-исследовательский институт мостов и дефектоскопии Федерального агентства железнодорожного транспорта» и
- ФГБОУ ВПО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I» при поддержке
- секции «Неразрушающие физические методы контроля» Научного совета по физике конденсированных сред Российской академии наук,
- Российского общества по неразрушающему контролю и технической диагностике,
- Национального агентства контроля сварки,
- Объединения производителей железнодорожной техники в период с 24 по 27 мая 2016 г. в пригороде Санкт-Петербурга.

Программа конференции включает доклады, презентации и круглые столы по следующим актуальным направлениям теории, методологии и практики ультразвукового контроля (УЗК):

- методические решения УЗК на базе новых технических возможностей (антенные решетки, on-line и off-line обработка сигналов и пр.);
- методические особенности УЗК перспективных материалов (дефектоскопия, оценка физико-механических характеристик);
- новые технологии и опыт УЗК объектов энергетики, металлургии, машиностроения, трубопроводного и железнодорожного транспорта;
- актуальные проблемы стандартизации и метрологического обеспечения УЗК;
- квалификация персонала УЗК.

### Формы работы конференции:

- пленарные, секционные и стендовые доклады
- круглые столы

- презентации продукции фирм-производителей

**Официальный язык конференции** – русский.

### Важные даты:

- прием заявок до 15.02.2016 г.
- прием тезисов докладов до 01.04.2016 г.
- рассылка пригласительных билетов и программ до 15.04.2016 г.

В целях оперативного и надежного информирования о ходе подготовки **УЗДМ-2016** просим Вас подтвердить интерес к конференции, пройдя электронную регистрацию на страничке **УЗДМ-2016** на сайте: **www.ndt.sp.ru**.

### Контактные данные оргкомитета:

e-mail: [uzdm2016.ndt.sp@yandex.ru](mailto:uzdm2016.ndt.sp@yandex.ru)  
 телефон: +7 812 9384313  
 адрес: С.-Петербург, 190013, а/я 233

*С уважением и надеждой на Ваше участие в УЗДМ-2016,*

*программный и организационный комитеты УЗДМ-2016*

# X ЮБИЛЕЙНАЯ ШКОЛА-СЕМИНАР «СЕРТИФИКАЦИЯ ПЕРСОНАЛА В ОБЛАСТИ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ – 2015»

Работа школы-семинара «Сертификация персонала в области неразрушающего контроля» традиционно была организована в отеле «Прометей-клуб» (Сочи, Лазаревское) с 28 сентября по 4 октября 2015 г.

Ежегодная школа-семинар проводится Научно-учебным центром «Качество» при поддержке Российского общества по неразрушающему контролю и технической диагностике, ОАО «НТЦ «Промышленная безопасность», Научно-промышленного союза «РИСКОМ» и Совета по неразрушающему контролю гражданской авиации Российской Федерации.

В работе школы-семинара приняли участие представители независимых органов по аттестации персонала в области неразрушающего контроля (НОАП), экзаменационных центров, экзаменационных лабораторий, а также руководители и ведущие специалисты предприятий топливно-энергетического комплекса, экспертных организаций, строительных и инжиниринговых компаний, учебных центров.

В состав оргкомитета X юбилейной школы-семинара входили представители РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, ОАО «НТЦ «Промышленная безопасность», НПС «Риском» и НУЦ «Качество».

Школа-семинар является площадкой для обмена мнениями и конструктивного диалога, на которой ежегодно собираются специалисты организаций, осуществляющих деятельность в области неразрушающего контроля и безопасности.

В этом году в центре внимания кроме вопросов сертификации специалистов по неразрушающему контролю были вопросы подготовки специалистов по техническому диагностированию и строительному контролю.

С большой активностью прошло обсуждение универсальных



*Доклад заведующего сектором ОАО «НТЦ «Промышленная безопасность» Н. Е. Филатовой*



*Доклад С. И. Сенцова, заместителя заведующего кафедрой РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина*

технологических карт, учитывающих требования российских и международных стандартов, включая документы атомной энергетики.

Активное участие в семинаре приняли все семь победителей XII Всероссийского конкурса специалистов неразрушающего контроля, поблагодаривших организаторов семинара за предоставленную возможность «расти и самосовершенствоваться».

В рамках семинара были проведены мини-выставка и тест-драйв оборудования неразрушающего контроля, представленного ООО «АКС».

В связи с широким использованием в современных конструкциях композитных материалов (особенно в авиационной промышленности) в рамках школы-семинара рассматривались вопросы сертификации специалистов в этом направлении. Представители НУЦ



*Приветствие Г. Г. Васильева, заведующего кафедрой «Сооружение и ремонт газонефтепроводов и хранилищ» РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина*





Победители XII конкурса специалистов НК



Регистрация участников



Мини-выставка оборудования компании ООО АКС

«Качество» проинформировали участников семинара о расширении области аккредитации на право проведения сертификации персонала, проводящего контроль композитных материалов, в том числе по международным нормам.

В ходе заседаний школы-семинара обсуждались также вопросы неразрушающего контроля трубопроводов диаметром свыше 500 мм из полимерных материалов, находящихся в последнее время все более

широкое применение, и была выражена озабоченность отсутствием возможности проводить сертификацию (аттестацию) специалистов данного вида оборудования.

Участники семинара отметили позитивную роль школы-семинара в обсуждении актуальных вопросов для всех специалистов в области неразрушающего контроля, в выработке единых решений, обмене опытом. Они подтвердили целесообразность ежегодного проведения

школы-семинара «Сертификация персонала в области неразрушающего контроля».

Школу-семинар «Сертификация персонала в области неразрушающего контроля – 2016» намечено провести в конце сентября – начале октября 2016 года.

*Материал предоставлен  
ООО «НУЦ «Качество»*



Спектр

Издательский дом

Чуприн В.А.

## КОНТРОЛЬ ЖИДКИХ СРЕД С ПРИМЕНЕНИЕМ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ НОРМАЛЬНЫХ ВОЛН



ISBN 978-5-4442-0101-5. Формат - 60x90 1/16, 118 страниц, год издания - 2015.

Во всех отраслях промышленности используется большое количество технологических жидкостей, качество которых характеризуется широкой номенклатурой параметров. Контроль многих из них весьма актуален, поскольку связан с обеспечением безопасной жизнедеятельности людей. Вязкость и плотность относятся к наиболее важным параметрам жидкости. Несмотря на наличие разнообразных методов измерения этих параметров, с точки зрения автоматизации, а также измерений в условиях высоких температур, агрессивности и/или токсичности объектов контроля наиболее эффективными являются ультразвуковые методы.

В монографии подробно рассмотрены и обоснованы преимущества применения ультразвуковых нормальных волн, распространяющихся в тонких пластинах, для измерения вязкости и плотности жидкости, а также дано теоретическое описание взаимодействия нормальных волн с жидкостями. Последовательно изложен весь круг вопросов, связанных с разработкой ультразвуковых вископлотномеров – приборов для одновременного измерения плотности и сдвиговой вязкости. Большое внимание уделено экспериментальной проверке теоретических выводов, а также общим вопросам построения и оптимизации акустического тракта вископлотномеров.

В книге приведены разработанные алгоритмы автоматических измерений плотности и вязкости жидкостей по измеренным значениям параметров нормальных волн, распространяющихся в тонких пластинах, погруженных в жидкость, а также аппаратная реализация этих алгоритмов.

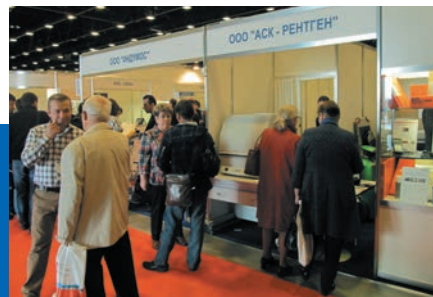
Книга будет полезна для широкого круга читателей – инженерно-технических и научных работников, преподавателей, аспирантов и студентов вузов.

880 руб.

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

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

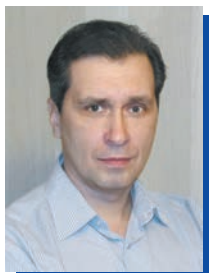
E-mail: zakaz@idspektr.ru. Http://www.idspektr.ru



## ДЕФЕКТΟΣКОПИЯ – 2015



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



**КЛЕЙЗЕР**  
**Петр Евгеньевич**  
ООО «ИД «Спектр»,  
Москва

16-я Международная специализированная выставка приборов и оборудования для промышленного неразрушающего контроля «Дефектоскопия / NDT St. Petersburg» прошла в Санкт-Петербурге 8–10 сентября 2015 г. в современном конгрессно-выставочном центре «Экспофорум». Организаторами мероприятия выступили компания «Примэкспо» (в составе группы компаний ITE) и журнал «В мире неразрушающего контроля» при поддержке Российского общества по неразрушающему контролю и технической диагностике (РОНКТД).

С 2000 г. выставка проводится в разных городах России (Владивосток, Пермь, Томск, Волгоград, Уфа, Иркутск) и каждые три года в Санкт-Петербурге. Среди экспонентов – ведущие российские фирмы-производители и поставщики средств НК и ТД, а также дилеры ведущих компаний зарубежных стран (Германии, Израиля, Испании, Италии, США, Украины, Франции, Швейцарии, Швеции, Японии).

На официальной церемонии открытия выставки «Дефектоскопия / NDT St. Petersburg» присут-

ствовали: **Андрей Александрович Приходько**, начальник отдела эксплуатации подводных лодок технического управления Военно-морского флота Российской Федерации, **Михаил Юрьевич Тульский**, главный технолог отдела главного сварщика департамента капитального ремонта компании «Газпром», **Сергей Георгиевич Воронков**, гене-





ральный директор компании «ЭкспоФорум-Интернэшнл», **Михаил Яковлевич Грудский**, заместитель главного редактора журнала «В мире НК», **Ирина Анатольевна Любина**, генеральный директор компании «Примэкспо», **Римма Мидхадовна Мангушева**, руководитель проекта «Дефектоскопия / NDT St.Petersburg».

Свои экспонаты демонстрировали на 30 стендах широко известные российские компании [1–5]. За три дня выставку посетили квалифицированные специалисты и руководители подразделений качества большинства предприятий Северо-Западного региона России. По своей атмосфере мероприятие напоминает форум «АНАЛИТИКА ЭКСПО 2015», который успешно функционирует с конца прошлого века, собирая ограниченный круг постоянных участников [6].

На выставке был представлен значительный спектр приборов и оборудования практически всех видов НК и ТД. На стенде ООО «Инженерный Центр Физприбор» (Екатеринбург) был представлен весь спектр оборудования для проведения ручного ультразвукового контроля изделий – от дефектоскопов и толщиномеров, стандартных и специальных преобразователей до принадлежностей и аксессуаров. ИЦ «Физприбор» является единственным в России изготовителем аппаратуры для метрологической поверки ультразвуковых дефектоскопов. Примером может быть синтезатор сигналов СС306, предназначенный для настройки, калибровки и поверки ультразвуковой аппаратуры неразрушающего контроля. Синтезатор СС306 заменяет весь комплект измерительных приборов, используемых для определе-

ния параметров электронных блоков УЗД.

Свою линейку оборудования ультразвукового контроля представило ООО «АЛТЕС» (Москва). На стенде можно было ознакомиться не только с УЗ-оборудованием ручного контроля, но также с параметрами оборудования для автоматизированного и механизированного ультразвукового контроля. Модель УИУ «СКАРУЧ» позволяет проводить неразрушающий контроль качества металлов, полиэтилена, пластмасс, керамики. Наличие в приборе 8 каналов и возможность реализации 16 различных схем контроля позволяет применять его в многоканальных установках полуавтоматизированного и полностью автоматизированного контроля.



**Ультразвуковые приборы** различного назначения были также представлены на стендах компаний АКС, «АКА-СКАН», «РАДИОАВИОНИКА», «АЛТЕК», «АРСЕНАЛ НК», «ДЕЛЬТА НДТ», «ИНДУМОС», «КОНСТАНТА», «КРОПУС», «ЛУЧ», «МАШПРОЕКТ», «ПромГруппПрибор», «САЛЮТРОН», NOVOTEST и др.

Компания «РАДИОАВИОНИКА», в частности, показала ультразвуковой дефектоскоп «АВИКОН-17» для выявления поперечных трещин в головке рельса, в том

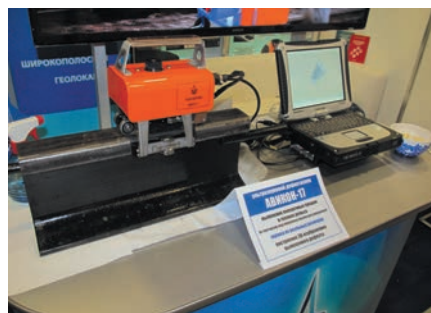
числе под поверхностными расщелениями. Кроме того, проводится реальная оценка размеров трещин и построение 3D-изображения выявленных дефектов.

Компания АКС демонстрировала ряд современных приборов УЗ-контроля, в том числе одну из самых современных моделей IntroVisor A1550, получившую признание и широкое распространение на практике.



Компания «АКА-СКАН» показала новую модель импедансного дефектоскопа АД-60К для эффективного контроля дефектов в современных композитных материалах и конструкциях, особенно расщелений различного происхождения. Дефектоскоп эффективен при контроле материалов с большим затуханием, в частности многослойных изделий, склеенных между собой.

На стенде компании «ЛУЧ» также преобладала техника УЗ-контроля, из которой следует отметить многоканальный ультразвуковой дефектоскоп «ПЕЛЕНГ-415», предназначенный в основном для работы в составе многоканальных авто-



матризованных установок с механизированными многоканальными сканерами и с возможностью измерения глубины, координат и площади дефектов.

Привлек внимание посетителей на стенде «КОНСТАНТА» ультразвуковой толщиномер с А-сканом «Булат 3». Его основной особенностью является практическая возможность измерения толщины металла под покрытием в режимах «ЭХО-ЭХО» и «зонд-эхо-покрытие».



Получают распространение портативные ультразвуковые твердомеры. В частности, на стенде «САЛЮТРОН» можно было ознакомиться с новой моделью HardyTest U400, разработанной в Германии. Метод основан на зависимости изменения собственной резонансной частоты преобразователя от величины испытательной деформации контролируемого материала. Усилие давления на материал составляет в базовом исполнении 50 Н. Измерительный преобразователь оснащен алмазной пирамидкой. Глубина проникновения в материал, а тем самым и суммарная контактная площадь между пирамидкой и материалом ведут к пропорциональному изменению частоты резонатора преобразователя.



Практическое применение **вихретокового метода** было представлено на стендах таких компаний, как: «АКА-СКАН», «АЛТЕК», «ДЕЛЬТА НДТ», «ИНДУМОС», «КОНСТАНТА», «КРОПУС», «ЛУЧ», «МАШПРОЕКТ», «ПромГруппПрибор», «САЛЮТРОН» и др. В частности, компания «АКА-СКАН» показала несколько моделей приборов, реализующих вихретоковый метод: толщиномер Sedge-42 на диапазон измеряемых толщин изделий из неферромагнитных металлов от 1 до 3000 мкм с погрешностью не более 3 %; дефектоскоп «ЗОНД ВД-96» для обнаружения трещин, коррозии, несплошностей на поверхности объекта контроля и в приповерхностном слое черных и цветных металлов. А на стенде компании «ЛУЧ» демонстрировался вихретоковый дефектоскоп ВД-70 для контроля продукции из ферромагнитных и немагнитных металлов и сплавов на наличие поверхностных дефектов типа трещин с оценкой их глубины и местоположения. Наконец, толщиномеры покрытий с интегрированным датчиком типа SaluTron D4/D5 можно было увидеть на стенде «САЛЮТРОН»: прибор D4 измеряет любые немагнитные покрытия на подложках из стали или железа магнитным методом, а прибор D5 измеряет изоляционные покрытия на подложках из электропроводящих материалов. Приборы имеют большой диапазон измерений — от 0 до 5 мм.

Возможности **радиационного контроля** демонстрировались на стендах компаний «АСК-РЕНТГЕН», «НЬЮКОМ-НДТ», «ПромГруппПрибор», «АРСЕНАЛ НК», «СИНТЕЗ НПФ», «СПЕКТРОФЛЭШ», ТПУ.

Компания «СПЕКТРОФЛЭШ» познакомила посетителей выставки с новой серией импульсных рентгеновских аппаратов «ПАМИР», являющихся усовершенствованной моделью известных аппаратов «АРИНА». Они выпускаются в трех вариантах — на рабочие напряжения 200, 250 и 300 кВ. Также заслуживает внимания кроулер «СИРЕНА-5» для автоматизированного контроля сварных швов трубопроводов диаметром 530–1020 мм ме-

тодом панорамного просвечивания.

Компания «МОНОТЕСТ» также показала рентгеновские аппараты импульсного действия «МОНОСКАН 3» и «МОНОСКАН 4», портативные рентгеновские аппараты постоянного действия TORECK и комплекс компьютерной радиографии SCAN-X. В последнем цифровое изображение (например, сварного шва) получают с применением гибкой запоминающей пластины вместо традиционной пленки. Преимущество заключается в многократном использовании пластин. В последнее время получает распространение технология оцифровки рентгеновских снимков (компании «НЬЮКОМ-НДТ», «ДЕЛЬТА НДТ»). Так, на стенде «ДЕЛЬТА НДТ» демонстрировался современный оцифровщик Agtaу 2905 HD, позволяющий сканировать снимки размером 30×40 см при 200 мкм за 7 с.

На стенде ТПУ можно было ознакомиться с передовыми разработками одного из ведущих университетов Сибири в области создания и применения радиационной техники и прежде всего компактных ускорителей электронов — бетатронов, широко используемых для дефектоскопии толстостенных конструкций, в том числе за рубежом.

Новинки для радиографического контроля можно было также увидеть на стенде компании «ПромГруппПрибор»: люминесцентные «НеоН» и светодиодные «ДиоН» негатоскопы, денситометры радиографические ДР-09М, цифровые плоскостовые регистраторы радиографических изображений «ЦИФРОВИЖН» и многообразные аксессуары.

**Магнитный контроль** был представлен рядом фирм: «АКА-СКАН», «КОНСТАНТА», «КРОПУС», «МАШПРОЕКТ», «ПромГруппПрибор», «САЛЮТРОН», NOVOTEST, «СТАЛЛ» и др.

Компания «СТАЛЛ» (Пермь) совместно с ИФМ УрО РАН разработала перспективную установку неразрушающего контроля на основе магнитного метода для дефектоскопии ферромагнитных труб различного диаметра при их производстве на заводах нефтегазового





комплекса. Данная установка позволяет проводить контроль тела трубы в автоматизированном режиме с полным сохранением результатов. Труба, подлежащая инспекции, загружается автоматическими переключателями, а дефектограмма и инспекционные данные запоминаются на твердом диске компьютерной системы. Магнитные датчики системы работают в бесконтактном режиме с трубой, исключая их механический износ.

Современные приборы на магнитном методе для более широкого применения представили компании «АКА-СКАН» и NOVOTEST. На стенде «АКА-СКАН» можно было «поработать», используя разнообразные образцы, с магнитными толщиномерами покрытий МТ-2007 и МТ-1008, ферритометрами МФ-51НЦ и МФ-510, магнитометром МФ-24ФМ и магнитошумовым анализатором (структуроскопом) Glav-Scan МШ-2 для контроля качества и напряженно-деформированного состояния поверхности стальных изделий. А компания NOVOTEST ознакомила с магнитометром (тесламетром) NOVOTEST МФ-1 и структуроскопом-коэрцитивметром NOVOTEST КРЦ-М.

Компания «ЛУЧ» показала общий вид магнитопорошковой стационарной установки МДС-09 для контроля деталей и изделий из

ферромагнитных сплавов магнитопорошковым методом по ГОСТ 21105–87. Отличительными особенностями являются: большая номенклатура контролируемых деталей (в том числе и сложной формы), наличие системы автоматической подачи и циркуляции магнитной суспензии, индикации намагничивающего тока, отсутствие необходимости в проведении поверки и калибровки. А на стенде «ПромГруппПрибор» был представлен магнитопорошковый дефектоскоп МД-6 для контроля сварных соединений, строительных металлоконструкций, подъемных механизмов, котельных установок и др. В качестве намагничивающих элементов использованы постоянные магниты с набором полюсных наконечников различной конфигурации и тросовой перемычкой.

Простой, но эффективный **капиллярный контроль** был представлен на стендах Helling GmbH, «ДЕЛЬТА НДТ», «ПромГруппПрибор» и NOVOTEST. Это в основном расходные материалы и принадлежности для проведения капиллярного контроля (в том числе ультрафиолетовая техника), а также общие виды (фотографии) стационарных промышленных установок.

Развитый и широко применяемый на практике **визуальный и оптический контроль** демонстрировали фирмы General Optics, «ИНДУМОС», «ПромГруппПрибор» и др.

В основном оптический контроль демонстрировался с помощью разнообразных жестких и гибких эндоскопов, видеоэндоскопов, видеосистем, микроскопов и измерителей шероховатости поверхностей. В последнее время современные видеоэндоскопы получили наибольшее развитие. На стенде General Optics компанией MEGATECH были представлены промышленные видеоэндоскопы jProbe (Япония), имеющие камеры высокого разрешения, светодиодную регулируемую подсветку, функции увеличения, измерения и артикуляции зонда в двух плоскостях. Компания «ИНДУМОС» демонстрировала линейку новых видеоэндоскопов от компании GE Measurement&Control, поддерживаю-

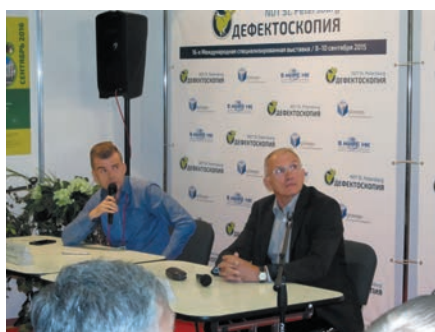


щих дополнительно технологию 3D-измерений. Диаметр зондов находится в пределах 4–12 мм при длинах от 0,5 до десятков метров.

В дополнение к общему анализу следует назвать компанию «ЭНЕРГОСЕРВИС-РЕЗЕРВ» (Омск), экспонировавшую комплекс оперативной диагностики «ЭКСПЕРТ М», основанный на **вибродиагностике** промышленных объектов с измерением абсолютных значений виброускорений, виброскорости и виброперемещения. Приборы контроля герметичности показала компания «Завод «ИЗМЕРИ-



ТЕЛЬ», в частности 4 типа **течискателей** и элементы вакуумной техники. Наконец, привлек внимание посетителей трещиномер 281 М компании «МАШПРОЕКТ», основанный на реализации **электропотенциального метода** на переменном токе.



В рамках деловой программы выставки прошли круглые столы. Круглый стол «Применение методов НК при обследовании строительных конструкций, гидротехнических и энергетических сооружений», организованный ОАО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева» (ведущий В.К. Штенгель), привлек наибольшее число участников.

При диагностике и анализе состояния реальных конструкций ответственного назначения применяются в комплексе все основные методы неразрушающего контроля, но при оценке остаточной прочности бетонных и железобетонных конструкций, особенно гидротехнических сооружений дополнительно используются механические методы, в частности методы отрыва и скалывания, обеспечивающие наибольшую корреляцию при окончательной оценке остаточной прочности.

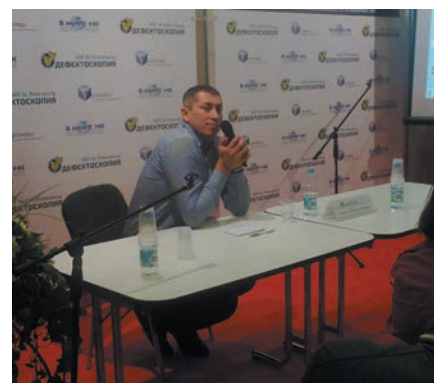
На круглом столе «Современные средства радиационного контроля» (организатор НЬЮ-

КОМ-НДТ, ведущие К.А. Багаев и С.С. Козловский) были затронуты актуальные вопросы повышения эффективности радиационного контроля и радиационных методов в целом. При проведении радиационного контроля большое значение приобретают технологии получения, обработки, хранения и архивации изображений и результатов контроля. В этом направлении расширяется применение гибких запоминающих пластин многократного использования, цифровых плоскостельных регистраторов радиационных изображений и технологий оцифровки рентгеновских снимков.

Возможные методики решения практических задач с помощью УЗ-контроля эхометодом обсуждались на круглом столе «Ультразвуковые методы и средства измере-

ния остаточной толщины металлических изделий под покрытиями» (организатор ЗАО «КОНСТАНТА», ведущий А.С. Булатов). В качестве примера демонстрировался прибор «Булат 3», реализующий эти методики.

Участники круглого стола «Новые методы и средства измерения твердости: современное состояние, проблемы и перспективы» (организатор ЗАО «КОНСТАНТА», ведущий А.Е. Ивкин) преимущественно обсуждали проблемные вопросы перевода шкал твердости по новым методам в классические шкалы по Бринеллю, Виккерсу и Шору. Был приведен пример измерения твердости по методу Бринелля и методу Либа. Если на определенных марках стали, дюралюминия и латуни твердомер, использующий метод Бринелля, дает одинаковые показания, то твердомер, использующий метод Либа – разные. Это объясняется разной физикой взаимодействия, поэтому перевод показаний измерений твердости одним методом в классические шкалы другого метода корректен только при контроле одних и тех же марок материалов.



В работе круглого стола «Обсуждение проекта профессионального стандарта «Специалист по НК» (организатор подразделение «СертиНК» ФГАУ «НУЦСК при МГТУ им. Н.Э. Баумана», ведущие Н.А. Быстрова и Д.М. Смирнов) приняло участие более 30 специалистов. Участники круглого стола были проинформированы о ходе разработки и нормативных документах, регламентирующих процедуру применения и ввода в действие профессионального стандарта (ПС).



Профессиональный стандарт является новой формой определения квалификации, необходимой работнику для осуществления определенного вида профессиональной деятельности. Целью ПС является установление единых, однозначных и соответствующих современному состоянию науки и техники требований к специалистам неразрушающего контроля, а также создание базы для разработки процедур их подготовки, профессионального развития и оценки уровня квалификации. В проекте ПС предложено разделение на 4 уровня квалификации, что обусловлено различным уровнем ответственности и полномочиями специалистов неразрушающего контроля.

Во время выставки прошли тест-драйвы оборудования компаний-участниц. ООО «АКС» подробно ознакомила посетителей с практическими возможностями ультразвукового визуализирующего дефектоскопа-томографа A1550 IntroVisor. Компания ООО «ИНДУМОС» представила и показала возможности видео-



эндоскопа нового поколения Mentor Visual iQ от компании GE Sensing & Inspection Technologies (США). Компания General Optics продемонстрировала практические возможности и особенности эксплуатации новых видеоэндоскопов ViZaar (Германия) и jProbe (Япония).

Информационное обеспечение выставки предоставляли общественная организация РОНКТД, журналы и сайты Издательского дома «Спектр» и журнал «В мире НК».

#### Библиографический список

1. Клоев В.В., Матвеев В.И., Турбов Б.В. и др. 20-я Всероссийская

конференция по неразрушающему контролю и технической диагностике // Контроль. Диагностика. 2014. № 5. С. 5–16.

2. Матвеев В.И., Шелихов Г.С., Шубочкин А.Е. и др. NDT – «все под контролем!» // Контроль. Диагностика. 2013. № 5. С. 79–87.

3. Горкунов Э.С., Клоев С.В., Матвеев В.И. и др. Международная специализированная выставка «Территория NDT-2014» // Территория NDT. 2014. № 2. С. 12–19.

4. Клоев В.В., Артемьев Б.В. 20-я Всероссийская конференция по неразрушающему контролю и технической диагностике // Приборы. 2014. № 5. С. 53–54.

5. Клоев В.В., Артемьев Б.В. XX Всероссийская конференция по неразрушающему контролю и технической диагностике и выставка «Территория NDT» // В мире неразрушающего контроля. 2014. № 1 (63). С. 35–36.

6. Клоев В.В., Артемьев И.Б., Матвеев В.И. Международная выставка «АНАЛИТИКА ЭКСПО 2015» // Приборы. 2015. № 6. С. 49–55.

## КАЗАХСТАНСКАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА «НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ И ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА»

27–29 апреля 2016 • ВК «Корме» – Астана, Казахстан

NDT Kazakhstan – единственная профильная выставка в странах Центральной Азии, которая станет местом концентрации основных поставщиков оборудования и услуг в области неразрушающего контроля.

Выставка NDT Kazakhstan представит полный спектр оборудования, приборов и услуг в области неразрушающего контроля, технической диагностики, лабораторного контроля, измерений и испытаний.

NDT Kazakhstan пройдет совместно с крупными промышленными выставками: Power Kazakhstan – «Энергетика, Электротехника и Энергетическое машиностроение»; Kazatomexpo – «Атомная энергетика и промышленность» и MachExpo Kazakhstan – «Машиностроение, станкостроение и автоматизация».

Несомненно, проведение в одно время таких значительных промышленных мероприятий позволит привлечь максимальное количество специалистов энергетической, машиностроительной, атомной и смежных отраслей.

#### Секции выставки:

- Неразрушающий контроль
- Обучение персонала в области неразрушающего контроля
- Оборудование и приборы для неразрушающего контроля
- Услуги в области неразрушающего контроля
- Техническая диагностика
- Лабораторный контроль
- Экологическая диагностика
- Разрушающий контроль
- Измерения и испытания
- Услуги в области промышленной безопасности

Выставка NDT Kazakhstan 2016 пройдет при поддержке и активном участии **Казахстанской Ассоциации неразрушающего контроля и технической диагностики**.

Подробная информация и варианты участия в выставке доступны на сайте [www.ndtexpo.kz](http://www.ndtexpo.kz).

# ОТЧЕТ РОССИЙСКОЙ ДЕЛЕГАЦИИ О РАБОТЕ В КОМИССИИ-V «КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА И ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ИЗДЕЛИЙ» МЕЖДУНАРОДНОГО ИНСТИТУТА СВАРКИ



**ДУБОВ**  
**Анатолий Александрович**  
Д-р техн. наук, профессор  
ООО «Энергодиагностика»,  
Москва



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



**КОЛОКОЛЬНИКОВ**  
**Сергей Михайлович**  
Член правления РОНКТД,  
ООО «Энергодиагностика»,  
Москва

С 28 июня по 3 июля 2015 г. в Хельсинки (Финляндия) проходила 68-я Ежегодная ассамблея Международного института сварки (МИС), которая объединяет специалистов в области сварки и сопутствующих технологий из 57 стран мира. В работе ассамблеи приняла участие делегация Российского научно-технического сварочного общества (РНТСО) в составе более 20 человек.

На заседании Генеральной ассамблеи, принимающей основные решения в работе МИСа, российской делегацию представляли члены РНТСО:

- директор НУЦ «Контроль и диагностика», вице-президент РНТСО Н.Н. Волкова;
- заместитель директора НУЦ «Контроль и диагностика», исполнительный директор РНТСО, вице-президент Российского общества по неразрушающему контролю и технической диагностике (РОНКТД) А.В. Муллин;
- начальник НОАП ООО «Энергодиагностика», член правления РОНКТД С.М. Колокольников.

Делегаты от РНТСО приняли участие в работе восьми комиссий МИС по разным направлениям сварочных и сопутствующих технологий.

Рассмотрим более подробно результаты и тематику работы Комиссии-V «Контроль качества и обеспечение качества сварных изделий» (Commission-V «Quality control and quality assurance of welded products»), председатель Комиссии-V Эрик Шёрви (Канада).

В составе Комиссии-V МИС работают следующие подкомиссии:

- подкомиссия C-V-A «Радиографический контроль сварных соединений» (Sub-commission C-V-A «Radiography Based Weld Inspection Techniques»);
- подкомиссия C-V-C «Ультразвуковой контроль сварных соединений» (Sub-commission C-V-C «Ultrasonic Based Weld Inspection Techniques»);
- подкомиссия C-V-E «Контроль сварных швов на основе электрических, магнитных и оптических методов контроля» (Sub-commission C-V-E «Weld inspection tech-

niques Based on Electric, Magnetic and Optical Techniques»);

- подкомиссия C-V-F «Надежность НК, включая моделирование методик НК» (Sub-commission C-V-F «NDT Reliability Including Simulation of NDT Techniques»).

В работе Комиссии-V приняли активное участие А.А. Дубов – генеральный директор ООО «Энергодиагностика», председатель комиссии по контролю качества сварки РНТСО; С.М. Колокольников – руководитель независимого органа по аттестации персонала (НОАП) ООО «Энергодиагностика»; В.М. Стрижаков – заместитель руководителя органа по сертификации персонала НУЦ «Контроль и диагностика»; А.А. Хамитов – генеральный директор ООО «Техно-Сервис»; Ф.М. Шайхлисламов – заместитель генерального директора ООО «Техно-Сервис».

В рамках подкомиссии C-V-E также активно обсуждалась технология НК на основе метода магнитной памяти металла (МПМ).

Марк Кройгтбрук в докладе (документ МИСа V-1685-15) представил результаты детального исследования эффекта магнитной памяти, проведенного Берлинским институтом исследования материалов и контроля (ВАМ) в период 2014–2015 гг.

Во введении к докладу были изложены некоторые физические основы теории магнетизма и метода с точки зрения традиционного подхода, включая обзор международного стандарта ISO 24497 по методу МПМ, магнитоупругого эффекта (эффекта Виллари), магнитного гистерезиса, зависящего от степени пластической деформации, а также различные способы измерения параметров магнитных полей.





Делегаты 68-й Ежегодной ассамблеи Международного института сварки (справа налево): Н.Н. Волкова, А.В. Муллин, С.М. Колокольников

В докладе было прокомментировано, что собственные магнитные поля рассеяния (СМПП) могут возникать также вследствие трансформации аустенита в мартенсит, в результате чего появляются магнитные диполи.

В докладе были представлены интересные результаты исследований стальных образцов при испытании на растяжение, при которых изменение магнитного поля регистрировалось с помощью высокоточного трехосного магнитометра, а изменение толщины образца оценивалось с помощью интерферометрии белого света.

При обсуждении доклада затрагивалась тема влияния геометрии и толщины объекта на результаты измерений методом МПМ, а также отмечена необходимость количественной оценки соотношения сигнал/шум.

Со стороны членов Комиссии-V поступили комментарии о том, что действующий стандарт ISO 24497 по методу МПМ следует рассматривать в первую очередь как рамочный документ, описывающий процедуру применения метода МПМ в промышленных условиях. Поэтому в стандарте не должны быть представлены подробные требования к процедуре контроля, изложенные, как правило, в соответствующих методиках.

Кроме того, делегаты от РНТСО считали, что в докладе Марка Кройтцбрука не учитывались физические основы метода МПМ, ранее представленные на заседаниях Комиссии-V. Профессор А.А. Дубов предложил рассмотреть результаты работы Берлинского института ВАМ на 2-й Европейской научно-технической конференции «Диагностика оборудования и конструкций с использованием метода МПМ», которая состоится в Будапеште (Венгрия) в мае 2016 г.

Делегат от РНТСО С.М. Колокольников представил итоги VIII международной научно-технической конференции «Диагностика оборудования и конструкций с использованием метода МПМ», прошедшей в феврале 2015 г. в Москве (документ МИС V-1686-15). Во введении к докладу дано краткое описание метода МПМ, перечислены основные итоги развития метода, освещенные председателем организационного комитета конференции профессором А.А. Дубовым.

Далее были кратко представлены отдельные доклады участников конференции:

- результаты контроля трубопроводов и паровых турбин в Польше;
- результаты контроля валов нефтяных насосных установок, где показан пример выявления оча-

гов хрупких повреждений в зоне микроструктурных металлургических дефектов, практически не выявляемых средствами традиционных методов НК;

- результаты бесконтактной магнитометрической диагностики (БМД) подземных трубопроводов, на которых нет возможности применять средства внутритрубной диагностики.

Несмотря на то что БМД требует дополнительных исследований и оценки традиционными средствами НК, в развитии этой технологии заинтересована промышленность как в России, так и в других странах.

В рамках подкомиссии C-V-C «Ультразвуковой контроль сварных соединений» Даниель Шово (Франция) в докладе «О разработке стандарта ISO для калибровочного блока ультразвукового контроля (УК) фазированными решетками (ФР)» (документ МИСа V-1683-15) сообщил, что этот проект близок к завершению. Для дальнейшего продвижения проекта стандарта до октября 2015 г. требуется представить комментарии от рабочей группы. После этого есть надежда, что документ будет принят как финальный проект стандарта ISO (FDIS) к январю 2016 г. Итоги работы соответствующей рабочей группы опубликованы на веб-сай-

те МИС ([www.iiwelding.org](http://www.iiwelding.org)). Особо было отмечено, что данная работа имеет очень важное значение, так как в случае ее успешного завершения такой калибровочный образец будет применяться во всем мире как специалистами по УК ФР, так и специалистами традиционного УК.

Эрик Шёрви представил доклад о состоянии вопроса по продвижению проекта стандарта ISO по УК поверхностными волнами, который был разработан рабочей группой Комиссии-V во главе с Франческо Бресчиани (Италия). Эрик Шёрви осветил историю данного проекта и краткую выдержку замечаний, данных по этой теме.

Даниель Шово представил доклад о проекте, осуществленном в Институте сварки Франции (Institut de Soudure), по контролю сварных швов термоядерного реактора ТОКАМАК. В докладе была представлена методика контроля УКФР фокусированным лучом и преломленными волнами с частотой 2,5 МГц.

В рамках подкомиссии С-V-A «Радиографический контроль сварных соединений» Уве Зшерпел (Германия) представил ежегодный отчет (документ МИСа V-1678-15), в котором отмечено, что основными направлениями деятельности подкомиссии являются:

- новые методики радиографического контроля (РК) и стандарты по контролю сварных соединений;
- подготовка персонала НК в области цифровой радиологии (digital industrial radiology (DIR)).

В подкомиссии был разработан проект руководящего документа по теме DIR. Многократно в разных странах проводилась подготовка и сертификация по этой теме. В докладе было дано подробное описание деятельности в области стандартизации, а также текущее состояние этого вопроса как в международной организации по стандартизации ISO, так и в американской ASME.

Далее в докладе был дан очень хороший обзор всех текущих стандартов ISO и их применение в системе НК и в первую очередь в области радиологии. Были рас-

смотрены стандарты по контролю оборудования первичного охлаждающего контура атомного реактора и, в частности, специальные требования по контролю оборудования с двойными обечайками. В докладе даны примеры обеспечения таких требований на основе разработок Берлинского института исследования материалов и контроля (BAM).

Уве Зшерпел продемонстрировал новую разработку в области цифровой радиологии с применением планшетного компьютера и специальной программы оценки результатов контроля. Данная разработка является мобильным средством анализа результатов радиографического контроля с полным набором цифровых радиографических изображений дефектов. Каждое цифровое радиографическое изображение имеет взаимосвязанное с ней изображение сварного шва и возможность применения специальных фильтров, позволяющих представлять изображение дефектов послойно и с разными тонкими структурами. Разработка данной системы была инициирована в 2012 г. и находится на последней стадии подготовки к коммерческой реализации.

Было отмечено, что Американское сварочное общество (AWS) продает такие базы данных цифровых радиографических изображений в высоком разрешении, когда пользователи загружают их в ПК и могут также их копировать на другие устройства. Немецкое сварочное общество (DVS) планирует продавать такие базы данных уже вместе с планшетными компьютерами. Поэтому копирование таких баз данных будет крайне затруднительно, так как планируется, что в таких планшетных компьютерах будут отсутствовать функции коммуникации с другими устройствами.

Франсис Ботен (Германия) представил результаты своей диссертации по применению радиологии для выявления и оценки в реальном масштабе времени роста горячих трещин, которые происходят при фазовом переходе от жидкого металла к затвердевшему во время сварочного процесса.

## По результатам работы в Комиссии-V были приняты следующие резолюции

- 1. Резолюция С-V-1-2015:** представить документ МИСа V-1638-14 для опубликования в журнале «Сварка в мире». Название: «Оценка неоднородности напряженного состояния сварных соединений до и после термической обработки на основе метода магнитной памяти металла».
- 2. Резолюция С-V-2-2015:** резолюция Комиссии-V по теме разработки стандарта ISO для калибровочного блока для УК методом ФР. Своей резолюцией Комиссия-V подтверждает свою твердую поддержку данному проекту на этапе прохождения Стадии 40 процесса ISO.
- 3. Резолюция С-V-3-2015:** представить документ МИСа V-1684-15 для опубликования в журнале «Сварка в мире». Название: «Могут ли дифференцированные методы НК улучшить принятие решений».
- 4. Резолюция С-V-4-2015:** представить документ МИСа V-1691-15 для опубликования в журнале «Сварка в мире». Название: «Наблюдение роста трещины с помощью радиологии в реальном масштабе времени».
- 5. Резолюция С-V-5-2015:** исполнительный директор МИСа Сесиль Майер присутствовала на заседании Комиссии-V и объявила, что Эрик Шерви был избран на второй срок председательства в Комиссии-V.

Следует отметить, что во время работы Ассамблеи МИСа был проведен объединенный семинар Комиссий V, XI, XIII и XV по теме «Мониторинг работоспособности конструкций».

На указанном семинаре было сделано 11 докладов, среди которых был доклад от России «Применение метода магнитной памяти металла для мониторинга напряженного состояния в процессе развития усталостных трещин в стальных конструкциях промышленного оборудования», авторы А.А. Дубов, Ал.А. Дубов, С.М. Колокольников.



Российское общество по неразрушающему контролю и технической диагностике при поддержке Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору проводит

# XIII ВСЕРОССИЙСКИЙ КОНКУРС СПЕЦИАЛИСТОВ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

по 9 методам неразрушающего контроля:

акустико-эмиссионному, вихретоковому (впервые), визуальному и измерительному, вибродиагностическому, магнитному, проникающими веществами (капиллярному), радиографическому, тепловому и ультразвуковому.

Общее руководство и координацию осуществляют  
ОАО «НТЦ «Промышленная Безопасность» и ООО «НУЦ «Качество».

**Первый тур** - отборочный, пройдет в независимых органах по аттестации персонала НК в регионах России.

Срок проведения отборочного тура в регионах России: **25 января - 12 февраля 2016 г.**

**Второй тур** - финальный, пройдет на базе ООО «НУЦ «Качество» со **2 по 4 марта 2016 г.**, в период проведения форума «Территория NDT-2016», г. Москва, Экспоцентр на Красной Пресне.

**Всем организациям**, направившим своих специалистов на конкурс, вручается **Свидетельство** участника XIII Всероссийского конкурса специалистов неразрушающего контроля.

**Все участники** конкурса награждаются **Грамотами** участника.

**Участникам отборочного тура**, занявшим **I, II и III места**, вручаются соответствующие дипломы, ценные призы, а также предоставляется возможность **продления срока действия квалификационных удостоверений без оплаты** (в НОАП НУЦ «Качество»).

**Участникам финального тура**, занявшим **I, II и III места**, вручаются соответствующие дипломы, ценные призы, а также предоставляется возможность пройти **аттестацию на III уровень** квалификации с учётом результатов финального тура конкурса (в НОАП НУЦ «Качество»).

## Примите и Вы участие в соревновании !

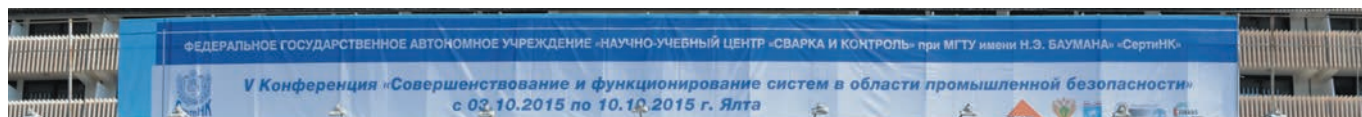


Заявки на участие в XIII Всероссийском конкурсе специалистов неразрушающего контроля направляются факсом или электронной почтой на адрес ООО «НУЦ «Качество» или в региональные центры проведения I-го тура конкурса.

Координаты региональных центров, заявившихся на проведение I-го тура конкурса, а также более подробную информацию о конкурсе, можно узнать в Интернете на сайтах: РОНКТД [www.ronktd.ru](http://www.ronktd.ru), ОАО «НТЦ «Промышленная безопасность» [www.oaontc.ru](http://www.oaontc.ru), ООО «НУЦ «Качество» [www.centri-kachestvo.ru](http://www.centri-kachestvo.ru) или по телефонам: (495) 744-70-52, 777-41-02



**Информационные спонсоры:** журнал «В мире НК», «Территория NDT», «Контроль. Диагностика».



## V КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ «СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ СИСТЕМ В ОБЛАСТИ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ»



С 3 по 10 октября 2015 г. в Ялте под руководством подразделения «СертиНК» ФГАУ «НУЦСК при МГТУ им. Н.Э. Баумана» состоялась V Конференция с международным участием «Совершенствование и функционирование систем в области промышленной безопасности», в которой приняло участие 126 специалистов из 78 организаций, оказывающих услуги в области промышленной безопасности Российской Федерации, а также Республики Беларусь.

С 3 по 10 октября 2015 г. в Ялте под руководством подразделения «СертиНК» ФГАУ «НУЦСК при МГТУ им. Н.Э. Баумана» состоялась V Конференция с международным участием «Совершенствование и функционирование систем в области промышленной безопасности», в которой приняло участие 126 специалистов из 78 организаций, оказывающих услуги в области промышленной безопасности Российской Федерации, а также Республики Беларусь.



Открыл конференцию исполняющий обязанности заместителя руководителя межрегионального управления Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору по Республике Крым и городу Севастополь **Алексей Петрович Дячишин**.

В своем докладе «Актуальные вопросы обеспечения промышленной безопасности в Республике Крым» Алексей Петрович рассказал об инвестиционной привлекательности новых регионов Российской Федерации. В настоящее время утверждены планы по строительству и реконструкции про-

мышленных объектов, объектов энергоснабжения, объектов инженерной инфраструктуры Крымского полуострова, представляющих интерес для организаций, осуществляющих деятельность в области промышленной безопасности, таких как: строительство транспортного перехода через Керченский пролив, строительство электросетевых объектов на территории Крымского полуострова, модернизация, реконструкция и строительство объектов газотранспортной системы, включая строительство и реконструкцию подземного хранилища газа, компрессорной станции, магистральных газопроводов, обеспечение теплоснабжения Севастополя, включая строительство и реконструкцию центральных тепловых пунктов, котельных, теплотрасс, создание четырех промышленных парков, строительство и реконструкцию объектов Севастопольского государственного университета, объектов Крымского федерального университета, Международного детского центра «Артек».

В вступительном слове **Наталья Альбертовна Быстрова** (руководитель подразделения «СертиНК» ФГАУ «НУЦСК при МГТУ им. Н.Э. Баумана») передала участникам приветствие от заместителя начальника Управления государственного строительного надзора Федеральной службы по экологиче-





скому, технологическому и атомному надзору Владимира Владимировича Чернышева и от генерального директора ОАО «НТЦ «Промышленная безопасность» Владимира Семеновича Котельникова. Далее в докладе «Новое в аттестации экспертов в области промышленной безопасности» Н.П. Быстрова обозначила ряд вопросов, связанных с «реформой», проводимой Ростехнадзором в этой области. Доклад вызвал большой интерес у участников конференции и получил живой отклик в виде многочисленных вопросов и комментариев.

Заместитель руководителя подразделения «СертиНК» Д.И. Галкин сообщил о ходе разработки профессионального стандарта «Специалист по неразрушающему контролю» и представил для обсуждения проект ФНП «Основные требования к проведению неразрушающего контроля технических устройств, зданий и сооружений на опасных производственных объектах».



**Валерий Константинович Белкин** (главный специалист, подразделение «СертиНК» ФГАУ «НУЦСК при МГУ им. Н.Э. Баумана») в своих докладах «Порядок и особенности переоформления лицензии на осуществление деятельности по проведению экспертизы промышленной безопасности» и «Анализ результатов проверок органов надзора и решений арбитражных судов» рассказал об изменениях в законодательных и нормативно-правовых актах, регламентирующих обязательность и порядок переоформления лицензии на осуществление деятельности по проведению экспертизы промышленной безопасности и представил анализ некоторых материалов по результатам проверок экспертных организаций органами Ростехнадзора и решений арбитражных судов по иску экспертных организаций на неправомерность действий Ростехнадзора, связанных с отказами в переоформлении лицензии.



**Виталий Саматович Нурмухамедов** (генеральный директор ООО «НТО «Межрегион СПб») рассказал об Ассоциации экспертов – добровольном объединении физических лиц, занятых в сфере экспертизы безопасности опасных производственных объектов, технологий, оборудования и работ.

Ассоциация ставит целями: объединение усилий экспертных организаций и специалистов для создания эффективных систем экспертизы, оценки и подтверждения соответствия опасных промышленных объектов, технологий оборудования и работ, совершенствование нормативно-методического обеспечения промышленной безопасности и экспертизы, обеспечение надзорных и других уполномоченных органов объективной информацией в области состояния промышленной безопасности техногенных объектов и входящего в него оборудования для реализации разрешительных мер, предоставление и защиту общих имущественных интересов членом ассоциации.



**Виталий Васильевич Мурравьев** (заведующий кафедрой «Приборы и методы контроля качества» ИжГТУ им. М.Т. Калашникова, директор уполномоченного органа по сертификации персонала объектов железнодорожного транспорта, д-р техн. наук) в докладе «Анализ качества тестов при сертификации специалистов по видам неразрушающего контроля объектов железнодорожного транспорта» представил анализ результатов тестирования при проведении квалификационных экзаменов в процессе сертификации специалистов по методам неразрушающего контроля объектов железнодорожного транспорта. В докладе рассмотрено соответствие трудности тестовых заданий уровню подготовленности специалистов с использованием метода Раша, по которому анализируется статистика количества правильных и неправильных ответов специалистов на вопросы теста.

В докладе «Оценка остаточных напряжений в деталях железнодорожной техники и инфраструктуры электромагнитно-акустическим методом» В.В. Мурравьев рассказал о результатах применения ультразвукового поляризационно-временного метода измерения напряжений, основанного на измерении разности времен распространения двух сдвиговых волн с взаимно перпендикулярными плоскостями поляризации, совпадающими с главными напряжениями в анизотропном материале.



**Ольга Владимировна Мурравьева** (профессор кафедры «Приборы и методы контроля качества» ИжГТУ им. М.Т. Калашникова, директор Экзаменационного центра по сертификации персонала объектов железнодорожного транспорта, д-р техн. наук) выступила с докладом «Электромагнитно-акустический метод мно-



гократных отражений при контроле протяженных объектов», в котором рассказала участникам конференции о технологиях и оборудовании, разрабатываемом в ИжГТУ им. М.Т. Калашникова. В частности, О.В. Муравьева сообщила о реализации волноводного и зеркально-теневого методов на многократных отражениях с помощью проходных ЭМА-преобразователей, позволяющих добиться чувствительности, достаточной для выявления и надежной локализации в про-

тяженных объектах внутренних и поверхностных дефектов с размерами от 0,1 мм.

Более подробная информация об этих и других выступлениях (Э.Б. Франц, А.В. Жуков, А.С. Царева, Д.Э. Дрындрожик, В.Д. Уваров, А.Г. Топилин, В.М. Кушнарченко, А.В. Соколкин, Д.С. Большаков) приведена на сайте [www.sertink.ru](http://www.sertink.ru).

Мероприятие прошло в дружеской атмосфере обмена опытом, обсуждения важных для всех специалистов вопросов изменения, развития и совершенствования систем в области промышленной безопасности, неразрушающего контроля, технического диагностирования и энергоэффективности.

В рамках конференции были организованы биржа деловых контактов и круглые столы по направлениям «Экспертиза промышленной безопасности» и «Новые технологии в неразрушающем контроле».

*Материал предоставлен организаторами конференции*

## НОВОСТНАЯ РАССЫЛКА САЙТА ЖУРНАЛА «ТЕРРИТОРИЯ NDT»

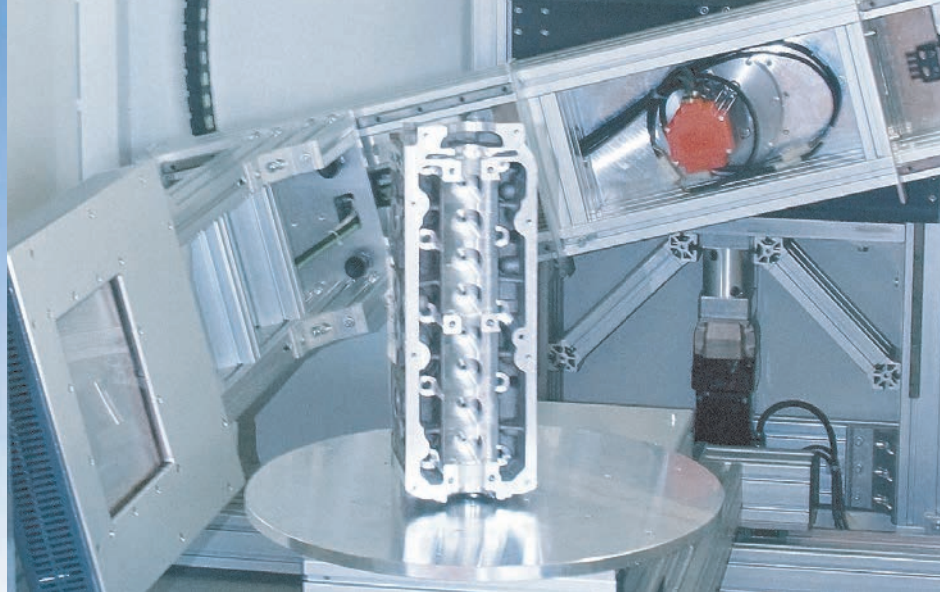
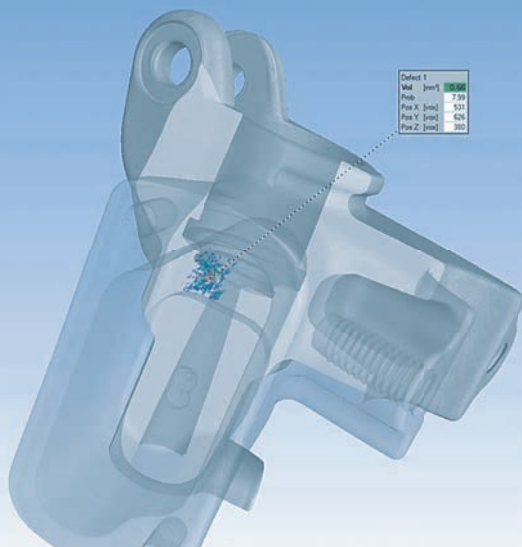
**Вы можете получать анонсы всех новых публикаций, заблаговременно узнавать о наиболее важных событиях, происходящих в мире неразрушающего контроля и технической диагностики, готовящихся конференциях, новых книгах и многом другом.**

Подписаться на рассылку НОВОСТЕЙ журнала «Территория NDT» можно, выбрав на сайте в верхнем горизонтальном меню кнопку «Подписка на новости сайта». Для подписки достаточно указать свой e-mail и имя.

Новостная рассылка позволит вам не упустить ничего важного.

[www.tndt.idspektr.ru](http://www.tndt.idspektr.ru)





# ПРОМЫШЛЕННЫЕ ТОМОГРАФЫ СЕРИИ EDS



**Анализ геометрии и внутренней структуры изделий любой сложности**



**Автоматизированный высокопроизводительный контроль**



**Новейшие технологии обработки изображения**



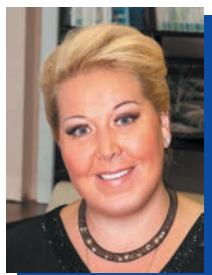
**Максимальная безопасность оператора**



**Производитель: компания Eidosolutions, Италия**

- Обратное проектирование (реверсивный инжиниринг)
- Обнаружение скрытых внутренних дефектов изделия (пор, включений, трещин и других), измерение их размеров с высокой точностью
- Измерение линейных и угловых размеров, сравнение геометрии изделия с заданной геометрической CAD-моделью
- Напряжение рентгеновской трубки: 160 или 225 кВ
- Число осей манипулятора: 5
- Размеры исследуемого изделия: до 750 мм в диаметре, 1 200 мм в высоту; вес: до 120 кг
- Максимальная толщина стенок исследуемого образца:
  - сталь: 40 мм
  - алюминий: 180 мм

# ПОДХОДЫ К СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ НОРМ ОТБРАКОВКИ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ РАДИАЦИОННОМ КОНТРОЛЕ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ



**БЫСТРОВА**  
**Наталья Альбертовна**  
Д-р техн. наук,  
ФГАУ «НУЦСК при МГТУ  
им. Н.Э. Баумана,  
подразделение «СертиНК»,  
Москва



**ГАЛКИН**  
**Денис Игоревич**  
Канд. техн. наук,  
ФГАУ «НУЦСК при МГТУ  
им. Н.Э. Баумана,  
подразделение «СертиНК»,  
Москва



**ХОДЖАЕВА**  
**Александра Валерьевна**  
АО «НПО «ЦНИИТМАШ»,  
Москва



**БЕЛКИН**  
**Валерий Константинович**  
ФГАУ «НУЦСК при МГТУ  
им. Н.Э. Баумана,  
подразделение «СертиНК»,  
Москва

Радиационный метод контроля качества (РК) широко применяется на этапе заводского изготовления труб и выполнения строительно-монтажных работ по сооружению магистральных трубопроводов. Основное преимущество метода заключается в наглядности представления результатов контроля, поэтому в большинстве случаев контролю данным методом подлежат 100 % сварных соединений трубопроводов. Распространенность данного метода позволяет утверждать, что РК – важная составляющая обеспечения промышленной безопасности объектов трубопроводного транспорта.

Один из основных этапов РК представляет собой анализ полученных теневых изображений несплошностей на рентгеновском (радиографическом) снимке, характеристиками которых являются тип несплошности, габаритные размеры, суммарная протяженность, площадь проекций несплошностей на базовой длине и пр. Путем сравнения характеристик теневого изображения несплошности с допустимыми значениями, определенными нормативной документацией на РК, принимается

решение о соответствии (несоответствии) сварного соединения установленным требованиям [1].

Критерии идентификации не имеют точного описания в НТД, что приводит к существенной неопределенности в результатах расшифровки радиографических снимков. Подтверждение данного факта приведено в работе [2], в которой выполнен статистический анализ в целях выявления степени согласованности мнений специалистов, осуществивших расшифровку одних и тех же снимков.

На рис. 1 показана оценка риска неверной интерпретации несплошности по данным опроса девяти специалистов РК. По мнению самих специалистов, наибольший риск неправильной интерпретации наблюдается для таких дефектов, как: непровар, несплавление, канальная пора (35, 34, 31 % соответственно), наименьший – для поры единичной (20 %). Следует отметить, что для отдельных пар дефектов риск неправильной интерпретации превышает 50 %: Ak-Bd, Da-Dc.

При расшифровке снимков мнения специалистов наиболее согласованы при отнесении несплошно-

сти к типу Ac (сильная согласованность наблюдается в 100 % случаев), Ea (90 % случаев), Aa (75 % случаев). В остальных случаях согласованность составляет менее 70 %. Согласованность мнений специалистов можно охарактеризовать как низкую, так как для наиболее характерных типов несплошностей сварных соединений Aa, Ak, Ba, Bd, Da, Dc, Fc2 (см. рис. 1) следует ожидать случайную согласованность, а сильная согласованность наблюдается лишь в 35,3 % случаев. Классификация согласованности мнений на случайную и сильную проводится на основании значения коэффициента контингенции, рассчитанного по методике, приведенной в [2].

По-видимому, разброс мнений во многом определяется отсутствием в РФ единой системы подготовки специалистов РК. Нет единых программ подготовки и требований к образовательным учреждениям, осуществляющим подготовку по данному методу. Кроме того, многие работодатели не соглашаются на длительное обучение сотрудников с отрывом от производства. Функционирующие в настоящее время независимые органы по аттестации



не имеют единого подхода к проверке специалистов по уровню знаний, навыков и умений, вследствие чего результаты работы различных органов значительно отличаются.

Одним из нерешенных вопросов является отсутствие общих подходов в установлении норм отбраковки по результатам РК: при большом количестве нормативных документов по РК нет единства в критериях и нормах отбраковки. Данный факт можно продемонстрировать на примере анализа норм отбраковки, установленных документами трубопроводной отрасли: РД-25.160.10-КТН-016-15, СТО ГАЗПРОМ 2-2.4-083 и ВСН 012. Казалось бы, логично ожидать сопоставимых результатов по нормам отбраковки, установленным в этих документах, однако на практике дело обстоит иначе (рис. 2).

Как видно из диаграммы рис. 2, требования рассматриваемых документов не совпадают как по количеству критериев, так и по граничным значениям, установленным для каждого критерия.

Следует обратить внимание, что каждый из рассматриваемых документов характеризуется также неоднозначностью отбраковки. Например, несплошности типа шлаковый карман, несплавление, внутренний подрез дают очень схожее теневое изображение, существенные визуальные отличия в проекциях этих несплошностей отсутствуют. Несмотря на это, для трубопроводов II, III, IV категорий в РД-25.160.10-КТН-016-15 для каждой из этих несплошностей установлены свои критерии отбраковки: шлаковый карман –  $l \leq S$ , но  $\leq 30$  мм;  $\sum_{300} \leq 30$  мм; межслойное несплавление –  $l \leq 2S$ , но  $\leq 25$  мм;  $\sum_{300} \leq 25$  мм; внутренний подрез –  $l \leq 100$  мм;  $\sum_{300} \leq 150$  мм ( $l$  – размер дефекта, определяемый вдоль шва;  $\sum_{300}$  – суммарная протяженность дефектов на длине сварного шва, равной 300 мм;  $S$  – толщина стенки трубы). Таким образом, существующие нормы предоставляют возможность подгонки результатов в зависимости от первоначальной установки.

Достигнутый уровень науки о прочности позволяет разработать процедуру определения предельных размеров дефектов исходя из

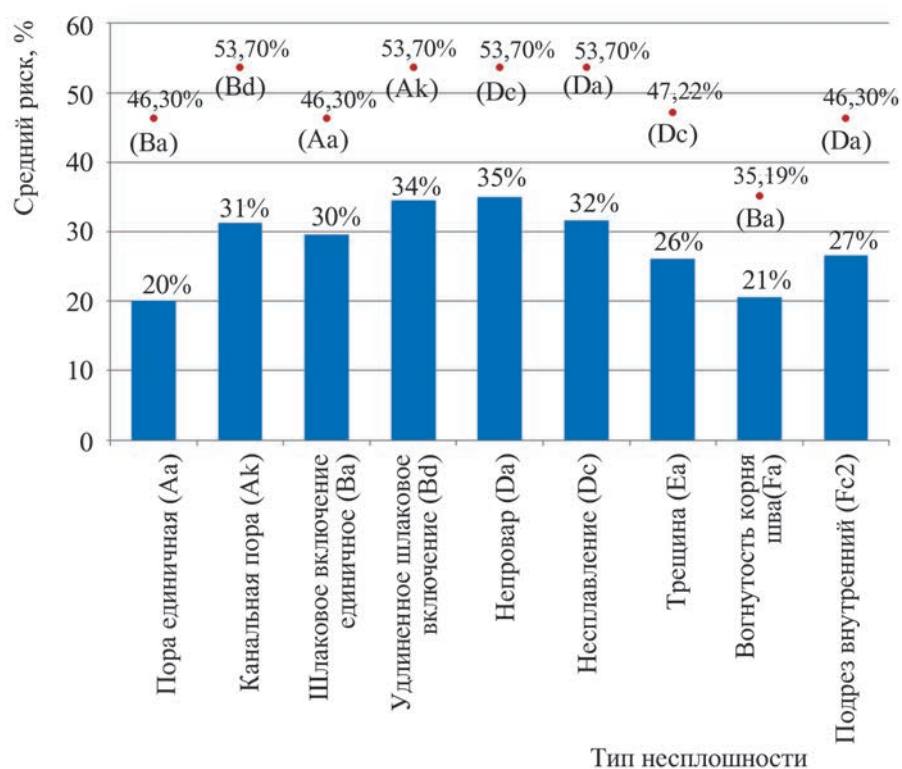


Рис. 1. Оценка среднего риска неверной интерпретации несплошности по данным опроса  
• – максимальный ожидаемый риск ошибки для отдельных пар дефектов (в скобках)

эксплуатационных требований. Рассчитывать на то, что эти требования можно будет расклассифицировать на группы и указывать каждый раз лишь класс дефектности, не следует, так как слишком велико число вариантов нагрузок и условий эксплуатации. То есть нормирование максимальных размеров несплошностей имеет смысл только для конкретного объекта (участка объекта) контроля и конкретных условий его эксплуатации.

Кроме того, необходимо учитывать, что применяемые методы и технологии неразрушающего контроля в большинстве случаев не позволяют уверенно установить тип несплошности и определить его характеристики (кривизна несплошности на всей ее поверхности, глубина залегания, ориентация несплошности в объекте контроля), без чего не удастся достичь приемлемой достоверности прочностных расчетов. Следовательно, без существенных допущений нельзя связывать результаты неразрушающего контроля с работоспособностью объекта контроля. Таким образом, существующие в руково-

дящей документации нормы отбраковки по результатам неразрушающего контроля, в том числе РК, не гарантируют, что наличие в объекте дефектов с размерами, превышающими допустимые, приводит к критическому снижению работоспособности в процессе эксплуатации [1]. Учитывая это, а также неоднозначность существующих критериев идентификации несплошностей [2], нормы отбраковки по результатам РК следует рассматривать как способ поддержания технологической дисциплины в условиях конкретного производства, что позволяет уйти от стандартных подходов в оценке качества по результатам РК на основании определения типа дефекта и разработать новые критерии, применение которых будет способствовать увеличению повторяемости результатов расшифровки снимков. К разрабатываемым критериям необходимо установить следующие требования [3]:

- правила идентификации изображений несплошностей должны быть однозначными;
- результат применения разрабатываемых критериев должен



Рис. 2. Нормы отбраковки сварных соединений (по конкретным критериям) толщиной 10,0 мм в соответствии с требованиями различных нормативно-технических документов (в скобках приведен масштабный фактор)

НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ И СТАНДАРТЫ

максимально совпадать с результатами отбраковки, проводимой по действующим критериям;

- применение разрабатываемых критериев должно обеспечивать существенную согласованность мнений.

Приведенный подход все же не отменяет необходимости разработки единых правил установления норм отбраковки. На современном этапе развития российской промышленности, ориентированной на решение задач выхода производимой в РФ продукции на качественно новый уровень, способный обеспечить ее конкурентоспособность на мировых рынках и, как следствие, ее реализацию в различных странах и регионах мира, такими документами могут стать адаптированные к российским условиям и сложившимся традициям международные требования, имеющие логичную и понятную струк-

туру. При этом отраслевая специфика не должна создавать новую ветвь нормативных документов, а должна ссылаться на решения, предлагаемые в основополагающих документах.

За основу можно принять систему нормативных документов ISO. На этапе проектирования каждому сварному соединению присваивается уровень качества, который определяет методы и объем контроля, технологию их применения и нормы отбраковки. Таким образом, задачей которая ставится перед отраслью (организацией), является описание критериев отнесения сварных соединений к тому или иному уровню качества [1].

По мнению авторов, существующие НТД по РК магистральных трубопроводов нуждаются в и приведении их к единым унифицированным критериям отбраковки,

а также в установлении единых объективных критериев идентификации типа несплошности.

### Библиографический список

1. Быстрова Н.А., Галкин Д.И., Ходжаева А.В. Радиационный контроль сварных соединений магистральных трубопроводов // Технадзор. 2015. № 4. С. 32–34.
2. Алёшин Н.П., Галкин Д.И., Колесников О.И., Сорокин А.С. Статистическая оценка результатов расшифровки радиографических снимков сварных соединений // Сварка и диагностика. 2015. № 1. С. 11–14.
3. Алёшин Н.П., Галкин Д.И. Совершенствование критериев оценки качества по результатам радиографического контроля сварных соединений трубопроводов // Сварка и диагностика. 2015. № 4. С. 39–42.





**EMI**

# НОВЫЕ РОССИЙСКИЕ ПРИБОРЫ РАДИОГРАФИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ



**Exertus Dual 120  
Exertus Dual 150**

Технические характеристики:  
Exertus Dual 120, Exertus Dual 150  
Используемый источник: Ir-192  
Толщина контроля: от 30 до 70 мм  
по стали

Технические характеристики:  
Exertus VOX 100  
Используемый источник: Co-60  
Толщина контроля: до 200 мм  
по стали



**Exertus VOX 100**



**Exertus Light**

Технические характеристики:  
Exertus Light  
Exertus Selen 80 Circa  
Используемый источник: Se-75  
Толщина контроля: от 3 до 30 мм  
по стали



**Exertus Selen 80 Circa**

**ПРОИЗВОДИТЕЛЬ СРЕДСТВ И ТЕХНОЛОГИЙ  
НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ  
ЗАКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
«ЭНЕРГОМОНТАЖ ИНТЕРНЭШНЛ»**

Адрес: 107078, г. Москва, Красноворотский проезд, д.3, стр. 1.

т. (499) 262-36-73, факс (499) 262-27-54

[www.jscemi.ru](http://www.jscemi.ru)

e-mail: [emi@jscemi.ru](mailto:emi@jscemi.ru)

# К ВОПРОСУ НОРМАТИВНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ РАДИОГРАФИИ ДЛЯ КОНТРОЛЯ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ГАЗОПРОВОДОВ



**ВИНОКУРЦЕВ Георгий Георгиевич**  
ООО «Центр «СМТ-Качество»,  
Санкт-Петербург

В настоящее время в мире на смену рентгеновской пленке все активнее приходят линейные и плоскочастотные детекторы (ЛД и ППД), системы компьютерной радиографии с запоминающими многоцветными пластинами, системы цифровой радиографии, которые широко предлагаются на рынке неразрушающего контроля.

Крупные корпорации, в частности «Газпром», разрабатывают и вносят изменения в имеющиеся стандарты организации с учетом технологии компьютерной (цифровой) радиографии [1].

Возникает вопрос: насколько это соотносится с требованиями действующей нормативной документации.

Так, 28 сентября 2009 г. в головной экспертной организации ОАО «Газпром» – ООО «Газпром ВНИИГАЗ» состоялось совещание по рассмотрению результатов квалификационных испытаний аппаратно-программного комплекса для компьютерной радиографии на основе сканеров 35 NDT/HD-CR 35 NDT производства Duerg NDT (Германия), поставщик ЗАО «Юнитест-Рентген», которое решило, что указанные комплексы соответствуют техническим требованиям нормативных документов ОАО «Газпром» и могут быть применены при проведении работ по диагностике и ремонту объектов транспорта газа [2].

Однако указанное решение и выданное на его основании *экспертное заключение ООО «Газпром ВНИИГАЗ» № 3132949-109–2009* [3] для включения в Реестр сварочного, вспомогательного оборудования, оборудования и материалов для контроля и диагностики сварных соединений, технические условия которых соответствуют техническим требованиям ОАО «Газпром»,

*не соответствует требованиям действующего нормативного документа СТО Газпром 2-2.4-083–2006 «Инструкция по неразрушающим методам контроля качества сварных соединений при строительстве и ремонте промышленных и магистральных газопроводов» [4], в котором речь идет только о радиографическом контроле с применением рентгеновских пленок:*

- п. 3.23 – «Радиографический контроль: Метод радиационного контроля с фиксацией изображения на пленке...»;
- п. 7.3 – «Для обнаружения внутренних... дефектов кольцевого сварного соединения, а также определения размеров внутренних дефектов применяют следующие методы неразрушающего контроля:
  - радиографический по *ГОСТ 7512–82* (в котором также говорится только о рентгеновской пленке, и его требования будут рассмотрены ниже).

Оценка сварных соединений проводится в соответствии с разделом 6 «Расшифровка снимков» указанного ГОСТа, в котором регламентирован порядок расшифровки *радиографических снимков* с применением специальных осветителей-негатоскопов, перечислены требования, предъявляемые к *радиографическим снимкам*, допущенным к расшифровке:

- п. 9.4 – «Величина оптической плотности *рентгеновского снимка...*»;
- п. 9.7 – «Требования к *рентгеновским пленкам*»;
- п. 9.15 – «Фотообработка *пленок*».

Вернемся к требованиям действующего ГОСТ 7512–82 «Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Радиографический метод» [5]. Данный стандарт устанавливает метод радиографического контроля сварных соединений из металлов и их сплавов, выполенных сваркой плавлением, с толщиной свариваемых элементов от 1 до 400 мм с применением рентгеновского, гамма- и тормозного излучений и *радиографической пленки*.

В п. 2.2 ГОСТ 7512–82 четко определено, что при радиографическом контроле следует использовать *радиографические пленки*, соответствующие требованиям технических условий на них.

Кроме того, метод цифровой радиографии как таковой отсутствует в действующем ГОСТ 24034–80 «Контроль неразрушающий радиационный. Термины и определения» [6], устанавливаемым применяемые в науке, технике и производстве термины и определения основных понятий в области неразрушающего контроля качества материалов и изделий, а в разделе «Средства радиационного неразрушающего контроля»



(пп. 64 – 88) отсутствует информация о цифровых запоминающих пластинах, устройствах ввода-вывода цифровой информации (цифровых сканерах).

Рассмотрим подробно разработанный и введенный в действие нормативный документ СТО Газпром 2-2.3-561–2011 «Газораспределительные системы. Методика проведения рентгенографического контроля сварных соединений стальных газопроводов с применением метода цифровой рентгенографии» [1].

Требования данного документа, исходя из положений п. 1.2 раздела «Область применения», обязательны для применения структурными подразделениями и дочерними обществами ОАО «Газпром» при проведении контроля качества сварных соединений в системе ОАО «Газпром» стальных газопроводов методом цифровой рентгенографии.

В разделе 2 «Нормативные ссылки» фигурирует ссылка на ГОСТ 7512, в котором четко определено (и этот вопрос подробно рассмотрен выше), что при радиографическом контроле следует использовать только **радиографические пленки**.

П. 3.6 СТО Газпром 2-2.3-561–2011 дает определение радиографического метода неразрушающего контроля по ГОСТ 24034–80 «Контроль неразрушающий. Методы дефектоскопии радиационные. Область применения», ссылаясь на п. 47:

«Радиографический метод неразрушающего контроля – метод радиационного неразрушающего контроля, основанный на преобразовании радиационного изображения контролируемого объекта в **радиографический снимок** или записи **этого изображения** на запоминающем устройстве с последующим преобразованием в световое изображение».

Данное положение никак нельзя отнести к цифровой радиографии, так как запоминающие устройства с последующим преобразованием радиографического изображения (читай рентгеновского снимка) в световое, о которых идет речь, перечислены в разделе того же ГОСТ 24034–80 «Средства радиационного неразрушающего контроля», пп. 64–88, где нет никаких упоминаний о цифровых запоминающих пластинах, устройствах ввода-вывода цифровой информации (цифровых сканерах).

Авторами СТО Газпром 2-2.3-561–2011 допущена вольная трактовка положений ГОСТ 20426–82, не соответствующая действительности.

В п. 6.3 раздела 6 «Требования к оборудованию, материалам и принадлежностям» СТО Газпром 2-2.3-561–2011 указано, что комплексы цифровой радиографии и фосфорные пластины допускаются к применению только «при наличии свидетельства об утверждении типа средств измерений в соответствии с требованиями статьи 12 Федерального закона 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений» [7]. **Однако ни один из существующих комплексов цифровой радиографии, ни какие фосфорные пластины, ни одно программное обеспечение указанных комплексов, предлагаемых на рынке неразрушающего контроля в РФ, на сегодня не отвечают этим требованиям.** Подтверждение этому можно найти на официальном сайте Федерального информационного фонда

по обеспечению единства измерений, содержащего сведения об утвержденных типах средств измерений.

А что же говорят действующие нормативные документы, регламентирующие проведение контроля сварных соединений стальных газопроводов систем газораспределения и газопотребления?

В соответствии с п. 60 «Технического регламента о безопасности сетей газораспределения и газопотребления» [8] «...сварные соединения, выполненные в процессе строительства, реконструкции, монтажа или капитального ремонта, подлежат контролю методами неразрушающего контроля».

Поскольку технические регламенты содержат только общие требования, обеспечивающие меры по защите жизни и здоровья граждан, имущества физических и юридических лиц, а также государственного и муниципального имущества, охраны окружающей среды и обеспечения энергетической эффективности, для их реализации и выполнения были разработаны перечни нормативных документов:

- «Перечень национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» (постановление Правительства РФ от 21.06.2010 г. № 1047-р) [9];
- «Перечень документов в области стандартизации, содержащих правила и методы исследований (испытаний) и измерений, в том числе правила отбора образцов, необходимые для применения и исполнения «Технического регламента о безопасности сетей газораспределения и газопотребления» (постановление Правительства РФ от 10.06.2011 г. № 1005-р) [10].

Об этом мы подробно писали в статье «Как контролировать строительство газопроводов или лабиринты законотворчества» («Территория NDT», 2014, № 4), в которой сделан вывод, что в настоящее время вопросы проектирования и строительства сетей газораспределения и газопотребления в соответствии с данными перечнями регламентируются и СНИП 42-01–2002 «Газораспределительные системы» [11] и СП 62.13330 «Газораспределительные системы. Актуализированная редакция СНИП 42-01-2002» [12].

Так, в соответствии с п. 7.96 СП 42-102–2004 «Проектирование и строительство газопроводов из металлических труб» [13] «...контроль качества сварных соединений физическими методами производится в соответствии с требованиями СНИП 42-01–2002 «Газораспределительные системы».

Это положение также отражено:

- в п. 10.229 СП 42-101–2003 «Общие положения по проектированию и строительству газораспределительных систем из металлических и полиэтиленовых труб» [14]: «...объемы и методы контроля выполняемых работ должны соответствовать требованиям СНИП 42-01–2002...». Согласно п. 10.4.1 СНИП 42-01–2002: «...контроль стальных газопроводов проводят радиографическим методом по ГОСТ 7512»;

- в п. 6.1.6 ГОСТ Р 55474–2013 «Системы газораспределительные. Требования к сетям газораспределения. Часть 2. Стальные газопроводы» [15]: «Сварные соединения газопроводов подвергаются визуальному и измерительному контролю, механическим испытаниям и контролю неразрушающими методами в соответствии с СП 62.13330.2011 «Газораспределительные системы. Актуализированная редакция СНиП 42-01–2002», в соответствии с п. 10.4.1 которого контроль стальных газопроводов проводят радиографическим методом по ГОСТ 7512».

Таким образом, контроль стыков стальных газопроводов систем газораспределения и газопотребления проводят радиографическим методом по ГОСТ 7512 «Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Радиографический метод», положения которого подробно рассмотрены нами выше и который говорит о радиографическом контроле с применением только *радиографической пленки*.

*К сожалению*, несмотря на ряд преимуществ систем цифровой компьютерной радиографии, *их применение для контроля сварных соединений как магистральных газопроводов* (ведомственные нормы не могут отменять, заменять, корректировать и вольно трактовать действующие нормативные документы, в частности ГОСТ 7512–82), *так и систем газораспределения и газопотребления*, выполненных в процессе строительства, реконструкции, монтажа или капитального ремонта, *в настоящее время не представляется возможным в связи с отсутствием нормативной документации, разрешающей и регламентирующей порядок использования таких комплексов*. Данный вопрос неоднократно поднимался перед поставщиками комплексов компьютерной (цифровой) радиографии, которые признают существующую проблему, но не хотят принимать участие в разработке необходимой нормативной документации и идут по более легкому пути нелегитимного согласования применения своей продукции с крупными заказчиками на их объектах.

Этот вопрос неоднократно поднимался на семинарах ОАО «НТЦ «Промышленная безопасность», был подробно рассмотрен на круглом столе «Неразрушающий контроль и техническая диагностика трубопроводов» в г. Новосибирске 2 октября 2013 г., в докладе о стандартах по радиационному методу контроля руководителя НОАП ООО «НУЦ «Качество» С.Е. Пичугина на Всероссийском семинаре «Сертификация персонала в области неразрушающего контроля – 2015» 01.10.20105 г. в Лазаревском.

На наш запрос о возможности применения комплексов компьютерной (цифровой) радиографии при радиографическом контроле сварных соединений стальных газопроводов систем газораспределения и газопотребления получен официальный ответ Северо-Западного управления Ростехнадзора (исх. № 13 1/20630 от 02.10.2013 г): «...*в качестве методов неразрушающего контроля применяют радиографический или ультразвуковой метод, ...при этом результат радиографического метода контроля должен быть зафиксирован на радиографических снимках...*»

## Перечень нормативных документов

1. **СТО Газпром 2-2.3-561–2011.** Газораспределительные системы. Методика проведения рентгенографического контроля сварных соединений стальных газопроводов с применением метода цифровой рентгенографии.
2. **Протокол № 3132949-109–2009** совещания по рассмотрению результатов квалификационных испытаний аппаратно-программного комплекса для компьютерной радиографии на основе сканеров 35 NDT/HD-CR 35 NDT от 28.09.2013 г. ООО «Газпром ВНИИГАЗ».
3. **Экспертное заключение № 31323949-109–2009** о соответствии ТУ 4276-019-13826552-2008 и результатов испытаний комплекса аппаратно-программного для компьютерной радиографии на основе сканеров CR 35 NDT/HD-CR 35 NDT производства ЗАО «Юнитест-Рентген» техническим требованиям ОАО «Газпром».
4. **СТО Газпром 2-2.4-083–2006.** Инструкция по неразрушающим методам контроля качества сварных соединений при строительстве и ремонте промысловых и магистральных газопроводов.
5. **ГОСТ 7512–82.** Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Радиографический метод.
6. **ГОСТ 24034–80.** Контроль неразрушающий радиационный. Термины и определения.
7. **Федеральный закон № 102-ФЗ.** Об обеспечении единства измерений.
8. **Технический регламент** о безопасности сетей газораспределения и газопотребления; утвержден Постановлением Правительства РФ от 29.10.2010 г. № 870.
9. **Постановление Правительства РФ от 21.06.2010 г. № 1047-р.** Перечень национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».
10. **Постановление Правительства РФ от 10.06.2011 г. № 1005-р.** Перечень документов в области стандартизации, содержащих правила и методы исследований (испытаний) и измерений, в том числе правила отбора образцов, необходимые для применения и исполнения «Технического регламента о безопасности сетей газораспределения и газопотребления».
11. **СНиП 42-01–2002.** Газораспределительные системы.
12. **СП 62.13330.2011.** Газораспределительные системы. Актуализированная редакция СНиП 42-01–2002.
13. **СП 42-102–2004.** Проектирование и строительство газопроводов из металлических труб.
14. **СП 42-101–2003.** Общие положения по проектированию и строительству газораспределительных систем из металлических и полиэтиленовых труб.
15. **ГОСТ Р 55474–2013.** Системы газораспределительные. Требования к сетям газораспределения. Часть 2. Стальные газопроводы.



# ВИХРЕТОКОВЫЙ КОНТРОЛЬ

## Вихретоковый дефектоскоп

### ВЕКТОР

Универсальный вихретоковый дефектоскоп, позволяющий контролировать широкий диапазон материалов, включая углепластики и композиты

- Богатые функциональные возможности и широкий круг решаемых задач
- Автоматическая настройка
- Возможность подключения любых вихретоковых преобразователей
- Отлично читаемый на солнечном свете цветной экран
- Морозоустойчивое (от  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) исполнение
- Прост в настройке и эксплуатации
- Гарантия 3 года



**НОВИНКА**

**Роторный блок RVM-15**  
с большим набором преобразователей  
для контроля отверстий диаметром  
от 4 мм



## Автоматизированные УСТАНОВКИ ВИХРЕТОКОВОГО КОНТРОЛЯ

- Готовые решения для контроля труб и прутков
- Модернизация устаревших систем контроля
- Разработка и поставка систем любой сложности «под ключ»



**KROPUS**

НАША ЦЕЛЬ – ПРОСТОТА  
И НАДЕЖНОСТЬ

Тел/факс (495) 229-42-96  
(496) 515-83-89

sales@kropus.ru  
www.kropus.ru

ВСЕ ПРИБОРЫ СЕРТИФИЦИРОВАНЫ • СДЕЛАНО В РОССИИ

# НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ К ПРОЕКТУ ФЕДЕРАЛЬНЫХ НОРМ И ПРАВИЛ «ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОВЕДЕНИЮ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ, ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ НА ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ»

**БЕЛКИН Валерий Константинович**,  
ФГАУ «НУЦСК при МГТУ им. Н.Э. Баумана», Москва  
**ФРАНЦ Эльвира Борисовна**,  
ООО «ЭЦ «Надежность», Волгоград  
**ХРАПАЧЕВ Юрий Анатольевич**,  
ООО АЦ «БТ в промышленности», Москва  
**МОРОЗ Антон Юрьевич**,  
ООО «Техноэкспертиза», Владивосток  
**ГОНЧАРОВ Борис Терентьевич**,  
ООО «ЭЦ «Надежность», Волгоград

Проект федеральных норм и правил по неразрушающему контролю (ФНП по НК) был доступен для обсуждения на сайте <http://regulation.gov.ru> в течение месяца (до 26 сентября 2015 г.). За этот период свое мнение о проекте высказало более 30 экспертов. Отзывы об обсуждаемом документе даны в большей части положительные, что обусловлено тем, что ФНП по НК:

- создает базу для дальнейшего развития (построения) системы НК в рамках Ростехнадзора;
- имеет ссылки на правила аттестации персонала и лабораторий НК (ПБ 03-440-02 и ПБ 03-372-00), что позволяет легально применять данные документы и впредь. Правда, на данный факт можно посмотреть и с другой стороны. Приведенные документы действуют уже более 10 лет и нуждаются в корректировках, дополнениях и гармонизации (хотя бы частичной) с документами, применяемыми в международной практике (ISO 9712, ISO 17025). Принятие ФНП по НК в предлагаемой редакции затормозит процесс совершенствования ПБ 03-440-02 и ПБ 03-372-00 на неопределенный срок.

Назовем и другие положительные стороны ФНП по НК:

- проект устанавливает необходимость входного контроля применяемых при НК материалов и периодической проверки работоспособности установок и аппаратуры, используемой при проведении НК;
- проект регламентирует, что работы по НК должны выполняться в соответствии с документами по НК (следует понимать технологическими картами) и устанавливает требования к содержанию этих документов.

Однако несмотря на очевидные плюсы, необходимо отметить, что в ФНП по НК понижен статус тех, кто занимается НК с привычного «специалист НК» до «работник НК».

Кроме того, ФНП по НК определяет, что НК предусматривает контроль свойств объектов контроля, включая контроль напряженно-деформированного состояния (НДС), что тоже является довольно нетрадиционной сферой для НК. При этом ФНП по НК не учитывает, что правила аттестации персонала и лабораторий не охватывают данную область, а состояние нормативной базы в контроле (оценке) НДС оставляет желать лучшего, что не позволит обеспечить объективность контроля данным методом. Защитники этого положения ФНП по НК ссылаются на то, что в международной практике (ISO 9712) данный метод присутствует, но стоит, как минимум, заметить, что называется он иначе – strain testing (контроль напряжений).

Также не ясна логика предлагаемого освобождения от необходимости аттестации лабораторий неразрушающего контроля, осуществляющих визуальный и измерительный контроль (ВИК). Согласно п. 1.3 ПБ 03-372-00 «аттестация лабораторий проводится в целях установления и подтверждения их компетентности при оценке готовности организаций к выполнению видов деятельности, связанных с применением НК» и включает в себя комплекс мероприятий по проверке соответствия организации критериям аттестации – наличие документации, персонала, средств НК, необходимых для осуществления работ в соответствии с заявленной областью аттестации лаборатории НК. Корректная деятельность лаборатории НК при осуществлении ВИК невозможна при отсутствии актуальных документов и средств НК, необходимых для проведения ВИК конкретных объектов. Наличие только аттестованных соответствующим образом сотрудников НК не является показателем готовности организации к проведению контроля любым методом, в том числе ВИК.

П. 10 ФНП по НК устанавливает необходимость «подготовки и аттестации специалистов (должностных лиц) в области промышленной безопасности, выполняющих руководство работами по НК» в соответствии с «Положением об организации работы по подготовке и аттестации специалистов организаций, поднадзорных Ростехнадзору, утвержденным приказом Ростехнадзора от 29.01.2007 № 37...». Необходимость аттеста-



ции специалистов (должностных лиц) в области промышленной безопасности, выполняющих руководство работами по НК (т.е. в первую очередь начальников ЛНК) по ПБ 03-440-02 ФНП по НК не регламентирует. Это требование (об аттестации по ПБ 03-440-02) согласно п. 10 ФНП по НК касается лишь работников НК. Таким образом, допускается возможность, что начальник ЛНК может не быть специалистом по НК. Реализация данного положения вряд ли позволит «избежать снижения достоверности НК технических устройств» (как заявлено в Пояснительной записке к ФНП по НК).

В п. 23 ФНП по НК регламентировано, что «результаты должны фиксироваться в отчетной документации ... с подписями работника НК и руководителя лаборатории (подразделения, осуществляющего НК)». Чем вызвана необходимость подписания отчетного документа руководителем лаборатории? Эта подпись носит уведомительный характер или, подписывая документ, руководитель разделяет ответственность за содержание документа? Если несет ответственность, как быть с п. 10 ФНП по НК (см. выше)?

Данный вопрос, очевидно, требует проработки. Также нельзя не учитывать, что начальник лаборатории (подразделения, осуществляющего НК) может находиться на значительном удалении от места проведения НК и необходимость подписания отчетного документа создаст дополнительные трудности для организации.

Подводя итог, стоит отметить безусловную пользу от ввода в действие федеральных норм и правил «Основные требования к проведению неразрушающего контроля технических устройств, зданий и сооружений на опасных производственных объектах». Однако документ, действие которого затрагивает интересы десятков тысяч специалистов (не работников НК), должен проходить обсуждение не только на сайте <http://regulation.gov.ru>, но и на других площадках (форумах, конференциях, в средствах массовой информации). Важным аспектом также является необходимость согласования положений ФНП по НК с профессиональным стандартом «Специалист по неразрушающему контролю», который также сейчас находится на стадии разработки. ■

## О книге «Основы теории и некоторые аспекты применения преобразователей с фазированными решетками» от авторов

Преобразователи с фазированными решетками (ФР) становятся все более популярными и уже чуть ли не традиционными для ультразвукового контроля. Однако, это тот случай, когда новый класс преобразователей (с ФР), физические особенности работы которых не были до конца понятны, вместе со сложной аппаратурой широко рекламируется и рекомендуется к применению практически во всех отраслях промышленности. К сожалению, отсутствие разработанной теории для таких преобразователей, приводит к тому, что их работу рассматривают с позиций идеологии, используемой для преобразователей с обычными (цельными) пьезопластинами.

В результате неизбежны ошибки в оценках амплитуд сигналов и др., что влияет на надежность методик УЗК. Например, отсутствие интерференционных максимумов сигнала на акустической оси делает бесполезным традиционное определение размера **ближней зоны** также, как для обычного преобразователя. Такое преимущество преобразователей с фазированными решетками, как **фокусировка сигнала**, наиболее эффективно на определенных расстояниях.

Эти и другие особенности преобразователей с ФР рассматриваются в предлагаемой книге. В частности, сравниваются **диаграммы направленности** обычных преобразователей и с ФР, что может облегчить сопоставимость технологических параметров контроля; исследовано влияние и возможные последствия **увеличения размеров фазированной решетки и толщины задержки**, что полезно знать специалистам, стремящимся к эффективному контролю.

Для прямого преобразователя с фазированными решетками в книге приводится расчет **донного сигнала** и отмечаются особенности для двух вариантов фокусировки, анализируется возможность применимости такого широко известного способа настройки чувствительности, как **АРД-диаграмма**.

Проведено **сравнение возможностей и ошибок пяти методик контроля** с использованием преобразователей с фазированными решетками. Даны рекомендации по **размеру, глубине залегания настроечных отражателей и минимальной толщине настроечного образца**, что будет полезным при практической работе.

Можно также отметить, что в мире публикуется крайне мало работ по теории преобразователей с ФР (например, на 11 Европейской конференции в 2014 году не было ни одной). Без такой теории нельзя обеспечить их эффективное практическое использование. Преобразователи с ФР **перспективны**, но надо знать **особенности физики их работы и области применимости**.

*Данилов В. Н., Воронкова Л. В.*



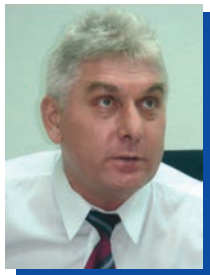
**Книгу «Основы теории и некоторые аспекты применения преобразователей с фазированными решетками» можно приобрести в ООО «Издательский дом «Спектр»**

119048, г. Москва,  
ул. Усачева, д. 35, стр. 1  
Телефон отдела реализации:  
(495) 514-26-34  
E-mail: zakaz@idspektr.ru  
[Http://idspektr.ru](http://idspektr.ru)

# К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ РАДИАЦИОННОЙ ТОМОГРАФИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЦЕЛОСТНОСТИ МАТЕРИАЛА И ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ



**КЛЮЕВ**  
**Владимир Владимирович**  
Академик РАН, д-р техн. наук  
ЗАО «НИИИИ «МНПО  
«Спектр», Москва



**КУЗЕЛЕВ**  
**Николай Ревакотович**  
Д-р техн. наук, проф.,  
ЗАО «НИИИИ «МНПО  
«Спектр», Москва



**БОТВИНА**  
**Людмила Рафаиловна**  
Проф., д-р. техн. наук  
Институт металлургии  
и материаловедения  
им. А.А. Байкова, Москва

Одной из важнейших научно-технических проблем XXI века становится продление ресурса безопасной эксплуатации потенциально опасных объектов. Долговечность машин, оборудования и сооружений определяется качеством изготовления деталей, узлов и агрегатов, входящих в их состав, а также характером факторов среды. Эти эксплуатационные свойства во многом зависят от интенсивности развития процессов коррозии металлов и биоповреждений материалов конструкций [1].

Очевидно, что достижение общей безопасности невозможно без применения информационных методов контроля и средств технической диагностики (ТД). ТД дает ответ на главные вопросы: когда должна быть прекращена эксплуатация объекта и что необходимо сделать для ее продления?

Неразрушающий контроль (НК) позволяет получить информацию о гомогенности и дефектности материала объекта, его состоянии на момент проведения НК. Важнейшими показателями оценки методик НК являются вероятность обнаружения дефекта и возможность измерения размеров дефектов. Ка-

тастрофическая ситуация наступает преимущественно при достижении дефектом (трещиной) критических размеров, в результате чего происходит разрушение объекта [2].

## Факторы разрушения конструкций, связанные с природой металла

В системе общесоюзной стандартизации коррозия металлов определена как разрушение металлов вследствие химического и электрохимического взаимодействия их с коррозионной средой. Факторы, влияющие на скорость, вид и распределение коррозии и связанные с природой металла (состав, структура, внутренние напряжения, состояние поверхности), называют внутренними факторами коррозии. Факторы, влияющие на те же параметры коррозии, но связанные с составом коррозионной среды и условиями процесса (температура, влажность, обмен среды, давление и т.п.), называют внешними факторами коррозии [3].

Рост аварийности на газопроводах определяет необходимость одновременного принятия адекватных мер по выявлению повреждений, изучению металла и разработке стратегии продления ресурса и

дальнейшей эксплуатации. Наиболее общим понятием, которым характеризуют изменение механических свойств конструкционных сталей в процессе длительной эксплуатации, является деградация механических свойств. Деградацией механических свойств конструкционных сталей называется процесс изменения под воздействием эксплуатационных факторов его контролируемой механической характеристики по сравнению с аналогичной характеристикой, имеющейся в проектно-конструкторской документации на момент изготовления, монтажа и пуска в эксплуатацию конструкции [4].

Эта задача решается путем отслеживания физических параметров, контролируемых повреждения, методами НК без вырезки образцов. Однако системные исследования в этой области пока недостаточны, в связи с чем существующие методы НК не адаптированы к оперативному контролю структурных изменений в металле [2]. Предлагается рассмотреть возможности применения методов радиационной томографии (РТ) для оценки свойств материала и элементов конструкций.

## Возможности РТ для анализа гетерогенности в металле

Томографические методы основаны на восстановлении (определении) некоторой двумерной физической функции, описывающей внутреннюю структуру объекта по множеству одномерных функций, измеренных с разных ракурсов относительно объекта. В самом общем виде процесс описывается преобразованием Радона [5]. Томографические методы решают задачу реконструкции изображения физических параметров объекта исследования.

Метод трансмиссионной радиационной томографии (РТ) реали-



зается путем просвечивания объекта потоком излучения внешнего источника, регистрации прошедшего через объект излучения при многократных относительных перемещениях объекта и системы источник–детектор (рис. 1) и восстановлении томограммы (распределения или поля функции, описывающей свойства контролируемого объекта) по определенному алгоритму.

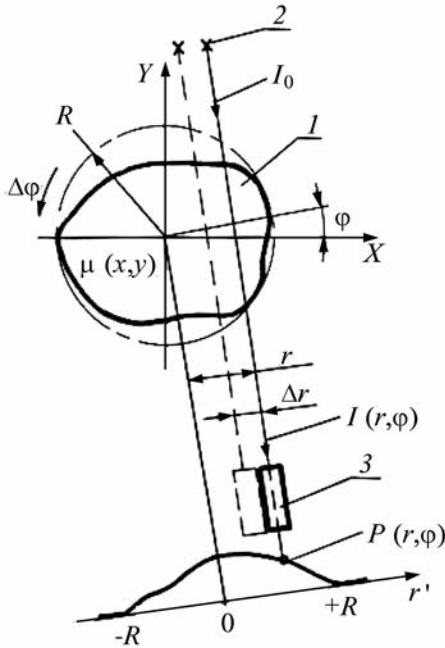


Рис. 1. Схема измерений при трансмиссионной РТ: 1 – объект контроля; 2 – источник излучения; 3 – детектор;  $I(r, \varphi)$  – измеренная интенсивность излучения при прохождении через объект;  $I_0$  – интенсивность излучения при отсутствии объекта;  $\mu(x, y)$  – линейный коэффициент ослабления материала объекта;  $P(r, \varphi)$  – линейные интегралы (проекции),  $\Delta r, \Delta \varphi$  – шаги линейного сканирования и поворота

Конкретная реализация алгоритмов зависит от схемы измерения исходной информации, а вид получаемого в результате томографического исследования поля  $f(x, y)$  зависит от вида излучения и метода его регистрации. Детектор регистрирует излучение вдоль множества направлений  $L(r, \varphi)$  в соответствии с выражением

$$-\ln [I(r, \varphi)/I_0] = \int_{L(r, \varphi)} \mu(x, y) dl = P(r, \varphi), \quad (1)$$

где  $I(r, \varphi)$  – измеренная интенсивность излучения при прохождении через объект;  $I_0$  – интенсивность излучения при отсутствии объекта;  $\mu(x, y)$  – линейный коэффициент ослабления материала;  $P(r, \varphi)$  – линейные интегралы (проекции), измеренные при просвечивании с различных направлений.

Наиболее часто применяется алгоритм свертки отфильтрованных обратных проекций. С учетом дискретизации исходного массива измеряемых данных на  $N_\varphi$  проекций с  $N_r$  измерениями в каждой проекции восстановление распределения  $\mu(x, y)$  осуществляется в два этапа:

$$\mu(x, y) = \frac{1}{2\pi N_\varphi} \sum_{j=1}^{N_\varphi} p^*(r, \varphi_j), \quad (2)$$

где отфильтрованную проекцию находят следующим образом:

$$p^*(r_k, \varphi) = \Delta r \sum_{-N_r}^{+N_r} A(r_k - r_j) p(r_j, \varphi), \quad (3)$$

где  $A(r, \varphi)$  – функция фильтра,  $k=0; \pm 1$  и  $i=0; \pm 1; \pm 2$ ;  $\Delta r$  – шаг линейного сканирования.

Эти принципы основаны на присущих радиационным методам эффектах ослабления потока, в данном случае гамма-излучения, материалом контролируемого объекта.

В компьютерной томографии качество полученного изображения оценивают по двум характеристикам – пространственной разрешающей способности и разрешающей способности по плотности.

Известны основные источники погрешностей при РТ: статистический характер излучения, конечное число измерений в проекции, ограниченное число проекций, ограниченный массив томограммы [5].

Для оценки точностных характеристик используют среднее квадратическое отклонение  $\sigma_\mu$  величины  $\mu$  для области с равномерным распределением материала и величины сигнала при наличии разноплотности в зависимости от шага линейного сканирования  $\Delta r$ , количества проекций  $N_\varphi$  и интенсивности источника излучения с учетом ширины пучка излучения  $h$ . Выражение для  $\sigma_\mu$  имеет следующий вид:

$$\sigma_\mu \approx \frac{1}{\sqrt{2} \Delta r \sqrt{N_\varphi \bar{I}}}. \quad (4)$$

Входящая в выражение величина  $\bar{I}$  определяется имеющейся интенсивностью излучения  $I(r, \varphi)$  и временем регистрации.

### Зависимость выявляемости типичных дефектов равномерности материала

Предложено возможности РТ по выявлению дефектов равномерности материала оценивать, используя отношения сигнал/шум  $\alpha$  и чувствительности  $S$  к разноплотности материала дефекта к материалу объекта [5]. Величина сигнала с амплитудой  $\Delta\mu$  вычисляется как разница между средними значениями коэффициентов ослабления для области томограммы, где визуально выявлен дефект  $\mu_d$ , и области томограммы с равномерным распределением материала, окружающего дефект  $\mu_o$ . Отношение сигнал/шум определяется как

$$\alpha = \frac{\Delta\mu_d}{\sigma_o} = \frac{|\mu_d - \mu_o|}{\sqrt{\sigma_d^2 - \sigma_o^2}}, \quad (5)$$

где  $\sigma_d$  и  $\sigma_o$  – средние квадратические отклонения величин  $\mu_d$  и  $\mu_o$ .

Выявляемые по томограмме дефекты характеризуются чувствительностью  $S$ :

$$S = \frac{\Delta\mu_{д.и}/\mu_{о}}{\Delta\mu_{д.и}/\mu_{д.о}} = \frac{\left| \frac{\mu_{д} - \mu_{о}}{\mu_{о}} \right|}{\left| \frac{\mu_{д.и} - \mu_{о.и}}{\mu_{о.и}} \right|}, \quad (6)$$

где  $\mu_{д.и}$  и  $\mu_{о.и}$  — исходные значения коэффициентов ослабления материала дефекта и окружающего материала.

Для случая контроля объекта с локальным дефектом, используя изложенную методику анализа, были получены [6] зависимости отношения сигнал/шум  $\alpha$  и чувствительности  $S$  к разноплотности обнаруживаемых дефектов от шага сканирования, представленные на рис. 2.

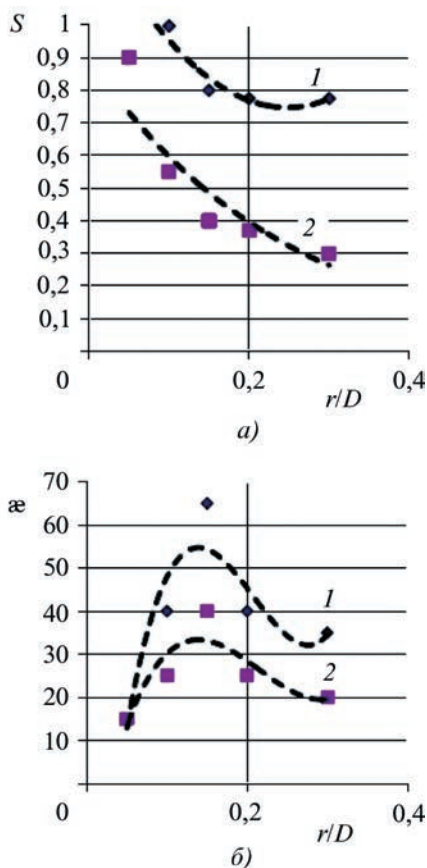


Рис. 2. Зависимости чувствительности  $S$  (а) и отношения сигнал/шум  $\alpha$  (б) при выявлении локальных дефектов от шага линейного сканирования  $r/D$  ( $D$  — размер области сканирования) при:

1 —  $\rho$  дефекта = 0,5 $\rho$  материала объекта; 2 —  $\rho$  дефекта = 0,8 $\rho$  материала объекта;  $\rho$  — плотность

### Примеры контроля технических характеристик объектов авиатехники

Рассмотрим примеры использования РТ. Компьютерная томография позволяет исследовать изделие по поперечным сечениям, измерять требуемые характеристики слоистых и композитных материалов, опера-

тивно и визуально обнаруживать дефекты [7]. Возможности решения задачи обнаружения дефекта показаны на изделиях авиационной техники (рис. 3, 4).

Среди вариантов получаемой информации:

- дефектоскопия деталей и узлов;
- правильность сборки агрегатов и выявление посторонних предметов;
- распределение плотности материалов и тяжелых металлов, расслоение композитных материалов.

### Обоснование количественного анализа распределения материалов

Количественный анализ распределения материалов базируется на том, что при использовании радионуклидных источников излучения происходит выделение гамма-квантов, имеющих моноэнергетическую энергию, и существует однозначное соответствие между регистрируемым потоком гамма-квантов и массовыми характеристиками материала объекта [5].

Томограмма получается в виде поля  $(\mu/\rho) \rho(x, y)$  и может быть использована для нахождения плотности или массы материала.

Для объектов на основе механической смеси из равномерно перемешанных компонентов значение линейного коэффициента ослабления смеси  $\mu_{см}$  определяется выражением

$$\mu_{см} = \rho_{см} \{w_1(\mu/\rho)_1 + w_2(\mu/\rho)_2 + \dots + w_n(\mu/\rho)_n\}, \quad (7)$$

где  $w_n$  — весовые доли компонентов в смеси;  $\rho_{см}$  — плотность смеси;  $\mu/\rho$  — массовые коэффициенты ослабления отдельных компонентов. На основе выражения для двухкомпонентной смеси, например наполнителя и металла, можно записать

$$\mu_{об} = \rho_{об} \{(1 - w_m)(\mu/\rho)_н + w_m(\mu/\rho)_м\}, \quad (8)$$

где  $w_m$  — весовые доли металла и наполнителя соответственно;  $\rho_{об}$ ,  $\rho$ ,  $\rho_m$  — плотности объекта, наполнителя и металла соответственно.

При этом  $\mu/\rho$  является константой для выбранной энергии гамма-излучения. Зная среднюю плотность объекта, значения массовых коэффициентов ослабления наполнителя и металла и получив по томограмме значения линейного коэффициента ослабления, можно вычислить величины плотности или массы металла в контролируемом объекте или его частях. Томограммы композитной матрицы и результаты определения по томограммам плотности материала сопла ракетного двигателя показаны на рис. 5 [8].

### Выводы

1. Метод радиационной томографии позволяет не только получить информацию о наличии дефектов в объекте, но и выявить зоны гетерогенности материала, характеризующие распределение коррозии металла, состава материалов. Данные томографии можно использовать для оценки механических свойств материала и элементов конструкций.
2. Представляется интересным с позиции получения данных о равномерности распределения металлов



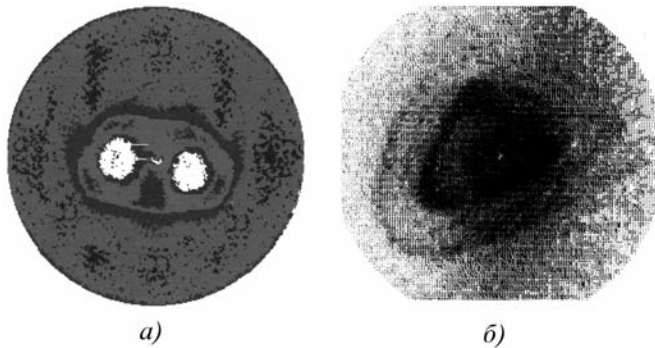


Рис. 3. Примеры использования метода РТ для деталей авиационной техники:  
а – топливная форсунка с трещиной в одном из каналов; б – элемент винта вертолета со свинцовым утяжелителем и расслоением композита

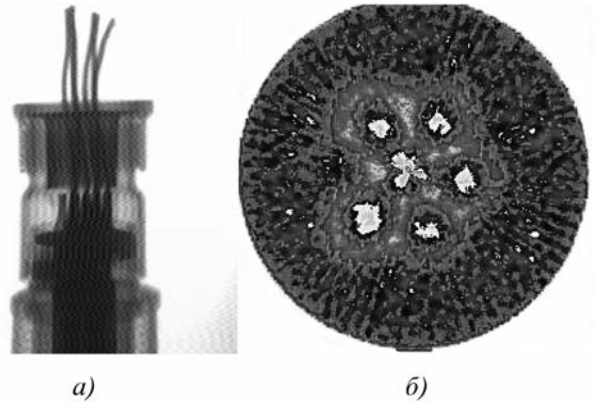


Рис. 4. Интроскопическое изображение (а) и томограмма (б) разреза электросистемы летательного аппарата с оторванными при аварии контактом

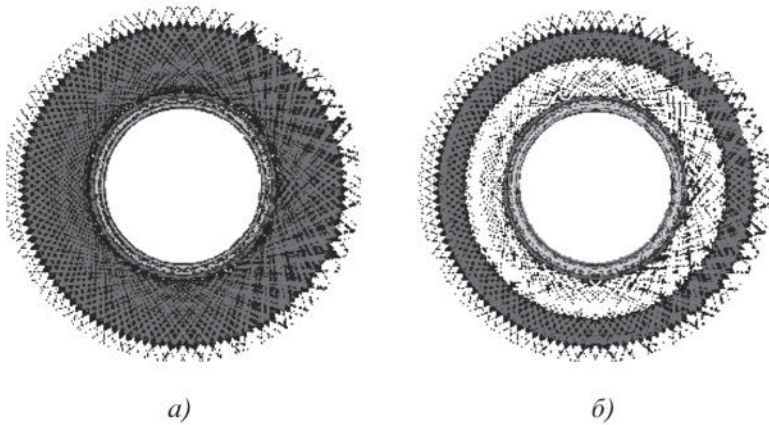
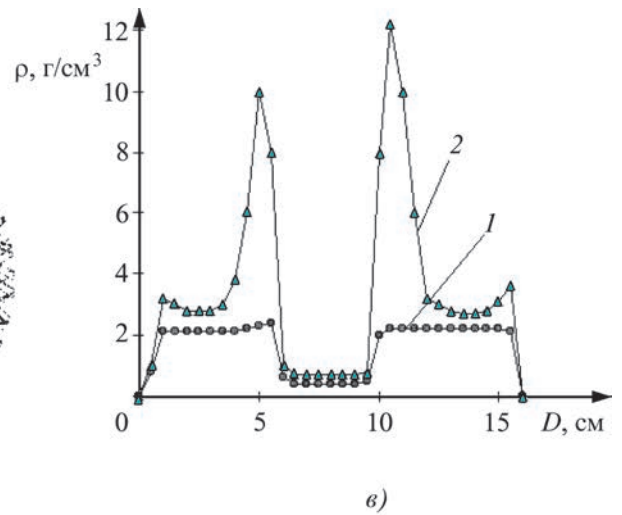


Рис. 5. Томограммы (а, б) композитной матрицы и результаты (в) определения по томограммам плотности материала сопла ракетного двигателя:  
а – на начальной стадии пропитки металлом; б – после завершения изготовления; распределение 1 получено для изделия без пропитки, а 2 – для изделия после пропитки тяжелым металлом



по объему объекта использование количественного анализа результатов радиационной томографии с применением радионуклидных источников излучения, имеющих моноэнергетическую энергию гамма-квантов.

Исследование выполнено при частичной поддержке Российского научного фонда (проект №15-19-00237).

### Библиографический список

1. Гришин Д.В., Голод Г.С. Совершенствование функционирования системы экспертизы промышленной безопасности объектов ПХГ ОАО «Газпром» // Газовая промышленность. Приложение. 2011. № 1-112. С. 106.
2. Клюев В.В., Новожилов Г.Н., Резчиков А.Ф., Богомолов А.С. Ресурсный подход к обеспечению безопасности систем «Человек – Объект – Среда», М.: ИД «Спектр», 2014. 158 с.
3. Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Анализ риска и проблем безопасности: в 4 ч. М.: МГФ «Знание», 2007.
4. Горицкий В.М. Факторы, влияющие на изменение

механических свойств металла листовых футерованных конструкций / ЦНИИПСК им. Н.П. Мельникова // Промышленная безопасность. 2004. Спец. вып. С. 29–31.

5. Васильева Э.Ю., Косарев Л.И., Кузелев Н.Р. Радиационная компьютерная томография в атомной энергетике / под ред. А.С. Штань. М.: Энергоатомиздат, 1998. 128 с.
6. Тутубалин В.Н., Кузелев Н.Р., Салакатова Л.С. Точностные характеристики радиационной компьютерной томографии при контроле стержневых твэлов // Дефектоскопия. 1986. № 7. С. 50–57.
7. Юмашев В.М., Кузелев Н.Р., Маклашевский В.Я. Радиационная интроскопия и томография контроля слоистых и композитных материалов в авиационной и космической технике // Тяжелое машиностроение. 2005. № 9. С. 6–7.
8. Горшков В.А., Кузелев Н.Р., Маклашевский В.Я., Юмашев В.М. Трансмиссионная радиационная томография и томография на обратно рассеянном излучении // Контроль. Диагностика. 2014. № 3. С. 41–44.

# КАК ВЫБРАТЬ АНАЛИЗАТОР ДЛЯ СОРТИРОВКИ ЛОМА

## 4 ШАГА ПРИ ВЫБОРЕ АНАЛИЗАТОРА ДЛЯ ЛОМА!



**ВЕРМУС Владимир Игоревич**  
ООО «Олимпас Москва», Москва

Сегодня подавляющее большинство предприятий металлургической промышленности уже не могут представить себе эффективной работы без экспресс-анализа химсостава металлов, но еще 10 лет назад дела обстояли иначе. Именно тогда компанией Innov-x Systems, сейчас являющейся частью корпорации Olympus, был выпущен первый в мире серийный экспресс-анализатор металлов на базе рентгеновской трубки Alpha 2000.

В настоящее время на рынке представлено немалое количество подобных приборов от разных про-

изводителей. Так как же выбрать действительно надежный и точный прибор для анализа лома, чтобы он работал, а не пролеживал в сервис-центре в ожидании ремонта? На что обратить внимание?

### НАДЕЖНОСТЬ

Надежность – это первое, на что нужно обратить внимание, так как если прибор не будет работать, то говорить об аналитических возможностях не придется. Итак, сердцем анализатора является трубка, она же и самая дорогостоящая его часть, и именно ее поломка повлечет за собой длительный ремонт стоимостью до 10 тыс. долларов. Есть правило, что чем меньше трубка нагревается, тем дольше она прослужит. Поскольку вентиляционные отверстия на приборе понижают его пылевлагозащиту, на приборе должен быть установлен радиатор (пассивный теплоотвод). Анализатор такой конструкции прослужит на 20–30% дольше. Кстати, именно такая конструкция теплоотвода позволяет работать при температуре до  $-30^{\circ}\text{C}$ .

Одной из самых частых поломок, особенно при сортировке металлолома является повреждение детектора острым предметом. Усугубляет картину то, что такой ремонт не попадает под гарантию. Чтобы избежать этого, анализатор должен быть укомплектован специальными защитными пленками для анализа стружки, проволоки и любых острых образцов.

Использование ударопрочного пластика защитит анализатор от случайных падений.

Обратите внимание на срок гарантии – он не должен быть менее двух лет.

Кроме того, анализаторы, произведенные в странах Европы и США, характеризуются лучшими качеством и надежностью.

### ТОЧНОСТЬ

Итак, после выбора надежного анализатора следует поговорить о точности, т.е. о том, ради чего он был приобретен. Какие факторы косвенно подтверждают точность прибора?

Первым фактором можно назвать мощность трубки! Чем мощ-





нее трубка, тем шире возможности анализатора. Но тут встает вопрос безопасности, так, например, при мощности трубки 10 Вт анализ должен проходить в изолированном от оператора пространстве. Оптимальная мощность трубки для безопасной работы считается 4 Вт. Особенно мощность важна для определения так называемых легких элементов (Mg, Al, Si, P, S).

Следующим фактором является автоматическая смена настроек работы трубки в зависимости от матрицы (состава) измеряемого образца. То есть, например, если измеряется медь, анализатор должен понять это и оптимизировать настройки именно для измерения медных сплавов. Опасайтесь приборов, работающих на методе эмпирических калибровок, это не только увеличивает продолжительность анализа, но и повышает влияние человеческого фактора при проведении анализа.

К немаловажным факторам относится возможность распознавания примесей и определения номинального содержания углерода. Эти функции помогут более точно определить марку стали/сплава. Например, в измеренной на анализаторе стали 09Г2С в спецификации на данную марку указан химсостав с учетом содержания углерода ( $C \sim 0,12\%$ ). Анализатор же определить его не может, но по остальным элементам он определяет марку стали и включает среднее содержание по углероду в показаниях, тем самым, выстраивая более правильную пропорцию, улучшает точность по остальным легирующим элементам.

Необходимо всегда проверять точность анализатора на образцах с известным химсоставом. Для проверки точности рекомендуется использовать легкие сплавы, например серию АМг. Это самые сложные для анализа сплавы, и если прибор справится с ними, то нержавеющие сплавы для него не будут проблемой.

### ЭРГОНОМИКА

При прочих равных показателях удобство работы при любой погоде в жестких производственных условиях нельзя опускать при выборе идеального анализатора.



Как правило, в комплект поставки входят две батареи аккумулятора типа со средним временем работы от одной батареи 8 ч. Функция «горячая замена» батареи без выключения анализатора позволяет работать 24 ч 7 дней в неделю.

Встроенный акселерометр заметно облегчит работу, он будет поворачивать экран удобной для работающего стороной независимо от положения анализатора.

Следует обратить внимание на наличие док-станции. Одна удобная станция для всего: зарядки аккумуляторов, передачи данных на ПК, диагностики, а еще это и просто место хранения.

Наличие фотоколлиматора поможет, если надо проанализировать мелкую деталь или сварной шов: следует просто навести видеоприцел прибора на нужное место. Минимальное анализируемое пятно 1,2 мм.

В конце концов при выборе прибора просто возьмите анализатор в руку, почувствуйте вес и балансировку. Ведь вам работать на нем не один год.

### БЕЗОПАСНОСТЬ

Это последний, но не по значимости фактор, на который стоит обратить внимание.

Следует спросить у поставщика сертификат радиационных испытаний или же просто измерить фон прибора переносным дозиметром.

Главное правило: в зоне курка и в 10 см от места касания образца анализатором фон не должен превышать 0,1–0,2 мкЗв/ч.

Датчик присутствия образца отключает трубку в случае неправильного использования. Он бывает трех видов: инфракрасный, физический (кнопка) и детекторный. В реальных производственных условиях инфракрасный и физический датчики не применимы, ведь не всегда образец представляет собой лист нержавеющей стали. Попробуйте, например, померить проволоку таким датчиком. Именно по этой причине их заклеивают изолентой или просто выключают. Датчик же, основанный на показаниях детектора, отключить нельзя, и в случае «выстрела в воздух» он отключит трубку до того, как фон на расстоянии 3 см от окна превысит допустимую норму.

Теперь осталось искать, тестировать и выбирать! И мы облегчим вам задачу.

Все перечисленные положительные качества и достоинства объединены в одном приборе серии Delta от Olympus. Это 7-е поколение анализаторов, выпущенное под маркой Olympus, и все новые доработки сделаны на основе замечаний потребителей.

Так почему бы не начать поиск лучшего анализатора лома с Delta, тем более что скорее всего на нем он и закончится! ■

# ЭРГОНОМИКА И ЭКОНОМИКА СЕГОДНЯШНЕЙ ПОЛЕВОЙ РАДИОГРАФИИ



**КРАСИЛЬНИКОВ**  
**Сергей Борисович**  
Генеральный директор,  
ООО «Синтез НПФ»,  
Санкт-Петербург



**ПАНТЕЛЕЕВ**  
**Виктор Алексеевич**  
Генеральный директор,  
ООО «Рентген Мед»,  
Санкт-Петербург



**ПЕТРИВ**  
**Роман Богданович**  
Менеджер по продажам,  
ООО «Синтез НПФ»,  
Санкт-Петербург

От современных полевых аппаратов для радиографии сварных швов трубопроводов сегодняшний дефектоскопист ожидает получить не только минимальные габариты и массу, но и больший уровень безопасности, а в конечном итоге — возможность существенного повышения производительности труда в суровых полевых условиях. Казалось бы, эта тенденция сравнительно удачно воплощается на практике только при контроле труб малого диаметра. А для контроля сварных швов труб большого диаметра требуются мощные аппараты с напряжением на аноде 250–300 кВ, причем желательнее аппараты постоянного потенциала как более эффективные. Используемые в этом случае импортные аппараты, например, с самовыпрямлением тока на рентгеновской трубке семейства ICM или же аппараты постоянного потенциала, такие как из семейств Eresco и Yxlon, имеют существенные недостатки. Во-первых, масса только моноблока такого аппарата составляет 20–33 кг. Во-вторых, необходимо обеспечивать электропитание аппарата от мощного источника переменного тока на-

пряжением 220 В, что в полевых условиях обеспечивается применением переносного бензинового генератора массой 20–25 кг. Это переводит аппарат из разряда портативных в труднотранспортбельные. В-третьих, корпуса такой электроустановки в соответствии с ПУЭ необходимо заземлять, что в условиях вечной мерзлоты бывает практически невозможно, поскольку лед и замерзшая земля — изоляторы. Да и перемещать комплект такого оборудования от шва ко шву одному человеку не под силу..

Те, кто никогда не работал сам и даже не наблюдал за работой специалистов по рентгенографии в реальных условиях северной стройки (причем неважно в какое время года, «курортными» условия там не бывают никогда), могут возразить, что есть решения проблемы. Они приводят в пример различные образцы оборудования, эффектно представляемые производителями и поставщиками на залитых светом выставочных стендах и описанные в научных/научно-популярных докладах на различных научно-технических конференциях. Однако,

на практике оказывается, что большинство предлагаемых устройств не адаптированы к реальным трассовым условиям и требуют специальной высокой квалификации эксплуатирующего персонала.

В климатических условиях нашей страны температуры  $-40^{\circ}\text{C}$  и даже ниже не являются причинами для остановки строительства. Работа продолжается и при таких условиях. При этом строители используют специально разработанную технику, эти же требования предъявляются и к полевым рентгеновским аппаратам.

Известно, что нижняя предельная температура эксплуатации всех зарубежных рентгеновских аппаратов составляет величину не ниже  $-30^{\circ}\text{C}$ , что вынуждает дефектоскопистов содержать и перевозить эти аппараты в теплом помещении (кабине автомобиля) вплоть до момента включения. Эргономика аппаратов помимо значительного веса приборов также под вопросом — и управление не очень простое — более 20 кнопок, а экраны индикаторов, имея слабую подсветку, «слепнут» на солнце; и отсутствуют надежные решения по креплению моноблоков на объектах контроля (например, на трубах) — изготовители аппаратов таких приспособлений не выпускают.

Сегодня для применения в традиционной радиографии созданы высокочувствительные типы пленок. Кроме того, в последние годы значительный прогресс наблюдается в практике применения цифровых средств регистрации излучения. То есть появляется возможность использовать аппараты с меньшей мощностью, но обладающие меньшим размером фокусного пятна, что очень важно при их использовании с плоскочувствительными детекторами. При



попытках использования в традиционных аппаратах новых модификаций трубок с малым фокусным пятном и, соответственно, с малой мощностью на аноде, габариты и масса этих аппаратов остаются прежними, а цена в результате модифицирования становится еще более высокой.

Специалисты компании ООО «Синтез НПФ» ведут разработки в области рентгеновской техники и производят портативные рентгеновские аппараты уже более 15 лет. Многим известны аппараты семейства «РПД» и «Бастион» нашей разработки, но это разработки пятнадцатилетней давности и эти приборы уже не отвечают современным требованиям. К настоящему времени нами разработан и выпускается новый модельный ряд современных легких портативных рентгеновских аппаратов с микропроцессорным управлением, полностью адаптированных к климатическим условиям нашей страны. Они работают в диапазоне с напряжением на аноде до 250 кВ при токе анода до 3 мА. Это семейство аппаратов серии 0,3 СБК сегодня включает в себя модели: 0,3 СБК 160, 0,3 СБК 160 С, 0,3 СБК 160 С РК, 0,3 СБК 200 С, 0,3 СБК 200 С РК, 0,3 СБК 200 СП, 0,3 СБК 200 СП РК, 0,3 СБК 250 С и 0,3 СБК 250 С РК. Индекс С в названии аппарата означает «северный», эта модификация предназначена для работы в диапазоне температур от  $-40^{\circ}\text{C}$ , каждый такой выпускаемый аппарат испытывается в низкотемпературной климатической камере.

Моноблоки аппаратов выполняются во взрывобезопасных, маслonaполненных герметичных цилиндрических корпусах, имеют малые габариты и массу ( $\varnothing 120$  мм при длине 508–635 мм, 5–8 кг в зависимости от модификации). В модификациях 0,3 СБК 160 С и 0,3 СБК 160 С РК используется рентгеновская трубка с уникальным малым размером фокусного пятна  $0,8 \times 0,8$  мм. В модификациях с индексом РК функция программирования аппарата передана в блок питания и управле-



*Рентгенография сварного шва трубопровода. Моноблок аппарата 0,3 СБК 160 С закреплен на объекте контроля с помощью патентованного магнитного устройства крепления на трубе*



*Демонстрация новинок на стенде ООО «Синтез НПФ» во время VI отраслевого совещания «Состояние и основные направления развития неразрушающего контроля качества сварных соединений объектов ОАО «Газпром» в Минске, сентябрь 2015 г.*

ния (пульт дистанционного управления совмещен с блоком питания и управления), а управление аппаратом может осуществляться дистанционно по радиоканалу с помощью брелока радиуправления на расстояниях до 100 м.

В аппаратах семейства 0,3 СБК удалось конструктивно эластично закрепить отечественную стеклянную рентгеновскую трубку внутри моноблока так, что обеспечило на практике высокую живучесть моноблока при ударных и вибрационных воздействиях. Приме-



Комплект аппарата 0,3 СБК 160 С вместе с кабелями легко помещается в двух инструментальных ящиках, каждый весом около 7 кг



Магнитное устройство крепления на трубу позволяет устанавливать моноблок на трубу диаметром от 108 мм

ненные новые запатентованные технические решения в конструкции позволяют аппаратам семейства эффективно эксплуатироваться как в Алжире, так и на полуострове Ямал.

Мы часто бываем «в поле» и хорошо знаем условия труда дефектоскопистов, поэтому существенное внимание уделяем разработке вспомогательных устройств, предназначенных для максимального упрощения и облегчения их работы. Именно на основе полевого опыта были разработаны оригинальные запатентованные устройства крепления моноблоков на трубах (магнитное, ремешное), а также адаптеры для питания аппаратов от различных источников — сети 220 В переменного тока, аккумуляторного источника автономного питания и автомобильных аккумуляторов с напряжением 12 и 24 В. Естественно, все эти устройства также работают при  $-40^{\circ}\text{C}$ . При использовании низковольтного питания в соответствии с ПУЭ не требуется заземление блоков аппарата. Кроме того, мы разработали и предлагаем использовать при просвечивании специальные легкие коллиматорные муфты, позволяющие примерно на порядок уменьшить фон рассеянного излучения от объекта контроля, тем самым су-

щественно уменьшить дозовую нагрузку на персонал.

Модели аппаратов семейства 0,3 СБК унифицированы между собой на 80 %. Конструкция аппаратов обеспечивает возможность обезличенной замены любого блока и кабеля в каждой из моделей. Программа микропроцессорного устройства аппарата обеспечивает простое и безошибочное управление аппаратом всего лишь тремя кнопками, а также функцию автоматической тренировки трубки. Любой из аппаратов семейства имеет функцию дистанционного управления по интерфейсу RS-485, что позволяет без какой-либо доработки использовать аппарат в любых автоматизированных системах контроля, в том числе рентгентелевизионных.

В большинстве случаев аппараты семейства СБК выгодно отличаются и с успехом заменяют всем хорошо известные модели импульсных аппаратов. К тому же срок службы аппарата, имеющего трубку с накаливаемым катодом, на порядки превышает ресурс работы любого импульсного аппарата, мощность на аноде в 6–10 раз превышает мощность на аноде любого импульсного аппарата.

В 2015 г. нами начата акция по предоставлению расширен-

ной двухгодичной гарантии тем пользователям, которые на регулярной основе направляют нам отзывы о режимах работы наших аппаратов в реальных полевых условиях. Полученный опыт эксплуатации мы будем использовать для модернизации аппаратов и программ их управления, а также в обобщенном виде публиковать на нашем сайте типовые режимы эксплуатации аппаратов при использовании с различными пленками и экранами.

Аппараты семейства 0,3 СБК продолжают совершенствоваться и адаптироваться для специальных применений. В январе 2015 г. в ЦНИИТМАШ были успешно завершены испытания, и аппараты семейства 0,3 СБК получили положительное заключение на использование в атомной промышленности РФ.

В заключение хочется ответить на, вероятно, уже возникший у читателя вопрос — сколько же стоят производимые нами аппараты? Цена, конечно, зависит от комплектации. Однако стоимость комплекта нашего оборудования всегда ниже стоимости только одной металлокерамической рентгеновской трубки зарубежного аппарата. ■



## Семейство портативных рентгеновских аппаратов постоянного потенциала

**0,3 СБК 160 С**

**0,3 СБК 200 С**

**0,3 СБК 250 С**

Модификация с управлением по кабелю

Моноблоки с поручнями

Модификация с управлением по радиоканалу



Пульт дистанционного управления (ПДУ) для модификаций **160 С, 200 С, 250 С**  
 Габариты: 155 × 100 × 30 мм  
 Вес 0,4 кг



Блок питания и управления (БПУ) северного исполнения для модификаций **160 С, 200 С, 250 С** (-40° ÷ +40° С)  
 Габариты: 273 × 185 × 157 мм  
 Вес 3,9 кг



**0,3 СБК 160 С** – Ø120 × 508 мм, вес 5,5 кг  
**0,3 СБК 200 С** – Ø120 × 590 мм, вес 7,0 кг  
**0,3 СБК 250 С** – Ø120 × 635 мм, вес 7,9 кг



**160 С РК, 200 С РК, 250 С РК**  
 Габариты: 55 × 30 × 12 мм. Вес 0,02 кг  
 Дальность управления аппаратом по радиоканалу в пределах прямой видимости не менее 100 м



Блок питания и управления (БПУ) северного исполнения (-40° ÷ +40° С) с управлением по радиоканалу для модификаций **160 С РК, 200 С РК, 250 С РК**  
 Габариты: 273 × 185 × 157 мм. Вес 3,9 кг

## Разборные рентгенозащитные кабины и ворота

**КРЗ-225 2200 × 2200 × 2200**  
*U<sub>a</sub> max = 225 кВ*

**КРЗ-160 1500 × 1000 × 1200**  
*U<sub>a</sub> max = 160 кВ*

**ВРЗ 2050 × 1700**  
*U<sub>a</sub> max = 300 кВ*



**КРЗ-300 1200 × 400 × 400**  
*U<sub>a</sub> max = 300 кВ*



Изделия собираются «под ключ» на площадке Заказчика. Сдаются с полным комплектом разрешительных документов

# ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ VOLUME GRAPHICS ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ В ПРОМЫШЛЕННОЙ ТОМОГРАФИИ



**БОНДАРЕВ Олег Юрьевич**

Президент, Промышленная ассоциация  
«МЕГА» в области технической диагностики,  
Москва

Немецкая компания Volume Graphics GmbH – ведущий мировой разработчик программного обеспечения для анализа и визуализации данных компьютерной томографии (КТ) в промышленности и науке. Линейка продукции Volume Graphics для промышленной и научной компьютерной томографии включает в себя пять программных приложений: VGStudio MAX, VGStudio, VGMetrology, VG InLine и myVGL.

Самая мощная программная платформа, позволяющая пользователю анализировать, измерять, разделять и сравнивать наборы объемных данных, – это VGStudio MAX.

Кратко достоинства VGStudio MAX можно охарактеризовать так:

- позволяет пользователям проводить материальный и геометрический анализ объемных данных (данных КТ) с помощью одного единственного программного приложения;
- поддерживает комбинированную обработку данных КТ, облака точек, данных о сетке и CAD-данных;
- предлагает программные инструменты для непосредственной обработки объемных данных – нет необходимости конвертировать объемные данные в другие форматы, такие как облако точек и поверхностная сетка (каркас). Подобная прямая обработка минимизирует неточности проводимых измерений и снижает время обработки данных, что особенно важно в массовом контроле и при совмещении КТ с производственной линией;
- поддерживает макросы, шаблоны контрольных мероприятий и «особые зоны» для эффективного массового контроля при серийном производстве;
- четко определяет поверхности в пределах объемного элемента. Самая большая точность в отрасли, поз-

воляющая, например, использовать приложение в метрологии;

- обладает уникальными инструментами для деления на сегменты, позволяющими разделить весь объем данных на отдельные материалы и геометрические элементы.

## Анимационные возможности

Непревзойденная и получившая различные награды технология 3D- и 2D-визуализации в VGStudio MAX нашла широкое применение на телевидении и в СМИ. Всего несколько кликов мышкой – и изображение разделится на отдельные сегменты, после чего с помощью дополнительной опции «картинка в картинке» можно проиллюстрировать точное положение каждого конкретного элемента трехмерной модели. А новая функция Object Explorer позволяет быстро создавать анимации взрывных диаграмм разделенных на сегменты объектов.

## Неплоские виды и опция Thick Slab

С VGStudio MAX 2D-виды – это уже не простые плоские срезы объемных изображений. В режиме Non-Planar View («Неплоский вид») для круглых объектов и даже для объектов неправильной формы можно сделать развертку и спроецировать их относительно плоскости в «плоском» 2D-виде. Цилиндрический объект, например, можно рассматривать как множество «разверток» каждой из секций объекта (рис. 1).

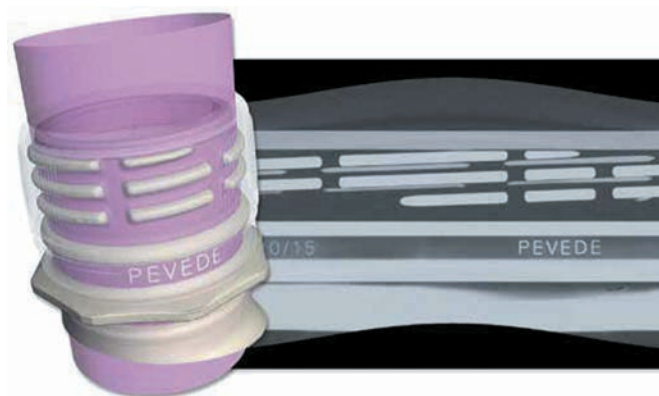


Рис. 1. Развертка цилиндрической поверхности бутылочного горлышка – «плоский» вид объемного изображения

Опция просмотра 2D-изображений Thick Slab View позволяет представлять объект в виде множества «срезов» с заданной толщиной в проекционном режиме (максимальном, минимальном и среднем).



### Инструменты для деления на сегменты

VGStudio MAX поставляется с набором мощных инструментов для деления на сегменты, позволяющих разделить набор данных на несколько так называемых областей интереса, как правило, состоящих из разных компонентов, материалов и т.п. Разделение на сегменты – это основа многих аналитических проектов.

Например: нужно провести анализ пористости/наличия включений на прессованной детали. Очевидно, что для этого следует измерить объем пор и включений. И тут на помощь приходят инструменты для деления на сегменты: с их помощью выделяется область интереса, внутри которой и проводится анализ.

### Автоматизированный контроль с использованием VGStudio MAX

Для пользователей, которым нужно проверять серийно изготавливаемые детали на соответствие определенным стандартным характеристикам, VGStudio MAX предлагает целый набор инструментов, позволяющих проводить даже самый сложный анализ в автоматическом режиме.

Сложные аналитические процедуры можно сохранить как макрос. Кроме того, сложные схемы измерений или параметры анализа (например, анализ пористости или анализ направления волокон) можно сохранить в качестве шаблонов.

Для серий данных КТ, например, деталей, полученных литьем под давлением, доступна пакетная обработка в VGStudio MAX. Пакетная обработка данных использует макросы и шаблоны и позволяет автоматически обрабатывать большие серии данных без вмешательства пользователя.

Volume Graphics предлагает набор разработчика SDK, который можно интегрировать в управляющее ПО КТ-сканера. Встроенный набор разработчика позволяет использовать отсканированные данные VGStudio напрямую, как проект VG. Кроме того, можно применять макросы, например проводить автоматизированный контроль, начиная от простого анализа толщины стенки или обнаружения формовочного песка в отливках и заканчивая сложными процедурами контроля, включающими в себя анализ материала и сложный геометрический анализ деталей.

Если использовать VGStudio MAX с несколькими разными аналитическими модулями, можно проводить так называемый комбинированный анализ. Эта опция принимает в расчет результаты одного анализа при выполнении другого анализа с использованием другого модуля. Таким образом можно, например, провести сначала анализ толщины стенки, а затем объединить его с анализом пористости/наличия включений. Благодаря этому обнаруженный дефект будет проклассифицирован не только по размеру, но и по отношению к толщине стенки в месте нахождения дефекта.

Таким же образом можно объединить и анализ волоконных композитных материалов с анализом пористости/наличия включений, чтобы получить более достоверную картину качества детали.

### Дополнительные модули для расширения функционала

#### Модуль для анализа пенистых структур

Модуль для анализа пенистых структур предназначен для анализа пористых материалов, таких как пена или фильтрующие материалы. Его можно использовать, например, для сегментирования данных КТ по порам, по стенкам и контактными поверхностям, этот модуль предоставляет собой большое количество статистических данных для дальнейшего анализа (рис. 2). С помощью данного модуля пользователь может рассчитать размер пор, площадь поверхности, направление стенок и распределение толщин в порах пенного материала.

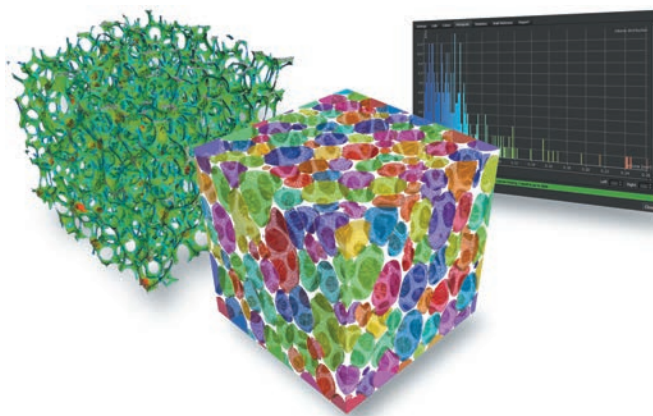


Рис. 2. Пример визуализации стенок и пор пенистой или любой другой подобной структуры с возможностью расчета необходимых характеристик

#### Модуль для расчета переноса (например, энергии, моментов, сил) в материале

Модуль для расчета переноса (например, энергии, моментов, сил) в материале – это результат проведенных VG серьезных научных исследований в области создания симуляций объемных объектов. Данный модуль рассчитывает физические свойства материала методом численного моделирования и, таким образом, помогает определить количественные характеристики и провести анализ свойств материала в разных фазах (рис. 3). Благодаря данному модулю можно рассчитать такие свойства, как течение жидкости, диффузия частиц распада, электрический заряд (ток), передача тепловой энергии.

#### Модуль для номинальных/фактических сравнений

Модуль для номинальных/фактических сравнений позволяет напрямую сравнивать данные КТ/объемные данные с CAD или другими данными КТ/объемными данными, дает пользователю возможность установления допусков при проведении номинальных/фактических измерений для различных параметров, например отклонений (минимальных, максимальных, общих).

#### Модуль для анализа толщины стенки

С модулем для анализа толщины стенки области с недостаточной или избыточной толщиной стенки могут быть автоматически локализованы прямо на

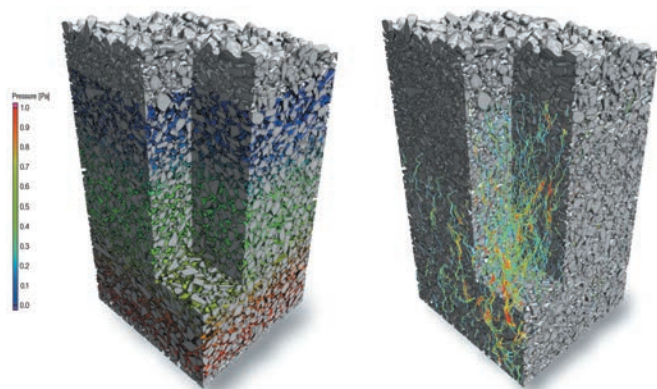


Рис. 3. Визуализация явления переноса (например, энергии, моментов, сил) в материале с использованием цветовой кодировки. Слева – давление, справа – визуализация линии тока

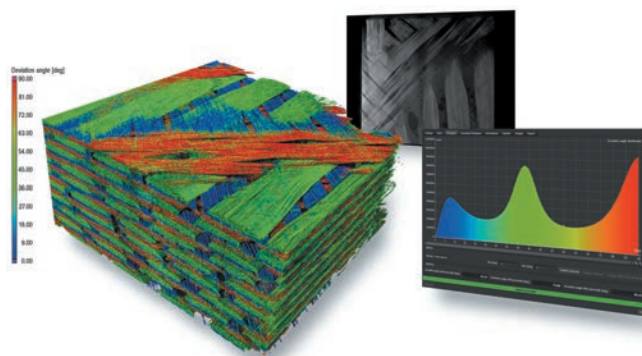


Рис. 4. Цветовая кодировка ориентации волокон в волокнистом композитном материале

данных КТ/объемных данных. Пользователь имеет возможность установления допусков при измерении толщины стенки (например, минимальной, максимальной, средней толщины, отклонений) и визуализации результатов анализа с применением цветовой кодировки.

#### Модуль для анализа пористости и включений

Модуль для анализа пористости и включений позволяет автоматически выявлять нарушения сплошности материала, такие как поры, отверстия и включения. С его помощью можно проводить предварительные тесты перед машинной обработкой по CAD-данным: если доступен CAD-файл детали после машинной обработки, VGStudio MAX может сделать виртуальную машинную обработку детали и автоматически рассчитать, где окажется пора – внутри или снаружи обработанной детали, а также какие поры будут вырезаны во время обработки. Все дефекты будут классифицированы на внутренние, внешние или вырезанные.

#### Модуль для анализа волоконных композитных материалов

Волоконные композитные материалы, такие как углепластик (CFRP) или стеклопластик (GRP), иг-

рают важнейшую роль в современном производстве. Данный модуль предоставляет много скрытой и подробной информации о внутренней структуре детали, например о локальной/глобальной ориентации и концентрации волокон, распределении длин волокон и др. (рис. 4).

#### Модуль для реконструкции данных КТ

Модуль для реконструкции данных КТ от Volume Graphics предназначен для прямого подключения КТ-сканера к уникальным аналитическим возможностям и визуализационным функциям VGStudio MAX. Данный модуль использует стандартный компьютер. С современными графическими процессорами или мультипроцессорными/мультиядерными системами модуль для реконструкции данных КТ может воссоздать данные любого объема.

Модуль для реконструкции данных КТ имеет уникальную функцию коррекции горизонтального центра вращения и функцию автоматической коррекции наклона оси (в плоскости детектора). Данные функции коррекции можно применять прямо к полученным данным реального КТ-скана. Предварительное сканирование «тестовых оболочек» больше не требуется. Данные функции коррекции повышают качество данных КТ и не зависят от КТ-сканера.

# ЖУРНАЛ ТЕРРИТОРИЯ NDT

ВЫХОДИТ 4 РАЗА В ГОД

И ЯВЛЯЕТСЯ БЕСПЛАТНЫМ ДЛЯ ЧИТАТЕЛЕЙ

ВСЕ ВЫПУСКИ ЖУРНАЛА НАХОДЯТСЯ В СВОБОДНОМ ДОСТУПЕ НА САЙТЕ

[www.tndt.idspektr.ru](http://www.tndt.idspektr.ru)



# программное обеспечение

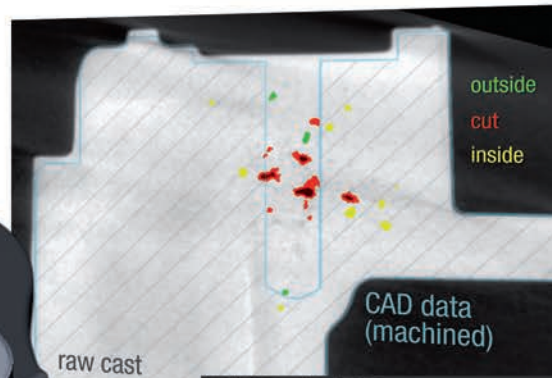
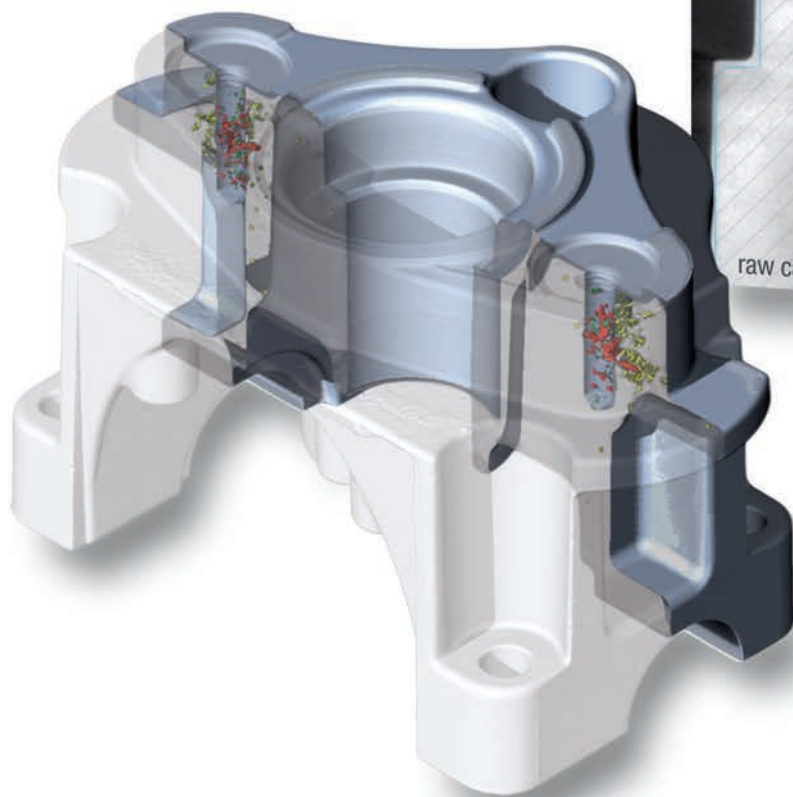


## VGStudio MAX

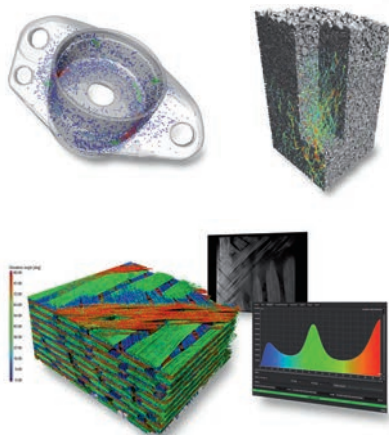
для анализа и визуализации данных компьютерной томографии



Самая мощная программная платформа, позволяющая анализировать, измерять, разделять и сравнивать наборы объемных данных



Layer	Material	Volume	Area	Perimeter	Centroid	Mass	Centroid	Centroid	Centroid	Centroid	Centroid
1	Aluminum	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12
2	Aluminum	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12
3	Aluminum	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12
4	Aluminum	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12
5	Aluminum	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12
6	Aluminum	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12
7	Aluminum	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12
8	Aluminum	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12
9	Aluminum	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12
10	Aluminum	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12



### Дополнительные модули для расширения функционала:

- Модуль для анализа пенных структур
- Модуль для расчета переноса в материале
- Модуль для номинальных / фактических сравнений
- Модуль для анализа толщины стенки
- Модуль для анализа пористости и включений
- Модуль для анализа волоконных композитных материалов
- Модуль для реконструкции данных компьютерной томографии

# РАЗВИТИЕ РАДИАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ



**ТРОИЦКИЙ Владимир Александрович**

Д-р техн. наук, профессор,  
президент УО НКТД,  
академик Международной академии по НК,  
Институт электросварки им. Е. О. Патона  
НАН Украины, Киев

Наиболее распространенным видом неразрушающего контроля качества сварных соединений, материалов и изделий является радиационный контроль. Он применим к изделиям из любых материалов, любой геометрии и толщины. Из-за наглядности результатов радиационным методам отдают предпочтение как при контроле качества сварных и паяных соединений, так и при обработке многих технологических решений. Этот метод используется для оценки достоверности других методов неразрушающего контроля.

В последние годы произошли существенные качественные изменения в возможностях радиационного неразрушающего контроля, прежде всего благодаря появлению новых многоэлементных полупроводниковых детекторов радиационных изображений, а также интенсивному внедрению средств получения, обработки и анализа цифровых изображений, которые наглядны, легко архивируются и передаются электронным путем. При использовании таких детекторов ионизирующее излучение, прошедшее через контролируемый объект и несущее информацию о внутренних его дефектах, с помощью электронных средств преобразуется в массив электрических сигналов, которые затем оцифровываются, обрабатываются и используются для формирования цифрово-

*Высокая эффективность флэш-радиографии с результатами на бумажных и электронных носителях информации без пленок и запоминающих пластин обеспечивает высокую производительность, низкую стоимость и возможность многоракурсного наблюдения в реальном времени внутренних дефектов сварных соединений. Описана портативная аппаратура для реализации данной технологии, переход на которую состоит только в замене расходных материалов (пленок, химикатов и пр.) на многоразовые твердые электронные преобразователи.*

го изображения контролируемого объекта. Цифровое изображение (ЦИ) содержит информацию о внутренней структуре объекта и может наблюдаться непосредственно во время просвечивания, т.е. в реальном времени. Такой метод радиационного контроля без расходных материалов и без промежуточных носителей информации с получением цифрового изображения в реальном времени называется флэш-радиографией [2]. Это фактически портативное рентгенотелевидение с электронной записью информации, которая без дополнительной оцифровки и расшифровки может быть передана заказчику, представлена в Интернете, заархивирована, записана на флэш-карту [11, 12].

Отличительной особенностью флэш-радиографии является отсутствие промежуточных носителей информации, радиографических пленок, полупроводниковых (п/п) запоминающих пластин с фотостимулируемой памятью. Распространенные сейчас технологии с промежуточными носителями информации требуют для подбора режима неоднократных операций экспонирования, выделения информации, обработки и дорогих технических устройств для оцифровки и считывания информации. Соответственно, отсутствие промежуточных носителей информации (пленок, полупроводниковых пластин) позволяет на порядок повысить производительность и значительно снизить стоимость контроля качества.

Изучение внутренних дефектов объекта с помощью портативной рентгенотелевизионной техники с цифровой обработкой изображений

принципиально изменяет технологию радиационного неразрушающего контроля. В последнее время цифровое изображение (ЦИ) оптическое и радиационное все чаще используется в дефектоскопии. Аппаратно-программные комплексы обработки, оцифровки рентгеновских пленок, дающие цифровые изображения, находят все большее распространение [3–7]. Цифровые изображения получают и с помощью запоминающих пластин, применяемых вместо рентгеновских пленок. Приемы и алгоритмы обработки ЦИ для трех вариантов радиационного контроля (рис. 1–3) являются общими. Это важное направление в современной радиационной дефектоскопии. Сейчас чаще всего цифровое изображение получают оцифровкой рентгенограмм. Реже его получают при обработке скрытого изображения, считываемого с запоминающих пластин многоразового использования. Точно такой результат может быть получен от цифровых детекторов флэш-радиографии без дополнительных расходов, связанных с промежуточными носителями информации.

Полученное любым из трех указанных способов цифровое изображение должно быть одинаково интерпретировано. Результаты обработки ЦИ-радиографии должны быть не хуже по чувствительности и разрешающей способности, чем результат, получаемый на негатоскопе от радиографической пленки. О качестве изображения судят по изображениям стандартных эталонных образцов. На ЦИ они должны быть идентичны изображениям стандартных эталонов на



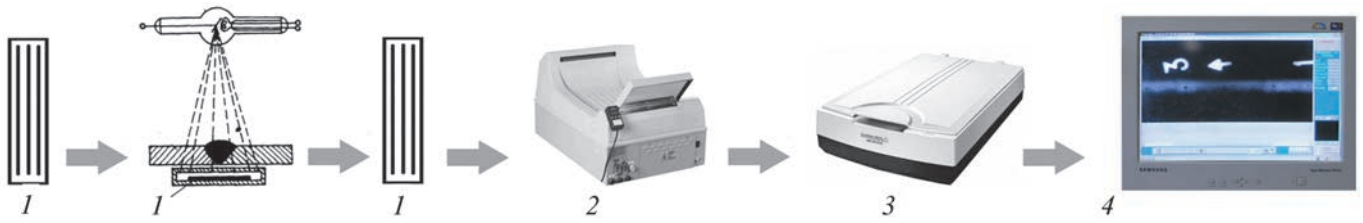


Рис. 1. Традиционная схема радиографического контроля с использованием пленки и оцифровки рентгенограмм:

1 – кассета с рентгеновской пленкой; 2 – процедура обработки рентгеновской пленки; 3 – сканирование снимков; 4 – цифровое изображение

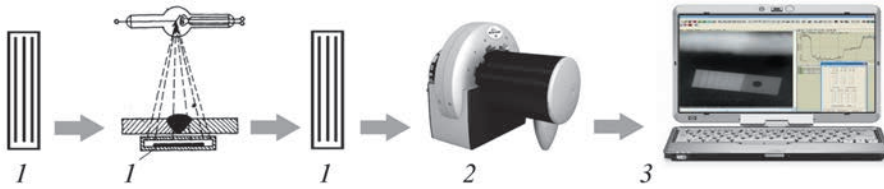


Рис. 2. Схема технологии просвечивания с использованием запоминающей пластины:

1 – кассета с запоминающей пластиной; 2 – считывание информации с пластин; 3 – цифровое изображение

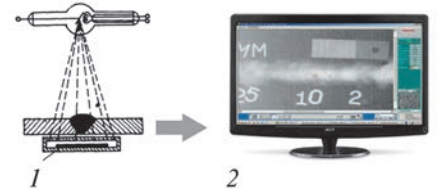


Рис. 3. Схема просвечивания без промежуточных носителей информации:

1 – твердотельный флэш-преобразователь; 2 – цифровое изображение

рентгеновских пленках, рассматриваемых на негатоскопе.

Технологии (см. рис. 1–3) получения ЦИ-результатов радиационного контроля в электронном виде разные, но принципы обработки и последующей расшифровки этих изображений одинаковые [1–8].

На рис. 1 приведена классическая технологическая схема получения ЦИ за счет оцифровки пленочных рентгенограмм. Эта традиционная технология распространена во всех отраслях промышленности. Она требует подготовки кассеты с пленкой и экранами. После просвечивания следуют процедуры химической обработки, сушки пленки, считывания информации на негатоскопе и оцифровывания результатов с помощью соответствующего компьютерного комплекса. Этой технологией пользуются в основном для компактного архивирования результатов НК в электронном виде и для получения дополнительной информации, что недостижимо без оцифровки.

На рис. 2 приведена схема более совершенной технологии получения цифровых изображений на основе запоминающих пластин. По сравнению с предыдущей схемой получения ЦИ данная технология обеспечивает возможность многократного использования промежуточного носителя информации (запоминающей пластины). Здесь отсутствует процесс проявки. Это уско-

ряет контроль, но не удешевляет его, поскольку требует более высокой квалификации персонала, много времени на вспомогательные операции и дорогого считывающего оборудования. Часто запоминающие пластины имеют собственные дефекты. Печальный опыт применения этой технологии в нефтегазовой промышленности описан в работе [8]. Опуская подробности недостатков этого метода, следует отметить появление технологии «сэндвич», при которой просвечивание проводят одновременно и на пленку, и на запоминающую пластину.

Высоко оценивая возможности получения дополнительной информации при обработке ЦИ и проблемы оцифровки пленочных изображений, мировые производители пленки, такие фирмы, как Agfa, Fudje, Kodak и др., пошли по пути замены пленки на запоминающие полупроводниковые пластины многократного использования. Для реализации этой технологии создана разнообразная аппаратура. В свое время в ИЭС им. Е.О. Патона было потрачено много времени на внедрение селеновых пластин и других промежуточных носителей информации. Все эти технологии с многократными носителями информации не получили массового распространения по двум основным причинам – из-за дорогого оборудования и необходимости высокой квалификации персонала.

На рис. 3 приведена схема технологии мгновенной (флэш) цифровой радиографии на основе флюороскопических и твердотельных детекторов. Это самый быстрый и самый дешевый способ получения цифрового изображения в электронном виде, не требующий обрабатывающего и считывающего оборудования и соответствующего вспомогательного времени.

Оба вида беспленочного радиационного контроля (см. рис. 2, 3) могут давать результаты лучше, чем результаты оцифрованного изображения, полученного с помощью рентгеновской пленки.

Качество рентгеновского изображения определяется по эталонам чувствительности (ГОСТ 7512–82). Классификация сварных соединений по результатам радиографического контроля осуществляется по ГОСТ 23055–78. Известно, что чем больше плотность почернения, тем больше экспозиция, тем больше информации содержит экспонированная пленка. Поэтому для оцифровки плотных пленок, получения более информативных их цифровых изображений (ЦИ) нужен хороший сканер. Распространенные считывающие устройства, недорогие сканеры, не могут обеспечить высокого качества оцифровки рентгеновских снимков, если их относительная плотность почернения выше трех. Все попытки получения удовлетворительных ЦИ от более плотных

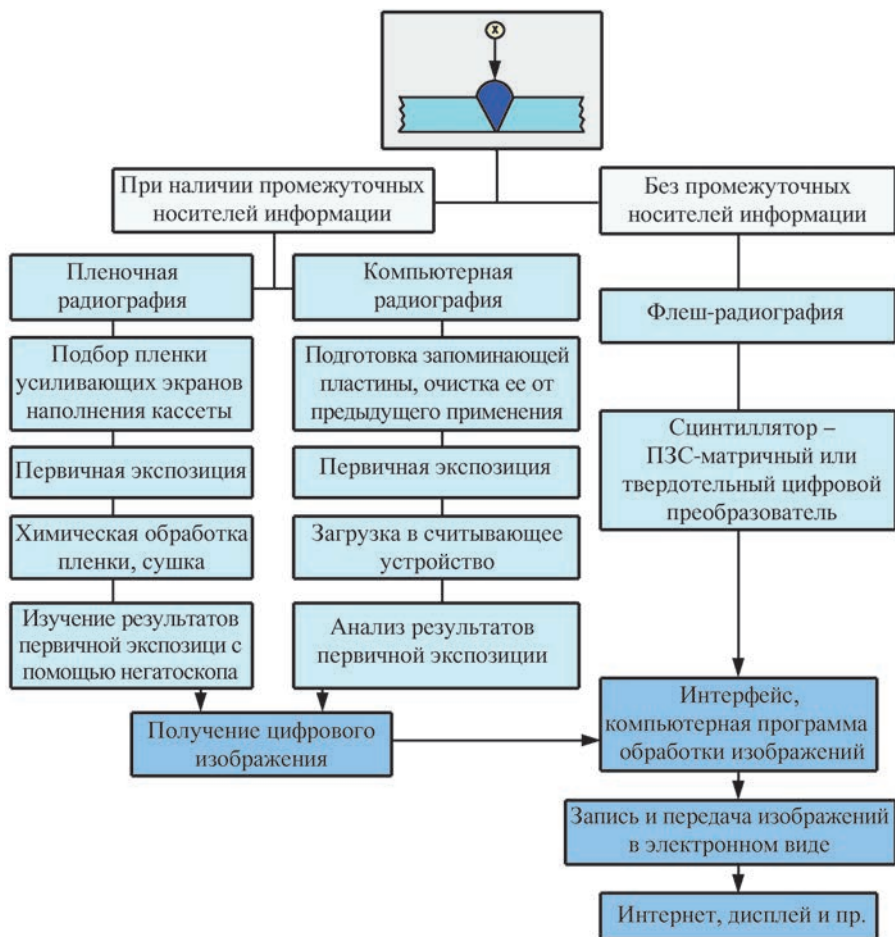


Рис. 4. Структурная схема технологических процедур получения результатов радиационного контроля в электронном виде при пленочной (см. рис. 1), компьютерной (см. рис. 2) и флэш-радиографии (см. рис. 3)

пленок не увенчались успехом. Поэтому в пленочном варианте (см. рис. 1) удовлетворительное ЦИ возможно, если оптическая плотность пленок находится только в диапазоне 1,5–2,5. При таких значениях шумы оцифровщика не вносят непоправимых искажений в ЦИ. Опыт оцифровки пленочных снимков с плотностью порядка 3–3,2 уже показывает неудовлетворительные результаты, трудно воспроизводится тонкая информация. Например, теряются изображения мелких пор диаметром менее 0,2 мм, трещины с малым раскрытием. Таким образом, оцифровка пленок имеет существенные ограничения. Часть дефектов, обнаруживаемых с помощью негатоскопа, не обнаруживаются на ЦИ. Это существенный недостаток традиционной пленочной радиографии, практически непреодолимый в реальном производстве.

Беспленочные технологии по схемам рис. 2, 3 не имеют этого недостатка, они отличаются большим динамическим диапазоном, что расширяет возможности неразрушающего контроля. Опыт анализа ЦИ по технологическим схемам рис. 2 и 3 подтвердил, что выявляемость мелких пор, трещин и различных включений в сварных соединениях превышает информацию о них на пленке. Особенно велики перспективы технологии по рис. 3 на основе твердотельных или оптоэлектронных преобразователей, где после компьютерной обработки ЦИ есть возможность получения чувствительности до 0,1% и изучения объекта в движении. При этом повышается выявляемость дефектов за счет того, что человеческий глаз лучше различает движущиеся мелкие образы, чем в статике. При отсутствии промежуточных носителей

информации во время просвечивания по схеме рис. 3 можно изменять направление просвечивания, т.е. присутствует томографический эффект. Для трех технологий, изображенных на рис. 1–3, полученное ЦИ легко архивируется, передается по Интернету. Расход времени, стоимость получения информации по представленным технологическим схемам ориентировочно соотносятся как 10:5:1, а стоимость оборудования для этих целей – как 5:20:1. Эти данные свидетельствуют о перспективах. В скором времени обнаружение коррозионных поражений внутренних дефектов с помощью портативной аппаратуры флэш-радиографии станет обязательным для всех нефтегазовых вспомогательных трубопроводов, которые в настоящее время практически не контролируются, так как пленочный рентгеновский контроль стоит дорого, а ультразвуковой ненадежен из-за малых толщин, низкой производительности и большой кривизны поверхности.

На рис. 4 приведены структурные схемы получения цифровых изображений радиационного контроля в электронном виде по трем описанным технологиям (см. рис. 1–3). Процедуры этих технологий различаются между собой до получения цифрового изображения, а обработка ЦИ по всем трем схемам применяется одна и та же. Следовательно, и расходы на реализацию процедур и на оборудование различаются до получения ЦИ.

Общим недостатком первых двух технологий с промежуточным носителем информации (см. рис. 1, 2) является неочевидность правильности назначенного первичного режима просвечивания, необходимость повторного, подчас неоднократного, просвечивания для нахождения оптимальных значений анодного напряжения, времени экспозиции, фокусного расстояния, а также вспомогательных процедур с промежуточными носителями информации. Обычно оператору при работе с новым, не известным ему объектом необходимо правильно подобрать режим просвечивания и процедуры с промежуточными носителями информации. Чаще всего это делается под-



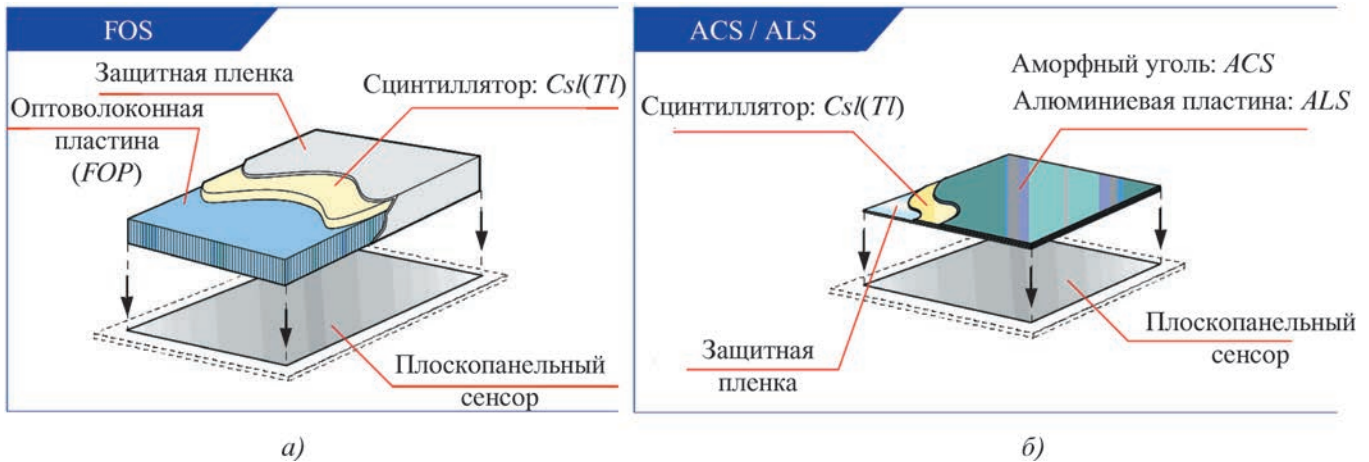


Рис. 5. Варианты исполнения плоскопанельных детекторов фирмы Hamamatsu Photonics:

а – конструкция, в которой изображение с экрана на сенсор переносится с помощью волоконно-оптической пластины; б – конструкция с непосредственным расположением сцинтилляционного экрана на сенсоре (ПЗС-матрице)

бором, неоднократным просвечиванием, т.е. с повторением всех подготовительных операций перед просвечиванием. Важнейшим преимуществом технологии, представленной на рис. 3, является возможность в процессе просвечивания наблюдать за изменениями изображения на экране монитора. Так определяют оптимальные режимы. Кроме того, имеется возможность многоракурсного изучения образа внутреннего дефекта. При этом режимы просвечивания непрерывно уточняются, поскольку при этом изменяется лучевая толщина.

Особый интерес представляют технологии на основе небольших, в несколько квадратных сантиметров, твердотельных цифровых электронных преобразователей. Они не имеют ограничений, связанных с размерами кассет, экранов, запоминающих пластин. Мобильные преобразователи могут свободно перемещаться по поверхности объекта. Такие возможности заложены в диагностику широко применяемых на практике [13] больших таможенных объектов, которые могут быть неограниченных размеров. Контролировать подобные объекты с помощью промежуточных носителей информации (пленок, запоминающих пластин) практически нереально [13]. Миниатюрные твердотельные преобразователи могут облегчать конструкции различной формы. Изображения от отдельных небольших

преобразователей сшиваются в общее изображение объекта сложной формы.

При флэш-радиографии все главные параметры (фокусное расстояние, экспозиция, анодное напряжение и ток) можно варьировать, наблюдая за изменениями изображения на экране монитора в реальном времени. Это существенно сокращает время и расходные материалы. Кроме того, собственные артефакты пленок, экранов, запоминающих пластин, кассет в технологиях с промежуточными носителями информации трудноудаляемы и плохоопределимы. В случае изучения изображения в реальном времени, т.е. по технологии, показанной на рис. 3, при возможности варьирования параметрами режима контроля артефакты детектора легко выявляются и в дальнейшем удаляются. Имеются алгоритмы работы с электронными изображениями, предусматривающие накопление и вычитание отдельных фрагментов в ЦИ.

Сравнению качества изображения, получаемого от различных детекторных систем, посвящена работа [3] проф. А.А. Майорова. Он отмечает, что для технологий без промежуточных носителей информации разработаны методики калибровки, вычитания собственных шумов преобразователей. Таким образом контактную чувствительность улучшают настолько, что удается отмечать изменения 1/1000 радиационной толщины, тогда как

для лучших пленок класса С1 по европейскому EN 584-1 и американскому ASTM E 1815 стандартам может быть достигнут лучший контраст 1/100.

В США, Японии и других странах ведутся интенсивные работы по совершенствованию твердотельных электронных преобразователей, мобильных рентгентелевизионных дефектоскопов, которые вытесняют ультразвуковую технику благодаря лучшим дефектоскопическим возможностям. Эта тенденция со временем придет и в другие страны. Поэтому важно начинать изучать технологические возможности флэш-радиографии. Многие фирмы производят различные сцинтилляционные панели. Значительная часть таких устройств описана в работе [4]. ИЭС им. Е.О. Патона НАНУ сотрудничает с фирмой Hamamatsu Photonics (Япония). На рис. 5 показаны два принципа построения твердотельных детекторов этой фирмы, а в таблице приведены характеристики некоторых из них.

В США, Японии и Европе уже десятки фирм производят твердотельные цифровые преобразователи практически для любых задач радиационного контроля. На рис. 6 показан процесс изучения коррозионного поражения трубопровода с помощью твердотельного преобразователя типа DRP2020NDT [16], обеспечивающего беспроводную передачу цифрового изображения на монитор оператора.

## Характеристики сцинтилляционных панелей Csl (TI) фирмы Hamamatsu

Панель	Тип панели	Размер, мм	Эффективная площадь, мм	Толщина подложки, мкм	Толщина сцинтиллятора, мм	Относительный световой выход, % типового значения	ЧКХ, пар лин./мм
FOS	J6673	50×10	47×7	3	150	70	10
	J6673-01				150	40	
	J6677	50×50	47×47	3	150	70	10
	J6677-01				150	40	
ACS	J8734	50×50	48×48	0,5	150	125	10
	J8734-01				150	150	
	J8977	468×468	440×440	2	600	250	3
ALS	J8977	50×50	48×48	1	150	70	10
	J9857	468×468	440×440	1	600	150	3

В таблице приняты следующие обозначения:

- FOS (Fiber Optic Plate with Scintillator) – оптоволоконная панель со сцинтиллятором;
  - ACS (Amorphous-Carbon Plate with Scintillator) – пластина из аморфного углерода со сцинтиллятором;
  - ALS (Aluminum Plate with Scintillator) – алюминиевая пластина со сцинтиллятором.
- В таблице за 100 % приняты значения соответствующих параметров экрана Lanex-R. Световой выход и частотно-контрастную характеристику (ЧКХ) измеряли с помощью ПЗС-матрицы с объективом при напряжении на рентгеновской трубке 60 кВ, использовали алюминиевый фильтр толщиной 1 мм.

## Технические характеристики цифрового радиационного преобразователя DRP2020NDT

Размеры (толщина×ширина×длина), см ..... 2,2×29,5×36  
 Масса, кг ..... 3,7  
 Источник питания ..... 110–240 В, 215 Вт  
 Температурный диапазон, °С ..... 10–40  
 Соединение с компьютером ..... USB 2.0, LAN  
 Класс безопасности ..... IP 65  
 Активная рабочая зона, мм ..... 204,8×204,8  
 Разрядность оцифровки, бит ..... 14 или 16

Качество изображения [3, 10] характеризуется специфическими показателями. Вот некоторые из них:

- базовое пространственное разрешение SRb измеряют с помощью эталона с двойными проволочками (EN 462-5), оно равно половине зарегистрированной нерезкости или эффективному размеру пикселя;
- разрешающая способность определяется расстоянием различных соседних элементов на изображении;

- пространственная частота – величина, обратная расстоянию различных соседних элементов на изображении, измеряемая в парах линий на миллиметр;
- нерезкость изображения имеет многофакторное происхождение из-за геометрических, проекционных обстоятельств, нерезкости детектора.
- отношение сигнал/шум (SNR) зависит от экспозиции и качества радиационного тракта. Это отношение увеличивается как корень квадратный из площади работающих пикселей;
- отношение контраст/шум (SNR) зависит от отношения сигнал/шум детектора и коэффициента поглощения материала объекта.

При сравнении возможностей отдельных методов радиационного контроля надо учитывать динамический диапазон. Это толщины объекта, доступные удовлетворительному анализу на одном изображении. Большой динамический диапазон дает существенные преимущества технологиям, представленным на рис. 2, 3, в сравнении с пленочной радиографией. Обычно большой динамический диапазон достигается за счет экспозицион-

ной дозы, что в пленочных системах ограничено относительной плотностью почернения 3...4. Далее при больших плотностях пленки становятся нечитаемыми. В случае цифровых детекторных систем (без промежуточных носителей) за счет компьютерных технологий «экспозиция», т.е. накопление информации, не имеет ограничений. При этом отношение сигнал/шум (SNR) растет как квадратный корень дозы. Это эквивалентно времени экспозиции или количеству усредненных изображений. Так достигается отношение SNR, равное нескольким тысячам, и высокое качество ЦИ. На практике этот процесс ограничивается контрастной чувствительностью 0,1 %, что соответствует SNR порядка 1000.

Таким образом, бесспорно, что будущее за радиационным контролем без промежуточных носителей информации (запоминающих пластин, пленок и т.п.), с элементами сканирования, изменениями направления прохождения излучения через объект.

Цифровая обработка изображений (см. рис. 4) сопровождается протокольными процедурами. Они включают в себя операции оценки пригодности ЦИ, измерения интенсивности серого, определения чувствительности. Цифровая шкала серого обычно 16-битная [7], имеет тысячи оттенков, а гистограмма ЦИ должна лежать примерно по центру этой шкалы, чтобы избежать недоили переэкспонирования. Центральное расположение гистограммы дает возможность более качественной цифровой обработки, т.е. позволяет проводить масштабирование интенсивности серого. Применяется операция калибровки по размеру, которая позволяет измерять дефекты, выполнять другие процедуры, не свойственные традиционной пленочной радиографии и ультразвуковому контролю.

Следует отметить и большие успехи радиационных преобразователей на основе подвижных линеек с детекторами, которые находят применение в таможенном деле. Все попытки применить такие преобразователи для контроля сварных соединений пока не увенча-



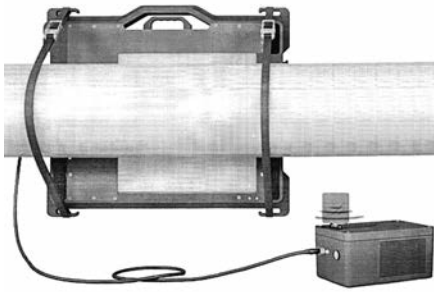


Рис. 6. Оценка коррозионного поражения трубопровода с помощью DRP2020NDT

лись успехом. Эти системы [14] непрерывно совершенствуются.

## Выводы

1. Самым информативным, с легко понимаемыми результатами остается радиографический метод контроля качества сварных соединений. С помощью этого метода можно достичь разрешения порядка 10 пар лин./мм, что очень важно для обнаружения трещин в сварочных конструкциях.
2. Одним из серьезных недостатков пленочной радиографии является необходимость мощных излучателей света (негатоскопов) для того, чтобы увидеть дефекты объекта, зафиксированные рентгеновской пленкой. Причем чем более темный снимок, тем больше он содержит информации о тонких дефектах. При относительной плотности почернения более четырех снимки становятся практически нечитаемыми, а их оцифровка проблематичной. Этому недостатка лишены современные беспленочные технологии, обеспечивающие к тому же получение результата контроля в электронном виде без специальных оцифровывающих комплексов.
3. Электронная цифровая информация содержит наглядные радиационные изображения внутренних дефектов, расширяет возможности дефектоскопии, уменьшает скорость и стоимость контроля. При этом обеспечивается повышение как точности контроля, так и его производительности. Особенно эффективна флэш-радиография [1–4] на основе портативного рентгенотелевидения. При этом не требуются промежуточные носители информации

(пленки, запоминающие пластины), используются те же источники излучения, которые применяются при пленочной радиографии. Появляется возможность рассмотрения внутренних дефектов в разных ракурсах, что недоступно другим методам НК.

4. Наиболее перспективной является флэш-радиография с цифровыми твердотельными преобразователями [9]. При этом может быть достигнута недоступная другим средствам чувствительность до 0,1 % толщины просвечиваемого металла при разрешении, превышающем 10 пар лин./мм. Причем эта технология совместима с пленочной радиографией, т.е. проводится на том же оборудовании [15].
5. Использование малогабаритных перемещаемых твердотельных преобразователей открывает новые технологические возможности. Твердотельные преобразователи могут устанавливаться и перемещаться в зонах, где размещение кассет с пленками и запоминающими пластинами практически невозможно. Цифровые твердотельные преобразователи открывают новые технологические возможности в неразрушающем контроле, недоступные другим физическим методам.

## Библиографический список

1. **Неразрушающий контроль:** справочник: в 8 т. / под ред. В.В. Клюева. Т. 1. Кн. 1. Визуальный и измерительный контроль. Кн. 2. Радиационный контроль / Ф.Р. Соснин. Изд. 2-е, перераб. и испр. М.: Машиностроение, 2008. 559 с.
2. **Троицкий В.А.** Флэш-радиография // Территория NDT. 2013. № 4. С. 44–49.
3. **Майоров А.А.** Цифровые технологии в радиационном контроле // В мире неразрушающего контроля. 2009. № 3. С. 5–12.
4. **Троицкий В.А., Михайлов С.Р., Пастовенский Р.А., Шило Д.С.** Современные системы радиационного неразрушающего контроля // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. 2015. № 1. С. 23–35.
5. **Степанов А.В., Ложкова Д.С., Косарина Е.С.** Компьютерная радиография результатов практических исследований возможности замены пленочных технологий. М.: ВИАМ, 2010.
6. **Грудский А.Я., Величко В.Я.** Оцифровка радиографических снимков – это не очень просто // В мире неразрушающего контроля. 2011. № 4. С. 74–76.
7. **Цветкова Н.К., Новицкая К.А., Кологов А.В., Смирнов В.Г.** Особенности применения комплексов цифровой радиографии при неразрушающем контроле корпусного производства // Технология машиностроения. 2014. № 7. С. 47–50.
8. **Варламов А.Н.** Опыт эксплуатации комплекса цифровой радиографии в полевых условиях // В мире неразрушающего контроля. 2014. № 3 (63). С. 25–28.
9. **Майоров А.А.** Рентгеновское телевидение в промышленном НК // В мире НК. 2007. № 1 (35). С. 4–9.
10. **Zscherpel U., Ewert U., Bavendiek K.** Possibilities and Limits of Digital Industrial Radiology: The New High Contrast Sensitivity Technique. Examples and System Theoretical Analysis. Lyon, 2007.
11. **ГОСТ 27947–88.** Контроль неразрушающий. Рентгенотелевизионный метод. Общие требования. М., 1988. 11 с.
12. **ГОСТ 29025–91.** Дефектоскопы рентгенотелевизионные. Общие технические требования, М., 1991. 12 с.
13. **Kokkoori S., Wrobel N., Hohendorf S. et al.** Mobile High-Energy X-ray Radiography for NDT of Cargo Containers // Materials Evaluation. 2015. V. 73. N 2. P. 175–185.
14. **Яценко С.Я., Кокоровец Ю.Я., Лозенко А.П. и др.** Рентгенотелевизионные системы «Полискан» // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. 2015. № 1. С. 60–62.
15. **Троицкий В.А., Михайлов С.Р., Бухенский В.Н. и др.** Флэш-радиография объектов АЭС на основе плоскочувствительных детекторов // НК-информ. 2014. № 3 (63). С. 6–14.
16. **Dilrr NDT GmbH and Co. KG.** URL: [http://duerr-ndt.de/ru/product/Panels NDT. html](http://duerr-ndt.de/ru/product/Panels%20NDT.html).

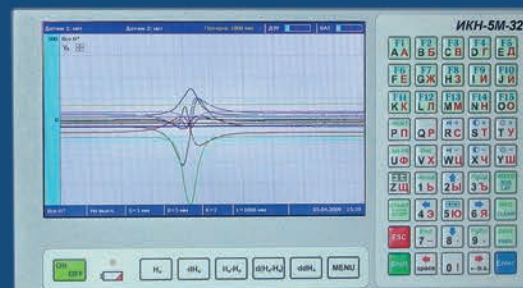
# Приборы для ранней диагностики повреждений оборудования, трубопроводов и конструкций с использованием метода магнитной памяти металла



**ИКН-7М-16**



**ИКН-8М-4**



**ИКН-5М-32**

**ИКН** - измеритель концентрации напряжений - система измерения, регистрации и обработки данных диагностики напряженно-деформированного состояния оборудования и конструкций с использованием метода магнитной памяти металла  
Сертификат Росстандарта RU.C.34.003.A №22258



**ИКН-6М-8**



Специализированные приборы и высокочувствительные датчики для бесконтактной магнитометрической диагностики теплопроводов, газопроводов и других трубопроводов, расположенных под слоем грунта, в труднодоступных каналах с целью определения участков, предрасположенных к повреждениям



**ЭМИТ-1М** -  
электромагнитный индикатор трещин  
Сертификат Росстандарта RU.C.27.002.A №35003

**Тип 11-12К**



## ООО "Энергодиагностика"

Россия, 143965, г.Реутов, Московская область, Юбилейный проспект, 8, офис 12  
Телефон/факс: +7-498-6502523; +7-498-6616135  
www.energodagnostika.ru E-mail: mail@energodagnostika.ru



# ПРИБОРЫ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЯ ДЛЯ ЖЕСТКИХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

ГАРАНТИЯ  
**3** ГОДА

Измерение остаточной толщины стенок  
оборудования с большим сроком эксплуатации

Неразрушающий контроль всей  
номенклатуры сварных соединений

УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ТОЛЩИНОМЕР  
УТ907

УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДЕФЕКТОСКОП  
УД9812 «УРАЛЕЦ»



[www.fpribor.ru](http://www.fpribor.ru)

## Инженерный Центр ФИЗПРИБОР

620075, г. Екатеринбург, ул. Восточная, 54  
тел.: +7 (343) 355-00-53; [sale@fpribor.ru](mailto:sale@fpribor.ru)





# ИННОВАЦИИ В УЛЬТРАЗВУКОВОМ КОНТРОЛЕ ТОЧЕЧНОЙ СВАРКИ



**СЕМЕРЕНКО**

**Алексей Владимирович**

Руководитель отдела средств НК и ТД, специалист III уровня по УЗК, ООО «Панатест», Москва

Точечная сварка (ТС) широко используется в промышленности для соединения листового металла, в частности для изготовления кузовов автомобилей. Хотя ультразвуковой контроль ТС применяется уже в течение многих лет, технология допускает возникновение проблем с производительностью и надежностью контроля.

Целью статьи является ознакомление читателя с некоторыми улучшениями в технологии проведения контроля ТС.

Точечная сварка была разработана около 120 лет назад и широко используется в качестве быстрой, бюджетной и надежной технологии для соединения листового металла. Обычно два листа металла соединяют и располагают между медными электродами; под действием давления и подаваемого большого импульса тока выделяется теплота, концентрируясь в основном на границе раздела между двумя листами металла, в результате формируется прочное сварное соединение. Для охлаждения и снятия давления в зоне сварки подачу тока отключают, и затем цикл продолжается в следующей точке. Время сварки одной точки составляет 2–3 с.

К сожалению, несмотря на простоту процесса сварки, при его реализации возможно возникновение некоторых проблем, которые приводят к образованию дефектов:

- давление, силу тока и время нагрева нужно точно отслеживать. Учитывая высокий уровень возможностей современного оборудования, при правильной настройке шанс возникновения ошибки минимален, но его нельзя исключить;
- неподготовленная поверхность, на которой могут находиться

масло или оксиды, а также неравномерная толщина образца нарушают технологию сварки;

- износ/повреждение электрода. Это, как правило, самая распространенная проблема. Существует очевидное решение – частая замена электродов, до износа, но это достаточно дорого.

Примеры дефектов сварных соединений приведены в таблице [1].

На данный момент самым распространенным методом неразрушающего контроля ТС является ультразвуковой (рис. 1).

## Выявляемые дефекты при точечной сварке

Дефекты	Изображение	Причины возникновения
Бездефектная сварка		
Выход литой зоны на поверхность		Высокий ток или исходное сопротивление, слишком долгий нагрев
Отсутствие сварного соединения, слишком малые размеры литой зоны		Не хватает силы тока, неверно рассчитано сопротивление из-за покрытия, избыточное давление
Отсутствие литой зоны		Не хватает силы тока, неверно рассчитано сопротивление из-за покрытия, избыточное давление
Малые размеры литой зоны		Не хватает энергии, короткий импульс или повреждение электрода, загрязнение
Включения, трещины или поры		Слишком большой ток, загрязнение, повреждение электрода, низкое давление



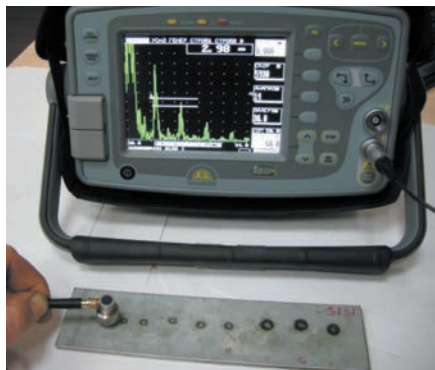


Рис. 1. Контроль точечной сварки

Ультразвуковые сигналы, получаемые при контроле сварных соединений, и определение качества ТС подробно рассмотрены в работах [2–5].

На рис. 2 представлены (в относительных единицах) типичные эхосигналы, полученные при контроле точечной сварки и включающие [1]:

- 1) затухающие эхосигналы от донной поверхности;
- 2) последовательность эхосигналов, по форме напоминающая шляпу Наполеона, от сварных точек с ядром, диаметр которых меньше диаметра преобразователя;
- 3) сигналы от дефектов сварной точки (трещин, пор), которые



Рис. 3. ПЭП с твердой пластиковой линией задержки

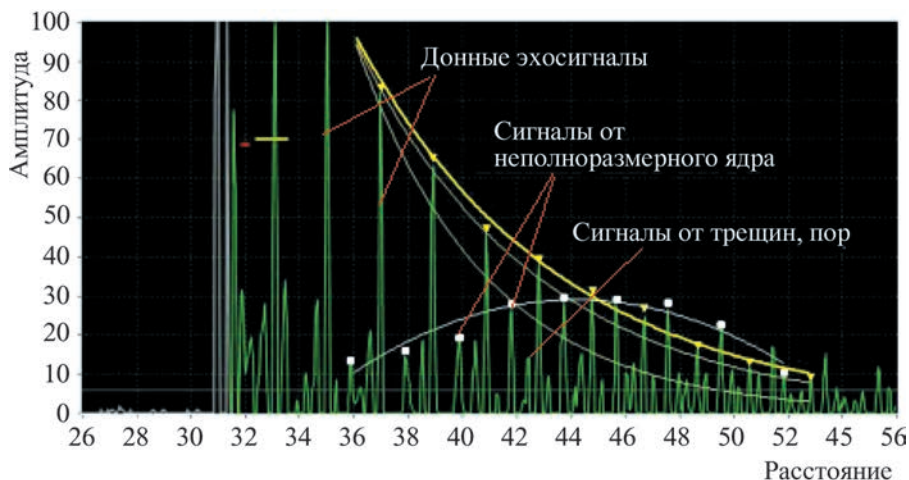


Рис. 2. Эхоимпульсы при контроле ТС

расположены между затухающими донными сигналами.

Качество точечной сварки определяется по амплитуде и затуханию эхосигналов, прошедших через сварное соединение. Одним из главных факторов, влияющих на амплитуду и затухание сигналов, является качество контакта между преобразователем и поверхностью ввода объекта контроля.

Для получения правильных результатов преобразователь во время контроля должен быть правильно установлен на сварную точку – нормально к поверхности контакта и иметь хорошее качество контакта с этой поверхностью. Поверхность сварной точки, как правило, неровная, и поэтому на практике сложно быстро достигать стабильного сигнала и удерживать его. Программное обеспечение должно быть способно «захватить» хороший сигнал, чтобы его можно было проанализировать.

Таким образом, надежность ручного ультразвукового контроля точечной сварки зависит от правильного позиционирования преобразователя по центру точки, качества контакта, которое зависит от силы прижатия, состояния поверхности и выбора сигнала, по которому ведут оценку качества сварки.

Традиционно для дефектоскопии используют ПЭП с твердой пластиковой линией задержки

(рис. 3) или локальной иммерсионной ванной и резиновой мембраной (рис. 4).

Использование пластиковой задержки дает стабильные результаты, но поверхность ввода при этом должна быть ровной. Это ограничение делает ее применение мало приемлемым на реальном объекте.

Вторым фактором, ограничивающим применение пластиковой задержки, является сложность контроля ТС в случае отклонения оси литого ядра от вертикали из-за несоосности электродов сварочной машины во время процес-



Рис. 4. ПЭП с локальной иммерсионной ванной

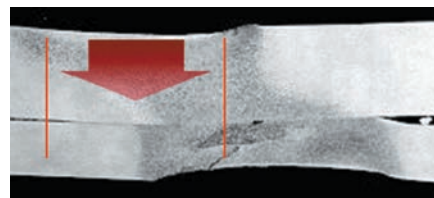


Рис. 5. Отклонение оси литого ядра от вертикали



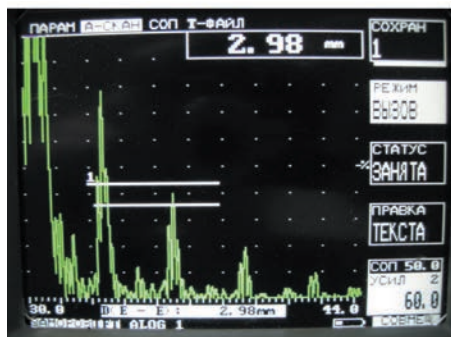
Рис. 6. Ультразвуковые преобразователи и линии задержки для УЗК точечной сварки

са сварки (рис. 5). В этой ситуации качество сварки по показаниям прибора может быть интерпретировано как неполноразмерная сварка или даже полный непровар. Такие проблемы часто возникают при сварке ручными клещами. А по опросу автопроизводителей, занимающихся сборкой, ручные клещи являются самым распространенным сварочным аппаратом на таких предприятиях.

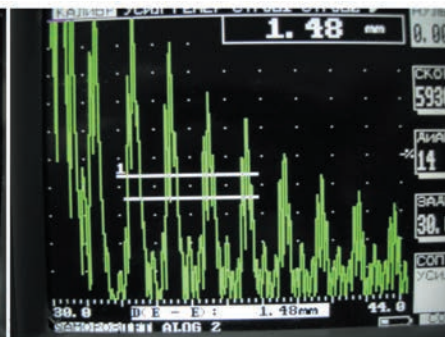
Использование резиновой мембраны с локальной иммерсионной ванной требует применения более сложного дефектоскопа, так как необходимо компенсировать постоянное колебание пути ультразвука в воде. В этих случаях приходится использовать дорогостоящее программное обеспечение, которое исключает влияние распространения ультразвука в водяном столбе на показания прибора.

Очень сложно добиться одинакового натяжения мембраны при ее установке на ПЭП, и это требует определенного навыка оператора при проведении дефектоскопии. К тому же мембрана быстро изнашивается. Срок ее службы составляет 1–3 дня.

Негативное влияние описанных факторов может быть сведено к минимуму посредством обеспечения более плотного контакта ПЭП с поверхностью сварной точки, которая достигается использованием специализированной линии задержки.



а)



б)

Рис. 7. Результаты измерения контрольного образца с применением ПЭП с резиновой задержкой:

а – хорошее качество сварки; б – непровар

Резиновая линия задержки, показанная на рис. 6, менее подвержена влиянию износа при различном качестве поверхности. Такой задержки хватает на 20–30 дней работы.

Таким ПЭП можно проконтролировать сварное ядро любой ориентации, плавно покачивая преобразователь из стороны в сторону.

Запатентованный материал способен работать без контактной жидкости – режим «сухого» контакта. Скорость контроля одной точки в сочетании с высокой надежностью составляет всего несколько секунд.

Специалисты нашей компании провели испытания ПЭП с резиновой задержкой. Для этого был выбран ультразвуковой дефектоскоп Sonatest 700 с режимом «dryscan» и ПЭП RT1210 на 10 МГц производства Sonatest, Великобритания.

Контрольный образец представлял собой две сваренные оцинкованные пластины толщиной 1,5 мм каждая.

Измерения прошли без сложностей, которые встречаются при использовании пластиковых задержек и мембран, хотя проводились без применения контактной среды (рис. 7).

На основании представленных результатов измерений можно сделать вывод, что более надежный контакт в ультразвуковой дефектоскопии с использованием спе-

циализированной резиновой линии задержки позволяет проводить высокопроизводительный и, что самое главное, надежный контроль в соответствии с требованиями современного автомобильного завода.

#### Библиографический список

1. Buckley J., Servent R. Improvements in Ultrasonic Inspection of Resistance Spot Welds // The 2nd Intern. Conf. on Technical Inspection and NDT (TINDT2008), October 2008, Tehran, Iran. Tehran, 2008.
2. Новиков А.В., Хакимьянов Р.Р., Григорович В.В., Семеренко А.В. Исследование и внедрение технологии УЗК качества точечной сварки кузовов автомобилей LADA в ОАО «АВТОВАЗ» // В мире НК. 2009. № 2(44). С. 66–69.
3. Семеренко А.В. Ультразвуковой контроль качества точечной сварки // В мире НК. 2003. № 2(20). С. 43–44.
4. Семеренко А.В., Пепеляев А.В. Использование фазированных решеток для УЗ-контроля точечной сварки // Сварка и диагностика. 2009. № 6. С. 49–53.
5. Бобовников И.Н., Семеренко А.В. Опыт применения УЗ-методов оценки качества точечной сварки (на примере «Машиностроительного завода» г. Электросталь) // В мире НК. 2004. № 2(24). С. 52–54.





В лучших британских  
традициях

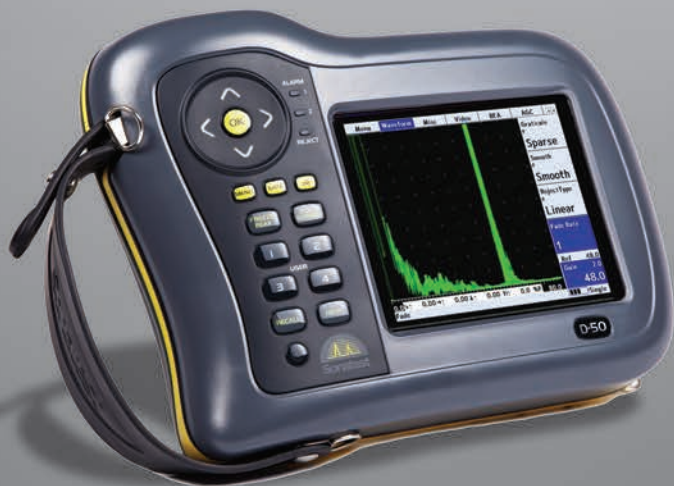
## Ультразвуковые дефектоскопы нового поколения

### Sonatest 700M/70D

- Частоты 0,5 – 35 МГц
- Развертка от 0÷1 до 0÷20'000 мм (сталь)
- Слежение за акустическим контактом
- АРУ, АРД, ВРЧ, ДАК, AWS, API
- Амплитуда зондирующих импульсов до 450 В
- Работа при t от - 20 до +70°C
- До 16 ч автономной работы
- Масса 2,5 кг, включая батарею
- Гарантия до 5 лет



### Sonatest 500S/50D



- Частоты 1 – 20 МГц
- Развертка от 0÷5 до 0÷5'000 мм (сталь)
- Слежение за акустическим контактом
- АРУ, АРД, ВРЧ, ДАК, AWS, API, В-скан
- Программируемое меню
- Сенсорное управление
- До 18 ч автономной работы
- Масса 1,7 кг, включая батарею
- Исполнение IP 67

ООО «ПАНАТЕСТ» – официальный представитель  
Sonatest Ltd. (Великобритания) на территории России  
111024, Москва, ул. Авиамоторная, д. 12, оф. 405  
(495) 789-37-48, 587-82-98  
[www.panatest.ru](http://www.panatest.ru), [mail@panatest.ru](mailto:mail@panatest.ru)

**Ваша  
задача –  
наше  
решение!**





*Российское общество неразрушающего контроля и технической диагностики (РОНКТД) выражает глубокие соболезнования коллективу Института прикладной физики Национальной академии наук Беларуси в связи с безвременной кончиной доктора технических наук, профессора*

### ***Лухвича Александра Александровича.***

*Будучи блестящим специалистом в области физики магнитных явлений и методов неразрушающего контроля, он возглавлял лабораторию металлофизики Института прикладной физики НАН Беларуси с 1975 года. Александр Александрович являлся ближайшим учеником и ярким представителем школы ферромагнетизма академика АН БССР Н. С. Акулова и сыграл большую роль в развитии методов неразрушающего контроля.*

*А.А. Лухвич был автором более 350 научных работ, в том числе двух монографий, около 100 авторских свидетельств и патентов, а также совместных с отечественными специалистами публикаций по актуальным проблемам неразрушающего контроля и технической диагностики. Большая часть разработанных приборов прошли сертификацию и внесены в Государственный реестр средств измерений Российской Федерации.*

*Магнитодинамический метод контроля толщины покрытий, предложенный А.А. Лухвичем, позволяет решать ряд специфических задач контроля толщины толстослойных никелевых, двухслойных хромоникелевых покрытий на изделиях ответственного назначения, в том числе ракетно-космической техники.*

*Российские специалисты в области неразрушающего контроля тесно работали вместе с Александром Александровичем Лухвичем при разработке магнитных и термоэлектрических методов, создании средств контроля толщины однослойных и ингредиентов многослойных покрытий для изделий ракетной техники, исследованиях и создании методик и средств метрологического обеспечения приборов.*

*Выражаем глубокие соболезнования родным и близким Александра Александровича.*

***Правление РОНКТД***