

# ТЕРРИТОРИЯ NDT

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ

## 4, 2024

ОКТАБРЬ – ДЕКАБРЬ (52)

РАЗРАБОТКА И ЗАПУСК СИСТЕМ  
НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ С 1990 ГОДА

### ECHOPLUS

## АВГУР-АРТ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДЕФЕКТОСКОП НА ФАЗИРОВАННЫХ РЕШЕТКАХ

АВГУР-АРТ – флагман продукции российской компании «ЭХО+». Вобравший в себя 35-летний опыт разработок предыдущих поколений, АВГУР-АРТ успешно применяется на всех АЭС России, в нефтегазовой и машиностроительной отрасли. Особенность прибора заключается в уникальных технологиях, с применением сканирующих антенных решёток, позволяющих проводить неразрушающий контроль сложных сварных соединений, толщиной от 5 до 300 мм.



НПЦ «ЭХО+»  
Москва, ул. Твардовского, д 8  
Телефон и факс: +7 (495) 780-92-50  
echo@echoplus.ru | www.echoplus.ru

### 35 ECHOPLUS

Узнать подробности  
и задать вопрос о приборе можно  
по телефону +7 (495) 780-92-67  
или на сайте [www.echoplus.ru](http://www.echoplus.ru)



СОВМЕСТНЫЙ ПРОЕКТ ДЕСЯТИ НАЦИОНАЛЬНЫХ ОБЩЕСТВ ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ

1-3 АПРЕЛЯ 2025 ГОДА

**XII** МЕЖДУНАРОДНЫЙ  
ПРОМЫШЛЕННЫЙ ФОРУМ



МОСКВА · ЦВК ЭКСПОЦЕНТР

НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ  
ИСПЫТАНИЯ · ДИАГНОСТИКА

# **XII** МЕЖДУНАРОДНЫЙ ПРОМЫШЛЕННЫЙ ФОРУМ

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

**1-3 АПРЕЛЯ 2025 ГОДА**

**МОСКВА ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»**



**15+**

КРУГЛЫХ СТОЛОВ  
С УЧАСТИЕМ ЭКСПЕРТОВ



**3000+**

РУКОВОДИТЕЛЕЙ  
И СПЕЦИАЛИСТОВ



**50+**

КОМПАНИЙ - ЛИДЕРОВ  
В ОБЛАСТИ НК И ТД



ОФИЦИАЛЬНЫЙ СПОНСОР ФОРУМА



ОРГАНИЗАТОР ФОРУМА  
РОССИЙСКОЕ ОБЩЕСТВО ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ  
КОНТРОЛЮ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКЕ  
RONKTD.RU



КОНСТАНТА

[EXPO.RONKTD.RU](http://EXPO.RONKTD.RU)



**Спектр**  
Издательский дом

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

# **НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ МЕТОДАМИ ЦИФРОВОЙ РАДИОГРАФИИ И РЕНТГЕНОВСКОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ**

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

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

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

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

**Книга издана при финансовой  
поддержке:**



**ПРОДИС.НДТ**  
ПРОМЫШЛЕННЫЕ ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ



**990 руб.**

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

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

**www.idspektr.ru**

реклама



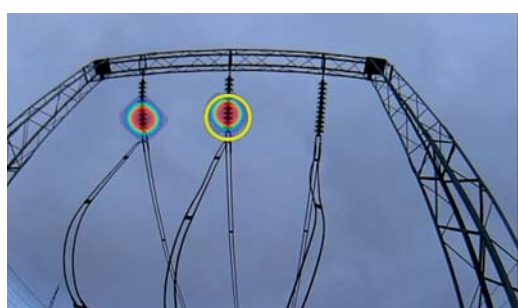
**ПРЕДНАЗНАЧЕН ДЛЯ РАБОТЫ  
ВО ВЗРЫВООПАСНЫХ ЗОНАХ КЛАССА 2**



CRY8124 / CRY8125

# ВИЗУАЛИЗАЦИЯ УТЕЧЕК

**ВСЕХ ТИПОВ ГАЗОВ, ВАКУУМА  
И ЭЛЕКТРИЧЕСТВА**



- Локализация и визуализация источников звука на безопасном расстоянии в режиме реального времени
- Обнаружение утечек, определение скорости и количественная оценка утечек газа и сжатого воздуха
- Обнаружение частичного разряда и распознавание типа изоляторов и распределительных устройств
- Контроль состояния подшипников и механических параметров ленточных конвейеров
- Быстрое создание отчётов, обмен важными данными для принятия решений



+7 (495) 775-75-25  
[pergam.ru/GasLeak](http://pergam.ru/GasLeak)



# 200 м

**ДАЛЬНОСТЬ ДЕЙСТВИЯ**



ВСЕРОССИЙСКИЙ КОНКУРС ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ

## ДЕФЕКТОСКОПИСТ 2025

### В 2024 ГОДУ В КОНКУРСЕ ПРИНЯЛИ УЧАСТИЕ



30 +  
РЕГИОНОВ



410 +  
УЧАСТНИКОВ



230 +  
ОРГАНИЗАЦИЙ

### ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП

1

25 СЕНТЯБРЯ 2024 ГОДА - 7 МАРТА 2025 ГОДА

ПРОЙДЕТ В 32 РЕГИОНАХ НА БАЗАХ АТТЕСТАЦИОННЫХ  
ЦЕНТРОВ СНК ОПО РОНКТД

### ФИНАЛЬНЫЙ ЭТАП

2

1-3 АПРЕЛЯ 2025 ГОДА

СОСТОИТСЯ В РАМКАХ XII МЕЖДУНАРОДНОГО  
ПРОМЫШЛЕННОГО ФОРУМА «ТЕРРИТОРИЯ NDT»

#### НОМИНАЦИИ

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

#### МУЛЬТИНОМИНАЦИИ

(комбинация методов НК):

- ~ ВИК + УК
- ~ ВИК + РК

ОРГАНИЗАТОР

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ОРГАН СНК ОПО

ОФИЦИАЛЬНЫЙ СПОНСОР КОНКУРСА

СПОНСОРЫ НОМИНАЦИЙ

РЕКЛАМА



КОНСТАНТА-М



КОНСТАНТА



Цифровая радиография



AKS



НИИИИ  
ПРОМЫШЛЕННЫЙ МОНИТОРИНГ  
ЦИФРОВЫЕ РЕШЕНИЯ



Константа УЗК



НАЦИОНАЛЬНАЯ ПРЕМИЯ В ОБЛАСТИ  
НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ 2025

## НАЦИОНАЛЬНАЯ ПРЕМИЯ 2025

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

### НОМИНАЦИИ



ПРЕМИЯ ЗА ВЫДАЮЩИЙСЯ ВКЛАД В РАЗВИТИЕ СПОСОБОВ  
И ТЕХНОЛОГИЙ НК, РАЗРАБОТКУ НОВЫХ ПРИБОРОВ  
И СИСТЕМ НК И ТД

Вручается отдельному участнику или коллективу участников в составе  
не более трех номинантов



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

Вручается отдельному участнику

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

### ЛАУРЕАТЫ ПРЕМИИ НАГРАЖДАЮТСЯ



ПОЧЕТНЫМ  
ЗНАКОМ



ДИПЛОМОМ



ДЕНЕЖНЫМ  
ВОЗНАГРАЖДЕНИЕМ

Адреса для отправки заявок: [info@ronktd.ru](mailto:info@ronktd.ru); [android@echoplus.ru](mailto:android@echoplus.ru)

**! ЗАЯВКИ ПРИНИМАЮТСЯ ДО 15.03.2025**

СПОНСОР ПРЕМИИ



ПОДРОБНАЯ ИНФОРМАЦИЯ:



РЕКЛАМА

# Территория NDT

## СОДЕРЖАНИЕ

## 4 (октябрь – декабрь), 2024

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

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

**Редакционный совет:**

**Азизова Е.А.**  
(Узбекистан, заместитель председателя УзОНК)

**Аугутис В.** (Литва)

**Зайтова С.А.**  
(Казахстан, президент СРО КАЗАХСТАНСКИЙ РЕГИСТР)

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

**Кожаринов В.В.**

(Латвия, президент LNTB)

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

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

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

**Скордев А.Д.**  
(Болгария, почетный председатель BGSNDT)

**Редакция:**

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

**Адрес редакции:**

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

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

**Учредители:**

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

**Издатель:**

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

Корректор Смольянина Н.И.  
Компьютерное макетирование  
Смольянина Н.И.

Сдано в набор 18 октября 2024  
Подписано в печать 19 ноября 2024  
Формат 60x88 1/8.  
Бумага офсетная. Печать офсетная.  
Усл. печ. л. 8,93. Уч.-изд. л. 8,46.  
Распространяется бесплатно

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

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

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

### НОВОСТИ

- Велько Н.А.** Дефектоскопия – территория ответственности ..... 4
- Заседание Международной ассоциации академий наук,**  
посвященное 300-летию со дня основания Российской академии наук ..... 5
- XVII специализированная выставка-форум «Газ. Нефть. Оренбуржье»** ..... 6
- НИИИИ представил** современные решения для цифровизации неразрушающего контроля  
на Международном технологическом конгрессе ..... 7
- Второй авторский семинар** компании «ЭХО+» «Современные методики и средства  
неразрушающего контроля» ..... 8

### ВЫСТАВКИ. СЕМИНАРЫ. КОНФЕРЕНЦИИ

- Клейзер П.Е., Шабаева А.В.** Российско-китайское совещание по обмену опытом  
в области неразрушающего контроля ..... 10
- Цомук С.Р.** «Гурвич-Клуб» в 2024 году ..... 24

### ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ

- Определены победители** Всероссийского конкурса по неразрушающему контролю  
«Дефектоскопист 2024» ..... 28
- Участники о конкурсе** «Дефектоскопист 2024». Опыт и впечатления ..... 34

### ИНТЕРВЬЮ НОМЕРА

- Инженер должен уметь всё.** А.С. Анненкову – 65 ..... 42

### ПОЗДРАВЛЯЕМ

- В.В. Муравьеву – 75 лет!** ..... 47
- АО «НПО «ЦНИИТМАШ» – 95 лет** ..... 48

### МЕТОДЫ, ПРИБОРЫ, ТЕХНОЛОГИИ

- Бурцев А.В., Кремлев К.В.** Видеть насквозь. Неразрушающий контроль в борьбе  
с контрафактом ..... 56

### ИСТОРИЯ НК

- Датчик Фёрстера** ..... 62

# ДЕФЕКТОСКОПИЯ – ТЕРРИТОРИЯ ОТВЕТСТВЕННОСТИ



24 сентября 2024 г. между Пермской торгово-промышленной палатой и Пермским региональным отделением РОНКТД в области НК состоялось подписание соглашения о сотрудничестве во время проведения открытого заседания Пермского краевого отделения РОНКТД на территории Западно-Уральского аттестационного центра (ЗАО ЗУАЦ), Пермь, которое было приурочено к выставке «Металлообработка. Металлургия – 2024».

В заседании приняли участие эксперты и специалисты в области неразрушающего контроля, научно-исследовательских и образовательных организаций, центр товарных и технических экспертиз Пермской торгово-промышленной палаты.



В рамках семинара были рассмотрены следующие вопросы:

- деятельность Пермского краевого регионального отделения РОНКТД;
- сотрудничество РОНКТД с Пермской торгово-промышленной палатой;
- дополнительное профессиональное обучение. Обучение сотрудников НК;
- регламент и необходимость проведения независимой оценки квалификации;
- процедура аттестации специалистов и лабораторий НК;
- инновации и новые технологии в области НК и технической диагностики. Актуальная информация, оборудование, аналитическая деятельность.



К участию в обсуждении вопросов семинара были приглашены представители: Пермской торгово-промышленной палаты, Западно-Уральского управления Ростехнадзора (Пермь), Пермского краевого регионального отделения РОНКТД, АО «Сибур-Химпром» (Пермь), АО «Метафракс Кемикалс» (Губаха, Пермский край), а также специалисты лабораторий НК промышленных предприятий и организаций Перми и Пермского края.

Кроме того, на заседании Пермского краевого отделения РОНКТД были обсуждены основные вопросы деятельности аттестационных центров и отделений, проведено сравнение систем аттестации в области неразрушающего контроля, действующих на территории РФ.

Участники заседания почтили память изобретателя сварки Николая Гавриловича Славянова и возложили цветы к месту захоронения.

**ВЕЛЬКО Наталья Андреевна,**  
член правления РОНКТД,  
председатель Пермского краевого  
отделения РОНКТД



# ЗАСЕДАНИЕ МЕЖДУНАРОДНОЙ АССОЦИАЦИИ АКАДЕМИЙ НАУК, ПОСВЯЩЕННОЕ 300-ЛЕТИЮ СО ДНЯ ОСНОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

Торжественное открытие заседания состоялось 19 сентября в Президиуме РАН. В мероприятии приняли участие представители делегаций академий наук и научно-исследовательских и образовательных центров из России, Беларуси, Армении, Казахстана, Вьетнама, Кыргызстана, Узбекистана, Черногории, Азербайджана, Кубы и Китая и наметили перспективы научного сотрудничества в рамках Международной ассоциации академий наук (МААН).

С приветственным словом к собравшимся обратился министр науки и высшего образования Российской Федерации Валерий Фальков:

«Хочу поблагодарить уважаемых коллег из РАН за тесное конструктивное взаимодействие в части трансформации научного руководства РАН научными организациями и университетами и за определение новых подходов распределения государственного задания. Это значимые шаги, которые позволят по-другому организовать работу в многотысячных коллективах».

Также он подчеркнул значимость развития международных научных коллабораций и пригласил членов МААН познакомиться с российской инфраструктурой класса мегасайенс, а молодых ученых стран — участниц ассоциации присоединиться к Конгрессу молодых ученых.

Видеоприветствие в адрес гостей и участников совета направила председатель комитета по науке и образованию Совета Федерации Федерального собрания РФ Лилия Гумерова. Она отметила, что сегодня происходит активная интеграция РАН в процесс принятия государственных стратегических решений: «Совет Федерации успешно и конструктивно взаимодействует с РАН... Мы приняли постановление, направленное на нормативное закрепление принятых решений по усилению роли академии в научно-технологическом развитии России».

В ходе заседания президент РАН академик Геннадий Красников выступил с докладом «Юбилей Российской академии наук: 300 лет великих традиций», в котором рассказал о становлении Академии наук и ее роли в государственной научной политике современной России.

«Сегодня МААН под силу не просто развивать сотрудничество, но и формулировать собственную повестку, основываясь на наших исторических связях, традициях, технических, кадровых возможностях и, конечно, потребностях наших стран. Ассоциация должна быть инициатором эффективных решений, координатором взаимодействий крупных научных центров на территории наших государств», — отметил председатель Президиума НАН Беларуси академик Владимир Гусаков.

С отчетом Объединенного совета по неразрушающему контролю и диагностике выступил президент РОНКТД д-р техн. наук, профессор Владимир Сясь-



ко. Доклад был посвящен развитию и внедрению методов неразрушающего контроля на основе нейтронных измерительных технологий, их стандартизации и метрологическому обеспечению.

*По материалам РАН и РОНКТД*

# XVII СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА-ФОРУМ «ГАЗ. НЕФТЬ. ОРЕНБУРЖЬЕ»

В Оренбурге 25–27 сентября 2024 г. состоялась XVII Специализированная выставка-форум «Газ. Нефть. Оренбуржье». Мероприятие было организовано в соответствии с распоряжением губернатора Оренбургской области.

На выставке были представлены лучшие практики применения и внедрения современных технологий. Наряду с ведущими компаниями региона свою продукцию представили свыше 100 крупнейших производителей оборудования и услуг для нефтегазового сектора из 20 регионов России.

В рамках деловой программы форума работало 30 отраслевых профильных секций по вопросам развития нефтегазового комплекса, цифровых решений, газомоторной инфраструктуры и СПГ, энергосберегающим технологиям, промышленного туризма, БАС, профессионального образования.



26 сентября состоялась и отраслевая секция по вопросам развития сварки и дефектоскопии. Организатором выступил член СРО Ассоциации «Национальное Агентство Контроля Сварки» – ООО «НАКС-ПФО» при поддержке РОНКТД. На открытии отраслевой секции по вопросам развития сварки и дефектоскопии присутствовали первый заместитель министра промышленности и энергетики Оренбургской области Дмитрий Николаевич Кулаков и председатель Оренбургского отделения «ОПОРА РОССИИ» Олег Викторович Бочкарёв.

В рамках секции обсуждались следующие вопросы:

- нормативно-правовое регулирование в области сварки и родственных процессах (САСв, СНК, ТК-364);
- мониторинг состояния стационарного оборудования распределенных инфраструктурных объектов;
- концепция создания цифровой экосистемы неразрушающего контроля на основе интернета вещей.

Модератором секции выступил Виктор Александрович Ракк, директор ООО «НАКС-ПФО» (Оренбург).

С представлением экспертных докладов выступили спикеры секции:

- Владимир Александрович Сяско, президент Российского общества по неразрушающему контролю и технической диагностике, профессор кафедры «Теоретическая метрология» ВНИИМ им. Д.И. Менделеева (Санкт-Петербург) с докладом «Мониторинг состояния стационарного оборудования распределенных инфраструктурных объектов»;
- Денис Игоревич Галкин, генеральный директор АО «НИИИМ МНПО «Спектр», руководитель Методического центра системы неразрушающего контроля на опасных производственных объектах РОНКТД

(Москва) с докладом «Концепция создания цифровой экосистемы неразрушающего контроля на основе интернета вещей»;

- Сергей Владимирович Кузнецов, технический директор Ассоциации «НАКС» (Москва) с докладом «Нормативное и правовое регулирование выполнения сварочных работ на опасных производственных объектах»;
- Сергей Михайлович Минаев, начальник управления оценки квалификации СПО Ассоциации «НАКС» (Москва) с докладом «Безопасность и качество сварных конструкций. Стандартизация и оценка квалификации в области сварки как элементы качества сварочного производства».

Участниками отраслевой секции по вопросам развития сварки и дефектоскопии стали более 50 ведущих специалистов предприятий: АО «ПО «Стрела», ООО «Газпром добыча Оренбург», ООО «Газпромнефть Оренбург», ООО «Газпромтранс», Оренбургский газоперерабатывающий завод, ПАО «Гайский ГОК», АО «Уральская Сталь», ООО «Медногорский медно-серный комбинат», ООО «Технопром», ООО



«МЦЭ-СК», ООО «Криотэк», ООО «ГТМ», ООО «Технология», ПАО «Орскнефтеоргсинтез», ООО «Южноуральский арматурный завод», АО «Газпром газораспределение Оренбург», АО «ОЗЭМИ», Оренбургский филиал ПАО «Т Плюс», ООО «ВЕЛДЕР», ООО «МежТрансСтрой» и др., а также преподавательский состав Аэрокосмического института Оренбургского государственного университета.

*По материалам РОНКТИ*

## НИИИН ПРЕДСТАВИЛ СОВРЕМЕННЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ЦИФРОВИЗАЦИИ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ НА МЕЖДУНАРОДНОМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ КОНГРЕССЕ

С 17 по 19 сентября 2024 г. на площадке конгрессно-выставочного центра «Патриот» при поддержке Минпромторга России и Министерства цифрового развития России состоялась Международная технологическая конференция 2024 и Международная выставка информационных технологий, электроники и коммуникаций «Делай ИТ с Россией».

Мероприятие объединило представителей государства и бизнеса, научно-исследовательских и образовательных организаций, отраслевых ассоциаций и консорциумов, отечественных производителей и деловые круги дружественных государств в формате БРИКС+.

В рамках конгресса состоялась сессия «Программное обеспечение для промышленности. Актуальные разработки, запросы отраслей и проблема внедрения в странах БРИКС+», которую организовало АНО «Агентство цифрового развития».

На сессии с докладом выступил руководитель отдела перспективных разработок Научно-исследовательского института интроскопии д-р техн. наук, академик АЭН РФ Андрей Евгеньевич Шубочкин.

В докладе были представлены новые подходы к цифровой трансформации неразрушающего контроля (НК) промышленных объектов, а также изложено, как внедрение цифровых технологий способно повысить эффективность и надежность контроля, минимизировать влияние человеческого фактора и сократить время на проведение НК.

В своем выступлении Андрей Евгеньевич акцентировал внимание на ключевых аспектах модернизации неразрушающего контроля:



- автоматизация и внедрение IoT-устройств: разработанные НИИИН решения позволяют использовать IoT-устройства и «умные» стандарты для повышения точности и надежности данных НК. Это приводит к сокращению времени на проверку и обработку данных, что является немаловажным для промышленных объектов;
- единая цифровая платформа: предложенная система для хранения и верификации данных предоставляет возможности для более эффективного анализа и управления информацией. Это способствует быстрому выявлению наиболее поврежденных участков и повышению качества оценки технического состояния на протяжении всего жизненного цикла технических устройств и сооружений;
- минимизация человеческого фактора: цифровые технологии, разработанные НИИИН, позволяют сократить влияние человеческого фактора на результаты НК и ускорить процесс обучения новых специалистов, что снижает риск ошибок и увеличивает эффективность работы.



Выводы доклада с интересом были встречены участниками сессии. После окончания мероприятия д-р техн. наук, академик АЭН РФ Андрей Евгеньевич Шубочкин ответил на ряд уточняющих вопросов.

Конгресс стал важной площадкой для демонстрации разработок НИИИИИ и обмена опытом с ведущими экспертами промышленных и технологических партнеров. Участие института в данном мероприятии способствует реализации национальных проектов и достижению технологического суверенитета России, укрепляя позиции отечественных разработок на международной арене.

**Справка**

*Международный технологический конгресс 2024 – крупнейшее мероприятие в области высоких технологий и промышленного развития. Конгресс нацелен на решение наукоемких задач в интересах государства и российских предприятий, способствуя развитию международного сотрудничества в рамках формата БРИКС+ и других партнерских инициатив.*

*По материалам АО «НИИИИИ МНПО «Спектр», Москва*

## ВТОРОЙ АВТОРСКИЙ СЕМИНАР КОМПАНИИ «ЭХО+» «СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДИКИ И СРЕДСТВА НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ»

24 октября 2024 г. компания «ЭХО+» организовала семинар, посвященный новым разработкам в области автоматического ультразвукового контроля «Современные методики и средства неразрушающего контроля».

На приглашение посетить семинар откликнулось около 80 специалистов более чем 30 предприятий и организаций, в числе которых атомные станции, заводы, производящие оборудование для АЭС, институты, входящие в группу «Росатом», металлургические заводы, специалисты ПАО «Газпром», университеты и ряд других организаций. Со многими из участников компанию «ЭХО+» связывают многолетние деловые и дружеские отношения.

Первый семинар состоялся в 2021 г. в Санкт-Петербурге. Второй семинар проводился в период работы Международной выставки оборудования для неразрушающего контроля «NDT Russia»

в МВЦ «Крокус Экспо», где компания также приняла участие с выставочным стендом. Семинар был посвящен темам, в которых компания добилась существенных успехов за последние несколько лет.

С приветственной речью выступил генеральный директор НПЦ «ЭХО+» Алексей Харитонович Вopilкин:

*«Мы ведем отсчет существования компании от 2 апреля 1990 г. Все*

*годы мы занимаемся одним и тем же делом, а именно разрабатываем автоматизированные комплексы, основанные на когерентных алгоритмах получения высококачественного изображения. В последние 15 лет эти алгоритмы связаны с применением фазированных антенных решеток. В нашей компании работают 80 высококлассных специалистов, в том числе четыре доктора технических наук, четыре кандидата наук, 12 исследователей и разработчиков методик и*





технологий. У нас есть все необходимые специалисты для обеспечения полного цикла создания систем, в том числе лаборатория электроники, конструкторское бюро, отдел программистов и большой производственный отдел. В составе компании находится большой отдел неразрушающего контроля, который проводит значительный объем контроля прежде всего на АЭС. Специалисты этого отдела первыми применяют наши новые разработки и дают рекомендации для дальнейшего совершенствования. Результатами нашей деятельности явилось более 300 публикаций статей, монография, три выпуска сборников статей, 16 патентов. В ближайшее время выйдет из печати очередная монография, в которой изложены результаты исследований и разработок за последние 10 лет.

*Организовывая этот семинар, мы ставили задачу не только и не столько найти новых заказчиков, сколько поделиться знаниями о том, какие тренды действуют для наиболее эффективного применения технологий антенных решеток как сегодня, так и в ближайшей перспективе...*

В ходе семинара специалисты компании охватили весь спектр вопросов, связанных с созданием и опытом применения новых технологий и методик контроля в самых различных отраслях промышленности, включая одно из основных направлений деятельности «ЭХО+» — разработку и аттестацию методик контроля, которых у компании более 40.

Из последних методических разработок НПЦ «ЭХО+» была отмечена уникальная методика зонального контроля сварных швов магистральных газопроводов при их строительстве. Так, в руководящих документах ПАО «Газпром»



указано, что контроль их должен проводиться только по зональной методике, которая теперь существует благодаря специалистам «ЭХО+».

Системы «ЭХО+» предназначены преимущественно для визуализации и измерения реальных параметров дефектов. Для этого существуют нормы браковки по реалистичным параметрам дефектов. Поскольку для большого перечня объектов сохранились традиционные нормы браковки, основанные на эквивалентных размерах, переход от изображения дефекта к его эквивалентному размеру — задача не тривиальная. В одном из докладов спикеры рассказали, как настраивать чувствительность приборов и оценивать эквивалентные параметры дефектов по изображению.

Эти и другие темы семинара были затронуты в ходе выступлений спикеров «ЭХО+», где каждый из участников мог задать свой вопрос.

В рамках практической части семинара было подготовлено три демонстрационных стенда, на которых специалисты компании про-

демонстрировали последние разработки оборудования и особенности нового программного обеспечения.

Для тех, кто не смог посетить семинар, велась прямая трансляция с возможностью задать вопрос и получить ответ в реальном режиме времени. Запись трансляции, а также материалы презентаций семинара доступны на сайте компании в разделе «Новости»: [www.echoplus.ru](http://www.echoplus.ru).

По окончании мероприятия все присутствующие были приглашены на совместный ужин.

Спикерами от компании «ЭХО+» выступили:

- Дмитрий Тихонов, доктор технических наук, заместитель генерального директора НПЦ «ЭХО+»;
- Андрей Базулин, кандидат технических наук, главный конструктор;
- Сергей Ромашкин, кандидат технических наук, начальник отдела;
- Александр Бутов, ведущий инженер;
- Александр Заушицын, ведущий научный сотрудник.

ООО НПЦ «ЭХО+», Москва

# РОССИЙСКО-КИТАЙСКОЕ СОВЕЩАНИЕ ПО ОБМЕНУ ОПЫТОМ В ОБЛАСТИ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

## 2024

## CHINA-RUSSIA JOINT CONFERENCE ON NON-DESTRUCTIVE TESTING

🕒 2024.10.15-17

📍 BEIJING INTERNATIONAL CONVENTION CENTRE



**Клейзер Петр Евгеньевич**  
Главный редактор  
ООО «Издательский дом  
«Спектр», Москва



**Шабеева Алиса Владимировна**  
Исполнительный директор  
РОНКТД, Москва



В рамках III Всемирного конгресса по мониторингу состояния (WCCM 2024) прошло Первое российско-китайское совещание по обмену опытом в области неразрушающего контроля.

Международные мероприятия проходили 15–18 октября в Пекине и собрали специалистов со всего мира.

Президент РОНКТД принял участие в открытии III Всемирного конгресса по мониторингу состояния (WCCM 2024) и выступил с приветственным словом от РОНКТД на пленарном заседании. В.А. Сясько представил на WCCM 2024 доклад, об-



обобщающий опыт российских специалистов в области НК и МС, «Метрологическое обеспечение и стандартизация передовых средств неразрушающего контроля, мониторинга состояния и технической диагностики, основанных на использовании интернет-технологий».

Проведению Первого российско-китайского совещания по обмену опытом в области неразрушающего контроля предшествовала большая подготовительная работа дирекции и правления РОНКТД, а также Китайского общества по НК (ChSNDT). Высокий уровень многолетнего сотрудничества позволил обсуждать актуальные вопросы в области неразрушающего контроля и мониторинга состояния, такие как: специфика работы русских и китайских разработчиков и производителей средств НК и МС, а также методик их применения, вопросы подготовки и аттестации персонала, разработка национальных и гармонизация международных стандартов, метрологическое обеспечение измерений, публикации специалистов в научных и специализированных журналах по НК и ТД.

Основные темы совещания:

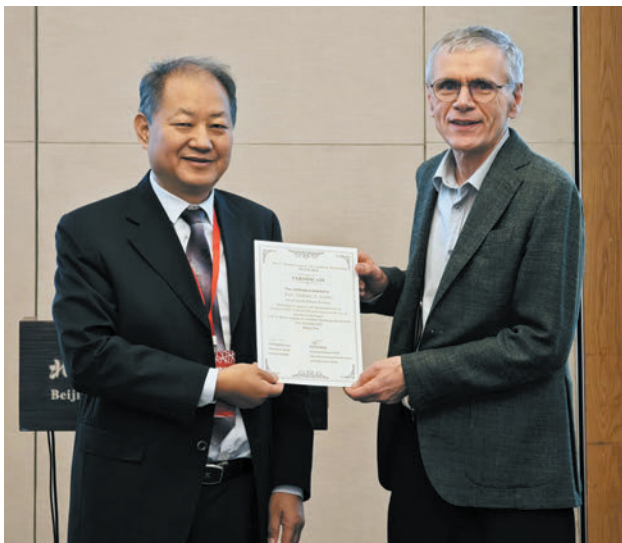
- Ведущие организации, исследования и разработки в области неразрушающего контроля
- Стандартизация в неразрушающем контроле
- Организации обучения персонала НК
- Научно-технические и информационные журналы по НК
- Доклады производителей приборов НК

Открыли мероприятие президент ChSNDT профессор Шень Гунтянь и президент Российского общества по неразрушающему контролю и технической диагностике д-р техн. наук, профессор Владимир Александрович Сясько. Президенты

## Выставка приборов и оборудования WCCM 2024



представили развернутую информацию об обществах, направлениях их деятельности и перспективах развития.



*«Мы рады представлять российскую науку и российских производителей на крупнейшей мировой площадке. Надеемся, что сотрудничество между российским и китайским обществами будет продуктивным сейчас и в будущем, а наши компании не только представят друг другу свои разработки, но и найдут точки соприкосновения для реализации совместных проектов»,* – приветствовал международное сообщество президент РОНКТД д-р техн. наук, профессор В.А. Сясько.

**Профессор Vin Hu представил в своем докладе Китайский институт контроля и испытаний специального оборудования, лабораторию неразрушающего контроля Национального управления регулирования рынка (China Special Equipment Inspection and Testing Institute, National Market Regulation Administration Laboratory for Non-Destructive Testing).**

Китайский институт контроля и испытаний специального оборудования является одной из авторитетных организаций в области НК в КНР. При институте создана лаборатория неразрушающего контроля Национального управления регулирования рынка. Приоритетными являются четыре направления контроля: акустический, электромагнитный, радиационный, оптический, а также комплексное применение методов контроля. Также существуют подразделения лаборатории, которые используют другие методы контроля и различные современные технологии.

Лаборатория имеет 205 комплектов различного экспериментального оборудования общей стоимостью более 100 млн юаней и более 200 постоянных научных сотрудников.

Сотрудники лаборатории института участвуют в разработке национальных (отраслевых) и международных стандартов.

В настоящее время лаборатория находится на ведущем уровне в направлении акустического эмиссионного контроля и электромагнитно-акустического контроля.

Институт и лаборатория активно осуществляют международное сотрудничество. Институт является участником ISO/TC 13 5/SC9, выступает в качестве лидера девяти проектов стандартов ISO и организатора рабочих групп, а также занимается пересмотром нескольких стандартов ISO. Институт инициировал создание Международного общества акустической эмиссии, в качестве председателя организовал несколько международных конференций по акустической эмиссии.

**Jie Ding представила отдел неразрушающего контроля Шанхайского научно-исследовательского института материалов (Shanghai Research Institute of Materials Co., Ltd. (SRIM)).**



Институт является одной из первых организаций КНР, которая начала заниматься неразрушающим контролем.

В SRIM расположены секретариаты Китайского общества по НК, технического комитета по стандартизации НК Китая, а также технического комитета по контролю и инспекции сварных соединений. Сертификаты, выданные Китайским обществом НК, признаются на международном уровне, что значительно повышает ценность данной сертификации.

Центр неразрушающего контроля механической промышленности, который является подразделением НК SRIM, сохраняет опыт и достижения в



## Выставка приборов и оборудования WCCM 2024

области испытаний материалов на протяжении более 70 лет и имеет высокую репутацию как в стране, так и за ее пределами. Центр предоставляет технические услуги, включая НК материалов, обучение персонала для получения квалификации, валидацию возможностей НК и калибровку приборов НК.

Лаборатория SRIM располагает высококвалифицированной командой, состоящей из трех профессоров, трех старших инженеров, шести аспирантов и более десяти инженеров и помощников инженеров. Все сотрудники имеют квалификационные сертификаты, выданные национальными и местными компетентными органами, что охватывает такие области, как машиностроение, строительство, аэрокосмическая отрасль, судостроение, морская инженерия и специальное оборудование.

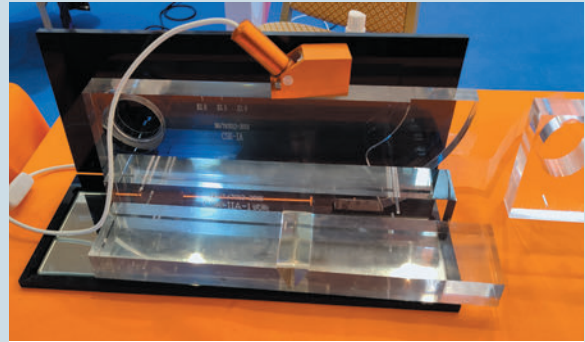
Лаборатория оснащена полным набором испытательного оборудования, занимает 2000 м<sup>2</sup> площади и имеет шесть учебных помещений.

**Профессор Zhenmao Chen представил Инженерно-исследовательский центр Шэньси по неразрушающему контролю и оценке целостности конструкций (Shaanxi NDT ERC).**



Центр входит в состав Сианьского университета Цзяотун (Xi'an Jiaotong University (XJTU)). Университет является одним из старейших и самых престижных высших учебных заведений Китая.

В 2015 г. на основе исследовательского центра XJTU по инспекции ядерной безопасности и оценке структурной целостности правительством провинции Шэньси был открыт инженерный исследовательский центр (Shaanxi NDT ERC) для неразрушающего контроля и оценки структурной целостности. После более чем 4 лет строительства инженерный исследовательский центр прошел оценку правительства и открыт для исследователей как внутри Китая, так и за рубежом. Shaanxi NDT ERC фокусируется на теоретических исследованиях и



технических разработках, связанных с технологиями неразрушающего контроля и методами анализа структурной целостности для ключевых объектов промышленности и энергетики, таких как атомные электростанции, аэрокосмическая техника, транспорт и т.д. В области НИОКР по технологиям неразрушающего контроля основные темы исследований связаны с электромагнитным неразрушающим контролем, многомерным микромагнитным контролем, микроволнами, передовыми методами ультразвукового контроля, связанными с ЭМАП и лазерным УЗ, и т.д. Изучаются как теоретические исследования новых методов контроля и методов численного анализа, так и технические разработки по проектированию датчиков, приборов и приложений для решения практических задач.

Shaanxi NDT ERC также выступает привлекательной платформой для обучения высококлассных специалистов в области технических разработок и применения НК. Около 100 докторантов и магистрантов центра получили степень в области НК.

Центр имеет долгосрочное международное академическое сотрудничество со многими исследовательскими группами по НК в разных странах мира.

**Профессор Во Ни представила базовую лабораторию неразрушающего контроля Министерства образования, созданную при Университете Наньчан, Ханконг (Key Laboratory of Non-destructive Testing of Ministry of Education, Nanchang Hangkong University).**



Университет Наньчан Ханконг является первым университетом в КНР, который создал бакалавриат по специальности «Неразрушающий контроль» путем интеграции специальностей «Электронные измерительные технологии и приборы», «Испытательные технологии и приборы» и других специальностей. Специальность является ключевой в области приборостроения и технологий, созданной

университетами провинции Цзянси. Это ключевая дисциплина 9-, 10-, 11- и 12-го пятилетнего плана провинции Цзянси и первой партии магистерских программ в провинции Цзянси.

Создание базовой лаборатории было одобрено Министерством образования в декабре 2005 г. Лаборатория прошла приемку и оценку Министерства образования в декабре 2018 г. Руководствуясь планом Национального среднесрочного и долгосрочного стратегического плана развития науки и технологий, лаборатория принимает технологию неразрушающего контроля в качестве общего направления исследований и разработок и фокусируется на трех основных направлениях исследований: технологии электромагнитного и акустического контроля, технологии фотоэлектрического контроля и интеллектуального неразрушающего контроля.

В лаборатории работает в общей сложности 60 постоянных сотрудников и более 30 приглашенных. Академический комитет лаборатории состоит из 24 экспертов и профессоров.

Лаборатория расположена в здании Yifu и в здании лаборатории неразрушающего контроля Наньчанского университета Ханконг с фиксированной площадью участка 6100 м<sup>2</sup> и общей стоимостью оборудования почти 50 млн юаней.

**Профессор Wei Zhou (Hebei University) выступил с докладом «Неразрушающий контроль армированных волокном композитных конструкций на основе акустической эмиссии и электромагнитной томографии».**



Команда ученых из ведущей лаборатории неразрушающего контроля и технологий мониторинга для высокоскоростных транспортных средств, Министерства промышленности и информационных технологий, Нанкинского университета авиации и аэронавтики разработала метод контроля на основе акустической эмиссии, микроКТ, цифровой корреляции изображений и инфракрасной

## Выставка приборов и оборудования WCCM 2024

термографии, который выявляет масштабную деформацию, эволюцию повреждений и механизм повреждений армированных волокном композитов при различных режимах деформации. На основе метода глубокого обучения в сочетании с алгоритмом кластеризации и частотно-временным анализом устанавливается картографическая связь между режимами повреждения композита и сигналами акустической эмиссии, а также предлагается модель сверточной нейронной сети для классификации сигналов акустической эмиссии.

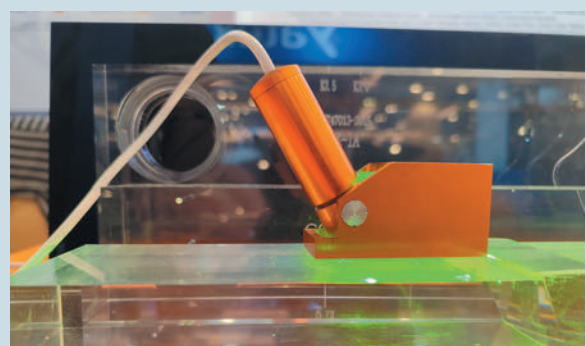
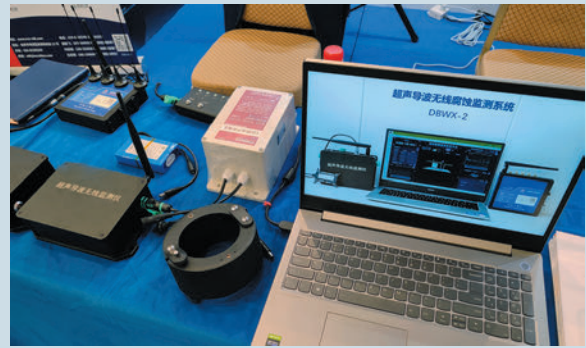
Кроме того, группа изучила влияние структурной формы, оборванных прядей и дефектов отслоения на распределение поля вихревых токов композитных канатов из углеродного волокна, разработала методы оценки вихревых токов для различных дефектов канатов из углеродного волокна, создала электромагнитную модель канатов из углеродного волокна с кольцевыми многослойными решетками и разработала различные алгоритмы электромагнитной ламинарной визуализации канатов из углеродного волокна для реализации реконструкции электромагнитных ламинарных изображений типичных дефектов, таких как отслоение и оборванная прядь.

Реализована реконструкция изображения электромагнитной томографии типичных повреждений, таких как отслоение и разрыв пряди.

**В.Ю. Чертищев, канд. техн. наук, руководитель перспективных разработок ООО НПЦ «ЭХО+», представил доклад «Внедрение акустических приборов неразрушающего контроля НПЦ «ЭХО+».**



Доклад посвящен обзору основных направлений совершенствования систем автоматизированного ультразвукового контроля (АУЗК). Приведены наиболее значимые направления аппаратно-программной модернизации комплексов АУЗК и описание структуры типового комплекта современной системы АУЗК. Приведены основные на-



правления совершенствования методик контроля. Особое внимание уделено зональному контролю, цифровой фокусировке типа SAFT-2D, -3D и MultiSAFT, контролю с использованием набора плоских волн. Продемонстрировано, что имеется класс задач, когда традиционные решения АУЗК не годятся и необходимы новые методические и технологические подходы (зачастую индивидуальные). Например, задача АУЗК швов приварки патрубков в тройниках с накладками.

Описаны новые алгоритмы обработки данных АУЗК: автообразмеривание данных, автораспознавание типа отражателя, решение коэффициентной задачи, повышение разрешающей способности (когерентный фактор, сверхразрешение и т.д.), применение нейросетей для повышения качества изображений и снижения объема данных и т.д. Показано, что современные эксперты по НК все больше превращаются в специалистов по работе с данными (DATA scientists). Приведено подробное описание алгоритма решения коэффициентной задачи и его преимуществ. Описаны особенности цифровизации и включения в индустрию 4.0 для АУЗК.

Приведены особенности создания систем мониторинга состояния на основе систем АУЗК.

Представлены наработки ООО «Константа» и ООО «НПЦ «ЭХО+» в части создания систем мониторинга труднодоступных трубопроводов в течение всего жизненного цикла на основе крутильных нормальных волн.

**В рамках Конференции по неразрушающему контролю специалисты НИИИИН выступили с докладами, представляя новейшие разработки и методики в области неразрушающего контроля (НК).**

В первом выступлении генеральный директор НИИИИН канд. техн. наук Д.И. Галкин рассказал о методике определения количественных показателей информативности контроля, учитывающей влияние как недобраковок, так и перебраковок, связанных с применением технологии НК. Ис-

пользование данного подхода позволяет не только оценить целесообразность применения технологии для контроля конкретных производственных объектов, но и сравнить технологии друг с другом. Особенностью разработанного в НИИИИН подхода является то, что информативность определяется в зависимости от технологических факторов (оборудование, условия, параметры НК) и от человеческого фактора (способность специалиста принимать верное решение в условиях неопределенности, соответствующей технологии НК).

Второе выступление Д.И. Галкина было посвящено развитию проекта по созданию цифровой инфраструктуры НК и решениям НИИИИН, которые уже сейчас встраиваются в инфраструктуру, позволяя исполнителям работ автоматизировать процесс оформления протокола НК и минимизировать риск ошибок при проведении НК. В свою очередь заказчик работ по НК получает уверенность в том, что НК был проведен в соответствии с требованиями нормативной документации, а также упорядоченные данные об обнаруженных дефектах для использования в системах оценки технического состояния и определения остаточного ресурса.

**Заместитель генерального директора по науке и инновациям НИИИИН д-р техн. наук А.Г. Ефимов** представил разработки Института в области технической диагностики и промышленной безопасности.



В первом докладе, посвященном возможностям метода коэрцитивной силы для оценки напряженно-деформированного состояния металлических конструкций, А.Г. Ефимов рассказал об успешном опыте применения магнитной структуроскопии (метода коэрцитивной силы) в Российской Федерации. Метод позволяет оперативно выявлять аномальные зоны с накопленной поврежденностью и принимать решения о прекращении эксплуатации объекта до начала его разрушения.



## Выставка приборов и оборудования WCCM 2024

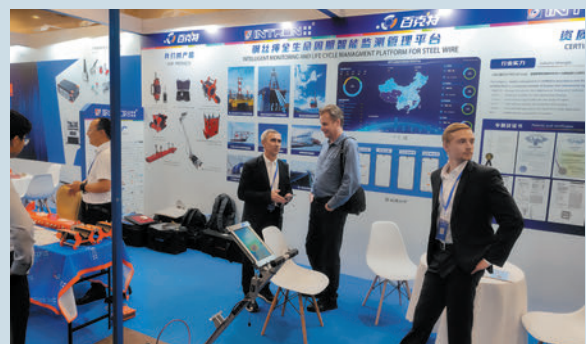
Во втором докладе речь шла о внедрении вихре-токовой дефектоскопии для контроля изделий со значительной шероховатой поверхностью через толстые изоляционные покрытия. А.Г. Ефимов рассказал о преимуществах вихретокового метода НК для выявления локальных зон повышенной твердости и отметил высокую чувствительность и скорость вихретокового контроля, что особенно важно для контроля качества продукции трубной промышленности, где другие методы не могут обеспечить выявления указанных дефектов через изоляционные покрытия толщиной более 5 мм.

В следующем выступлении директор по развитию НИИИИ С. Жаринов проинформировал участников конференции о возможностях универсального шаблона специалиста неразрушающего контроля TаріRUS. Он обосновал тезис о том, что использование TаріRUS значительно повышает точность, повторяемость и эффективность визуального и измерительного контроля.



Также С. Жаринов рассказал коллегам о возможностях TаріRUS для выполнения косвенных измерений и приложения TаріRUS\_ассистент, использование которого позволяет специалисту без проведения расчетов реализовать косвенные изменения. В заключение С. Жаринов объяснил, каким образом встроенная в TаріRUS NFS-метка делает из шаблона IoT-прибор и позволяет использовать его в рамках цифровой инфраструктуры НК.

Кроме того, на стенде партнеров НИИИИ посетители конференции имели возможность ознакомиться с оборудованием, специально адаптированным для китайского рынка. Это оборудование демонстрировало высокий уровень применяемых технических решений, а также возможность решения сложных задач в области неразрушающего



контроля промышленных объектов. Представленное на стенде оборудование вызвало интерес участников конференции как с российской, так и с китайской стороны.

**Адам Полачек (группа компаний «Константа»)** представил доклад «Разработка и сертификация портативных твердомеров по методам Leeb, Portable Rockwell, UCI и Shore».



В докладе описана возможность оценки модуля упругости различных металлических материалов с использованием метода динамического инструментального индентирования. Были представлены результаты испытаний образцов стали марок 20x25H20C2 и 20X23H18 и образца бронзы марки БрАНЖНМц9-4-4-1. Полученные результаты сравнивались со справочными значениями модуля упругости соответствующих сплавов. Относительная погрешность составила 21–33 %. Был представлен способ получения образцов с известными значениями модуля упругости. На основе испытаний на растяжение образцу стали марки Ст3 было присвоено значение модуля упругости. Результаты испытаний образца Ст3 методом динамического инструментального индентирования получились с относительной погрешностью 4%.

Полученные результаты демонстрируют перспективу применения метода динамического инструментального индентирования для оценки напряженно-деформированного состояния зоны термического влияния у сварного соединения. Также в докладе было описано совершенствование измерительных преобразователей, реализующих метод Portable Rockwell. За счет автоматизации процесса приложения измерительной нагрузки при проведении измерений исключается человеческий фактор, повышается повторяемость и воспроизводимость результатов измерений.

**Yu Deng, компания Guangzhou Doppler Electronic Technologies INC,** представил доклад «Разработка высокотемпературного ультразвукового датчика с фазированной антенной решеткой».

В докладе приведены технические характеристики датчика, область применения и особенности конструкции.

Guangzhou Doppler Electronic Technologies INC – высокотехнологичное предприятие, занимающееся НИОКР, производством ультразвуковых приборов и преобразователей.

**Zicheng Wang, компания Wuhan Zhongke Innovation Technology Co., Ltd,** выступил с докладом «Разработка ультразвуковых приборов и оборудования для автоматизированного контроля».



Компания Wuhan Zhongke Innovation Technology Co.,Ltd («Чжункэ Инновейшн»), основанная в 1988 г., является ведущим поставщиком оборудования и решений для неразрушающего контроля в Китае. Компания обладает широкими профессиональными техническими возможностями, такими как: технологии ультразвуковых фазированных решеток, технологии для автоматизации контроля, облачные технологии, бесконтактное обнаружение и технология микроскопического обнаружения, а также номенклатурой приборов и оборудования под разные цели и задачи.

Компания проводит полный цикл необходимых мероприятий – от исследования, изобретения, производства, установки и отладки до послепродажного обучения и сервисного обслуживания. Компания активно обслуживает клиентов в нефтехимической, металлургической, электроэнергетической, аэрокосмической, военной промышленности, производстве цветных металлов, новых видов энергии и материалов,

## Выставка приборов и оборудования WCCM 2024



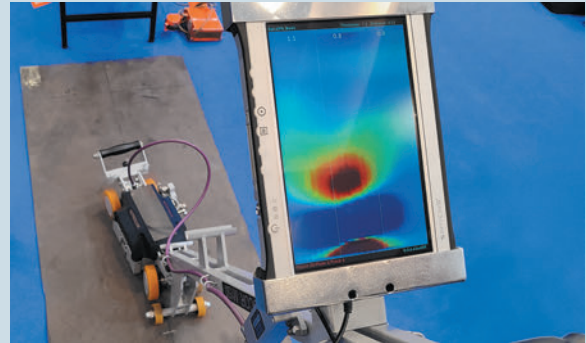
Доклад д-ра техн. наук Д.А. Слесарева (зам. генерального директора по научной работе, ООО «ИНТРОН ПЛЮС») был посвящен оборудованию для автоматизированного мониторинга технического состояния стальных канатов и резиновых конвейерных лент. Были описаны реализованные системы мониторинга на основе дефектоскопов «Интрос-Авто» и «Интрокон-Авто», внедренные на предприятиях нефтегазовой и горно-добывающей отраслей. В докладе описана интеграция систем мониторинга в информационную систему соответствующих промышленных предприятий.

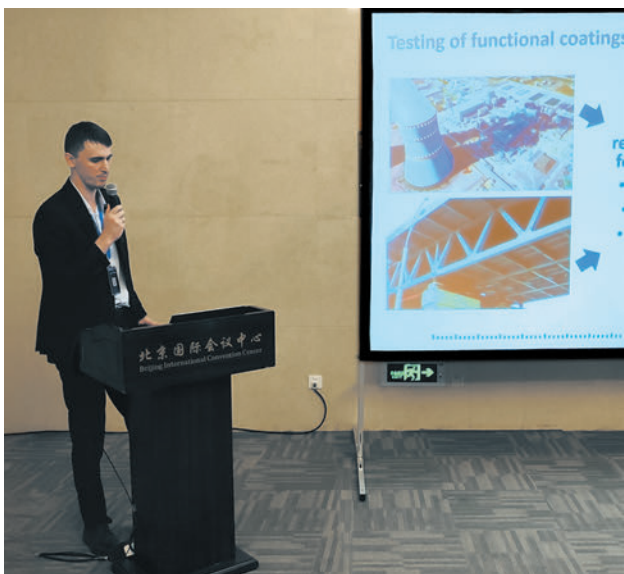
Junming Lin (EDDYSUN (XIAMEN) ELECTRONIC CO., LTD) представил доклад «Исследование и применение технологии структурного мониторинга состояния и безопасности на крупных объектах, находящихся в эксплуатации».

Eddysun (Xiamen) Electronic Co., Ltd. – высокотехнологичное предприятие, объединяющее науку, исследования, промышленность и торговлю. Eddysun специализируется на разработке, производстве и обслуживании интеллектуальных приборов и оборудования НК, а также предложила и разработала различные концепции, технологии и продукты НК, такие как: многочастотный вихретоковый контроль, высокоскоростной вихретоковый контроль в удаленном поле, импульсный вихретоковый контроль, метод магнитной памяти металла, ультразвуковой контроль, звуковой импульсный контроль, акустический импедансный контроль, акустический контроль с использованием фазированных решеток.

Концепция интеграции НК и облачного неразрушающего контроля/мониторинга определяет будущее НК.

Eddysun имеет более 400 патентов и отвечает за разработку либо участвует в разработке или пересмотре более 140 национальных и отраслевых стандартов.





А.С. Мусихин, канд. техн. наук, ведущий специалист ООО «Константа», выступил с докладом «Комплексный контроль функциональных покрытий для энергетических и транспортных систем».

Доклад посвящен вопросам обеспечения достоверности и производительности автоматизированного контроля толщины и сплошности диэлектрических и электропроводящих покрытий объектов энергетики и транспортной инфраструктуры. В докладе приведена усовершенствованная конструкция самокалибрующегося вихретокового преобразователя для толщиномера «КОНСТАНТА», встроенного в систему автоматизированного измерения толщины трубной продукции. Описана разработанная методика контроля толщины диэлектрических покрытий электроискровым методом, позволяющая совмещать контроль сплошности и допусковый контроль толщины диэлектрических покрытий объектов энергетической и транспортной инфраструктуры.



А.Е. Горбунов, инженер ООО «Константа», представил доклад «Обзор системы цифрового мониторинга инфраструктурных объектов компании «Константа».

В докладе рассмотрены вопросы комплексного цифрового мониторинга стационарного оборудования инфраструктурных объектов. Представлено оборудование, необходимое для построения систем мониторинга технического состояния активов. Рассмотрены технические особенности и инновации, реализованные в устройствах сети мониторинга. Продемонстрированы преимущества и стратегия перехода к риск-ориентированному подходу к неразрушающему контролю статического оборудования инфраструктурных объектов с применением систем цифрового мониторинга.

Jie Ding (Shanghai Research Institute of Materials Co., Ltd) представила доклад по вопросам международной стандартизации неразрушающего контроля в КНР.



Национальный технический комитет 56 по неразрушающему контролю Управления по стандартизации Китая (SAC/TC 56) основан в 1985 г.

Комитет занимается технической работой по стандартизации неразрушающего контроля в Китае. Комитет, возглавляемый Управлением по стандартизации Китая, уполномочен Китайской федерацией машиностроительной промышленности проводить техническую работу по стандартизации в машиностроительной промышленности. Секретариат SAC/TC 56 находится в Шанхайском научно-исследовательском институте материалов.

SAC/TC56 отвечает за работу по стандартизации в профессиональных областях общих методов технологии НК, испытательных процессов и технологического оборудования для НК в Китае. Он вы-





полняет техническую работу, связанную с ISO/TC135 и его восемью SC (подкомитеты): SC2: Поверхностные методы, SC3: Ультразвуковой контроль, SC4: Вихретоковый контроль, SC5: Радиографический контроль, SC6: Испытание на герметичность, SC7: Квалификация и сертификация персонала, SC8: Термография, SC9: Акустико-эмиссионный контроль. Согласно плану, утвержденному Государственной администрацией по регулированию рынка, SAC/TC56 организует разработку и пересмотр китайских стандартов в области неразрушающего контроля. По плану, утвержденному Министерством промышленности и информационных технологий I Китайской федерации машиностроения, SAC/TC56 также организует разработку и пересмотр отраслевых стандартов в машиностроении.

Комитет был уполномочен администрацией по стандартизации Китая оказывать технические услуги, такие как продвижение, интерпретация и консультирование по профессиональным национальным и отраслевым стандартам неразрушающего контроля, и нести ответственность за ISO/TC135 и его восемь SC.

Китайскими специалистами также были представлены доклады по стандартизации приборов неразрушающего контроля и по работе в ISO/TC 135/SC 9 Акустико-эмиссионный контроль.

**Владимир Александрович Сясько, д-р техн. наук, профессор, президент РОНКТД, выступил с докладом «Стандартизация интеллектуальных измерительных преобразователей».**

Доклад посвящен анализу российских стандартов, регламентирующих принципы построения и метрологического обеспечения интеллектуальных датчиков и систем на базе искусственного интеллекта.

**В.В. Алехнович, инженер-метролог (ООО «Константа»), представила доклад «Российская система стандартизации в области неразрушающего контроля».**

В докладе рассмотрены вопросы стандартизации в Российской Федерации в сфере неразрушающего контроля. Рассмотрены основополагающие документы, согласно которым осуществляются ра-



боты по национальной стандартизации. Была представлена информация о техническом комитете 371 «Неразрушающий контроль». Также автором отмечено, что Российская Федерация принимает активное участие в работе ISO TC 135 “Non-destructive testing”.

В ТК 371 на данный момент программа национальной стандартизации включает 39 тем, из ко-

торых четыре – на публичном обсуждении, семь – на стадии окончательной редакции и три – на утверждении в Росстандарте. Все стадии разработки национальных стандартов осуществляются через специализированную онлайн-платформу Федеральной государственной информационной системы «Береста».

Особое внимание уделяется применяемой терминологии неразрушающего контроля.

Доклад д-ра техн. наук К.В. Гоголинского (НИЦ «Курчатовский институт») «Разработка нормативно-правового и технического регулирования (стандартизация, метрологическое обеспечение и оценка соответствия) источников нейтронного и синхротронного излучения, измерительного оборудования и методик» представил на заседании В.А. Сясько.

В докладе освещены проблемы и задачи по развитию прикладного использования нейтронных технологий. Рассмотрены вопросы развития рынка научно-исследовательского оборудования и решение прикладных задач с использованием нейтронного и синхротронного излучения и интеграция методов нейтронного и синхротронного излучения в реальный сектор экономики.

Проблемой, препятствующей применению методов нейтронных измерений в промышленности, является отсутствие/недостаточность правового и технического регулирования (метрологического обеспечения и стандартизации), поэтому к основным задачам относятся: разработка правового и технического регламентов для оборудования и методов нейтронного и синхротронного излучения и правил их применения в отношении существующих стандартных методов, создание и сертификация эталонных приборов, методик и образцов для обеспечения единства измерений и соответствия требованиям к оборудованию и методикам измерений, основанным на нейтронном и синхротронном излучении.

С.В. Клюев, канд. техн. наук, вице-президент РОНКТД, генеральный директор АО «МНПО «Спектр», выступил с докладом «Система аттестации персонала в области неразрушающего контроля в России».

В докладе изложены основные цели и задачи РОНКТД в направлении развития системы аттестации персонала: разработать и внедрить инструменты объективной оценки лабораторий и специалистов НК на практике; объединить многолетние навыки и развитую инфраструктуру сертификации Национального агентства сварки и РОНКТД; обеспечить возможность получения оперативной информации о сертификации; минимизировать риски недобросовестного поведения участников системы



за счет мониторинга их активности в системе электронного документооборота; сформировать единую методику оценки компетенций вне зависимости от местонахождения центра сертификации: единые анкеты, единые требования к образцам экзаменов, единые критерии оценки практического экзамена.

**На заседании были представлены презентации российских и китайских журналов, посвященных сфере неразрушающего контроля и технической диагностики.**

Российские журналы представили:

- В.А. Сясько, д-р техн. наук, профессор, президент РОНКТД, “The Russian Journal of Nondestructive Testing” (журнал «Дефектоскопия»);
- А.В. Шабаева, исполнительный директор РОНКТД, “The Journal “NDT Territory” (журнал «Территория NDT»);
- П.Е. Клейзер, главный редактор ООО «Издательский дом «Спектр» “The Journal “Testing Diagnostics” (журнал «Контроль. Диагностика»).

Китайские журналы представили:

- Mrs. Shaohua Zhu, журнал “Non-Destructive Testing” (журнал «Неразрушающий контроль»);
- Chenfei Yang, журнал “Non-Destructive Flaw Detection” (журнал «Неразрушающая дефектоскопия»);
- Mo Wu, журнал “China Special Equipment Safety” (журнал «Безопасность специального оборудования в Китае»).

Секция была интересна в аспекте сравнения российских и китайских научных журналов.

Журналы по наполнению, тематике, организации редакционной деятельности, в том числе и в порядке публикации научных статей, очень похожи. Порядок публикации научных статей соответствует принятыми мировым научным сообществом нормам и правилам. Оценка качества научных ста-

тей, рецензирование, являются неотъемлемой частью редакционного процесса.

Русские и китайские журналы, представленные на заседании, занимают лидирующие положение в национальных системах оценки научных изданий по соответствующей тематике.

Журналы КНР имеют государственное финансирование или издаются профессиональными ассоциациями, что существенно упрощает работу редакций в экономическом плане и дает возможность издателям бесплатно размещать полностью или частично содержание журналов в сети Интернет. Русские журналы издаются на подписные деньги и/или доходы от привлечения рекламодателей.

Распространяются китайские журналы национальным обществом и ассоциациями. Журналам уделяется большое внимание и оказывается всесторонняя поддержка.

Большое число китайских компаний рекламируют свою продукцию в национальных журналах. Публикация рекламных объявлений в специализированных печатных изданиях востребована, несмотря на активное размещение рекламы в сети Интернет.

Предложение о сотрудничестве в обмене информацией было поддержано сторонами заседания.

По итогам совещания стороны договорились о продолжении сотрудничества. В ближайшее время будут созданы рабочие группы по всем ключевым направлениям.

Одновременно с конгрессом прошла выставка приборов и оборудования НК и ТД. Китайские компании представили свои самые современные разработки. На выставке присутствовали и российские производители – АО «НИИИИ МНПО «Спектр» и ООО «Интрон Плюс». Демонстрировалось оборудование, специально адаптированное для китайского рынка, которое наглядно показывало высокий уровень применяемых технических решений, а также возможность решения сложных задач в области неразрушающего контроля промышленных объектов.

На стенде фирмы NDT1 Kraft (ndtone.com), дочернем предприятии ООО «Константа», были представлены новые разработки в области акустического, вихретокового и электрического контроля, а также испытаний металлов на твердость. Также состоялись переговоры с представителями правительства Ютай Каунти о совместных проектах в области подготовки и аттестации персонала.

**Второе российско-китайское совещание пройдет в 2026 г. в Москве в рамках деловой программы форума «Территория NDT».** ■

## Выставка приборов и оборудования WCCM 2024



*«Для того чтобы российские производители оборудования и технологий НК были интересны китайским партнерам, необходимо адекватно оценивать текущее состояние решений, представленных на китайском рынке, а также понимать основные тенденции развития приборостроения и стандартизации в Китае. Подобные мероприятия позволяют трезво оценить свои силы и способствуют сближению специалистов наших стран. Именно на таких площадках появляются идеи, как наиболее эффективно использовать сильные стороны друг друга».*

**Д.И. Галкин, канд. техн. наук,  
генеральный директор  
АО «НИИИИ МНПО «Спектр»**

*«Организовать информационное сотрудничество в области публикации научно-технических статей и обмена рекламно-информационными материалами – интересная и нужная задача на текущий момент. Редакции российских журналов готовы к такому сотрудничеству».*

**П.Е. Клейзер, главный редактор  
ООО «Издательский дом «Спектр»**

# «ГУРВИЧ-КЛУБ» В 2024 ГОДУ

Петербургский научно-практический семинар по неразрушающему контролю («Гурвич-Клуб») продолжает регулярно — один раз в квартал — собирать коллег на свои заседания.

Количество членов клуба постепенно стабилизировалось, на смену выбывшим по тем или иным причинам специалистам и организациям приходят новые. Так, в текущем году в члены клуба вступили СПбГБУ «ЦЭТС», ООО «Системы НК», НПЦ «Эхо+», причем последний стал еще и партнером клуба.

Впервые за годы существования семинара обновился и его совет: в июле состоялось тайное голосование членов совета, в результате которого в совет включены известные ученые, активные участники работы клуба — заместитель директора ИЦ «Автоматика и робототехника» МГТУ им. Н.Э. Баумана М.В. Григорьев и главный научный сотрудник ИНМИМ АО «НПО «ЦНИИТМАШ» Н.П. Разыграев.

В заседаниях семинара принимают участие специалисты научных центров, вузов, фирм — про-



Рис. 1. Заседание семинара

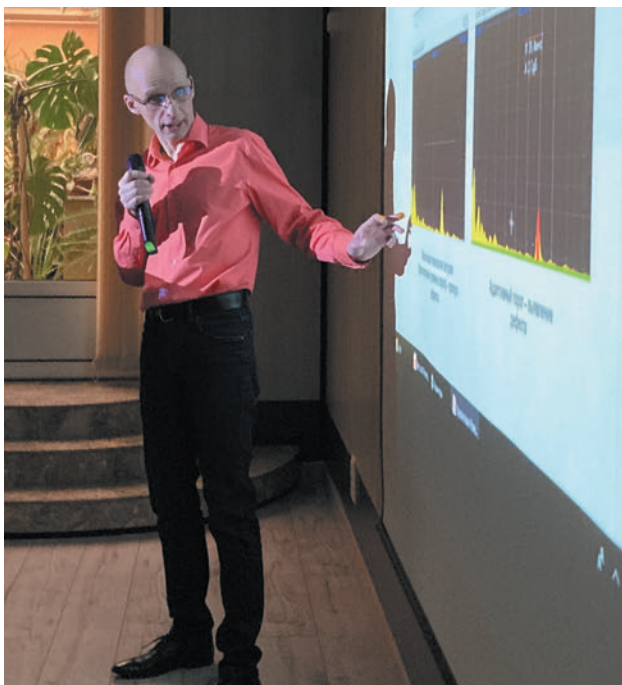


Рис. 2. Докладчик Д.А. Кононов (АО «Фирма ТВЕМА»)

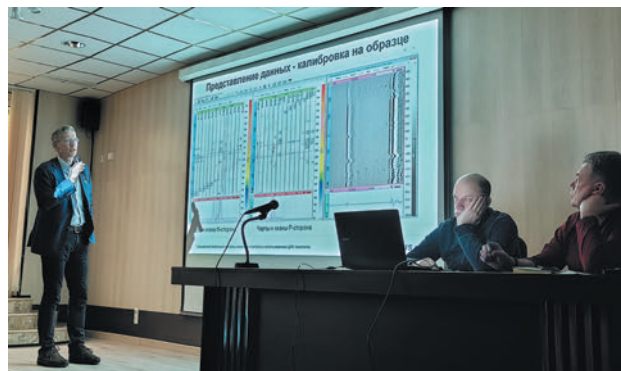


Рис. 3. Выступает Д.С. Тихонов (НПЦ «Эхо+»)

изводителей оборудования, заводов и производственных объединений из Санкт-Петербурга, Твери, Москвы, количество участников на каждом заседании достигает 45 – 50 человек (рис. 1).

В соответствии с принятой при основании клуба стратегией тематика докладов и сообщений охватывает разные виды неразрушающего контроля (НК), методические проблемы, возникающие при диагностике и дефектоскопии объектов в раз-



Рис. 4. Выступает А.В. Макаров (ООО «ЛЕНТЕСТ»)



Рис. 5. Выступает А.А. Дерябин (ООО «А3-Инжиниринг»)



Рис. 6. Вопрос от Л.Ю. Могильнера



Рис. 7. О работе ТК371 рассказывает В.В. Алехнович (ответственный секретарь ТК371)

ных отраслях, новые решения в приборостроении, вопросы стандартизации в НК и пр.

Так, на мартовском заседании текущего года были заслушаны и обсуждены доклады, подготовленные АО «Фирма ТВЕМА» – «Ком-

плексное применение методов и видов НК для диагностики объектов» (рис. 2) и НПЦ «Эхо+» – «Автоматизированный УЗК сварных соединений с узкой разделкой с учетом требований новых нормативных документов» (рис. 3).

Д.С. Тихонов, вступив в клуб, проявил похвальную активность, подготовив доклад и на следующее – летнее – заседание семинара на тему «Проблемы ультразвуковой дефектотрии сварных соединений при эксплуатационном контроле трубопроводов АЭС». На этот раз пару ему составил А.В. Макаров (ООО «ЛЕНТЕСТ») с докладом о нюансах радиационного НК – «Некоторые особенности технологии радиационного контроля по требованиям ГОСТ Р 50.05.07–2018 и ГОСТ Р ИСО 11699-2–2022» (рис. 4).

Осеннее заседание семинара состоялось 26 октября. О расчете АРД-диаграмм для раздельно-совмещенных преобразователей собравшимся доложил А.А. Дерябин (ООО «А3-Инжиниринг», рис. 5).

Доклад носил дискуссионный характер, вызвал много вопросов (особую активность проявили М.В. Григорьев, А.В. Давыдкин, К.С. Паврос и Л.Ю. Могильнер, рис. 6) и большое, длительное обсуждение.

С сообщением от ТК371 «Неразрушающий контроль» Росстандарта выступила ответственный секретарь ТК В.В. Алехнович (рис. 7), которая рас-

сказала о структуре ТК, Плате национальной стандартизации в области НК на 2025 год, работе российских специалистов в ISO TC 135 и пр.

В конце заседания, которое прошло в творческой и дружеской обстановке, С.Р. Цомук коротко проинформировал коллег о начале подготовки очередной конференции «Ультразвуковая дефектоскопия металлоконструкций (УЗДМ)», которая будет посвящена 100-летию со дня рождения А.К. Гурвича и запланирована на конец мая 2025 г. в Санкт-Петербурге (Петергофе). Кроме того, С.Р. Цомук поблагодарил участников семинара за активность и заинтересованность в обсуждении вопросов и напомнил, что последнее заседание года состоится в декабре и пройдет на кафедре электроакустики и ультразвуковой техники (ЭУТ) СПбГЭТУ «ЛЭТИ», которая уже неоднократно гостеприимно принимала участников «Гурвич-Клуба».

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



**Спектр**  
Издательский дом

**Л. В. Воронкова, В. Н. Данилов**

## УЛЬТРАЗВУКОВОЙ КОНТРОЛЬ ОТЛИВОК ИЗ ЧУГУНА

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

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

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

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



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

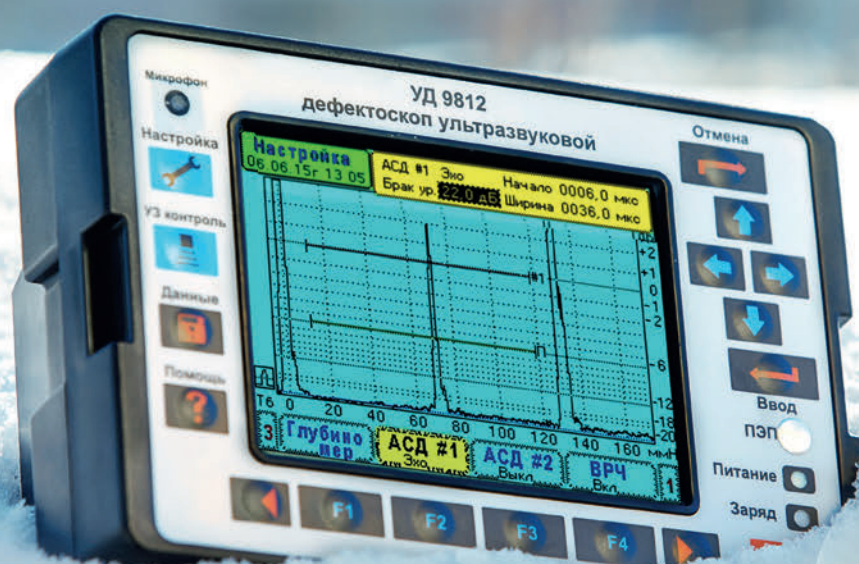
Телефон отдела реализации: (495) 514-26-34. Дополнительный телефон офиса: (926) 615-17-16.

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



только реальность

# Ультразвуковой дефектоскоп УД9812 «УРАЛЕЦ»



ООО «Физприбор»

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

# ОПРЕДЕЛЕННЫ ПОБЕДИТЕЛИ ВСЕРОССИЙСКОГО КОНКУРСА ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ «ДЕФЕКТОСКОПИСТ 2024»



В Москве 9–11 сентября прошел финал Всероссийского конкурса РОНКТД по неразрушающему контролю «Дефектоскопист 2024».

Дефектоскопист — профессия, набирающая популярность и необходимая во многих отраслях промышленности, входит в перечень самых востребованных и перспективных 50 специальностей согласно приказу Министерства труда и социальной защиты населения РФ. Для по-

пуляризации профессии, демонстрации высокой квалификации, знаний и умений специалистов ведущих организаций в области неразрушающего контроля (НК), а также для профессионального роста и обмена опытом проводится ежегодный Всероссийский конкурс РОНКТД по неразрушающему контролю «Дефектоскопист».

В течение полугода по всей стране проходили региональные этапы на базе аттестационных

центров, где специалисты различных предприятий региона боролись за право выйти в финал. Попастъ в «высшую лигу» смогли 44 дефектоскописта из разных регионов России и Беларуси.

В отборочных этапах конкурса участвовало 430 специалистов из 231 организаций. Отборочные этапы прошли в 33 городах нашей страны и Республики Беларусь: Архангельске, Барнауле, Владивостоке, Волгограде, Вологде, Гагарине, Екатеринбурге, Ижевске, Казани, Кемерово, Краснодаре, Красноярске, Минске, Москве, Нижнем Новгороде, Новосибирске, Омске, Оренбурге, Оренбурге (студенты), Пензе, Перми, Санкт-Петербурге, Саранске, Саратове, Сургуте, Твери, Тольятти, Туле, Тюмени, Уфе, Хабаровске, Челябинске, Ярославле. Соревнования были организованы в аттестационных центрах СНП ОПО РОНКТД и в двух авторизованных центрах — на базе АО «СТНГ» (Гагарин) и ОАО «Белгазстрой» (Минск).



География конкурса

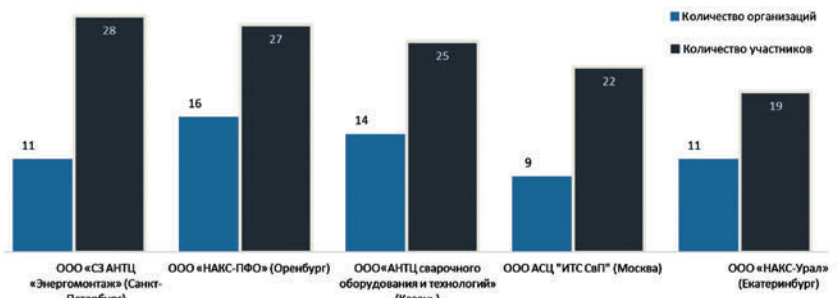


Финал конкурса прошел в Москве в рамках Международной специализированной выставки «Оборудование, технологии и материалы для процессов сварки и резки».

Открыл мероприятие Д.И. Галкин, канд. техн. наук, генеральный директор АО «НИИИН «Спектр», напомнив о престиже профессии:

*«Дефектоскопист – редкая и высококвалифицированная специальность, очень востребованная на рынке труда, так как специалисты по неразрушающему контролю должны обладать точными знаниями по физике, химии и высшей математике, а также уметь пользоваться современной высокоточной и сложной аппаратурой».*

С приветственным словом к конкурсантам обратился А.И. Прилуцкий, канд. техн. наук, генеральный директор СРО Ассоциации «НАКС», слова напутствия сказал С.В. Селиванов, заместитель генерального директора АО «Экспоцентр». Завершил торжественное открытие конкурса В.А. Сясько, д-р техн. наук, профессор, президент РОНКТД: *«Научная база в области неразрушающего контроля продолжает развиваться, вслед за наукой совершенствуется и оборудование, дефектоскописты не должны отставать от этих процессов. Конкурс способствует постоянному повышению знаний и навыков специалистов».*



Центры с наибольшим количеством участников



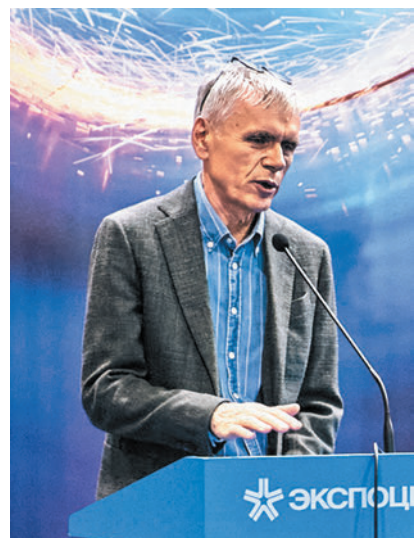
Количество участников в различных номинациях



Д.И. Галкин



А.И. Прилуцкий



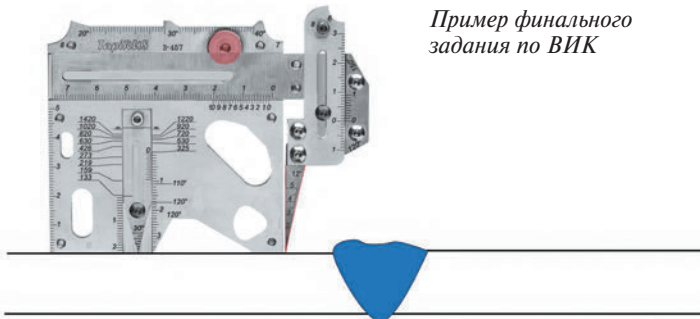
В.А. Сясько



задание 30 из 38



Определите высоту выпуклости шва



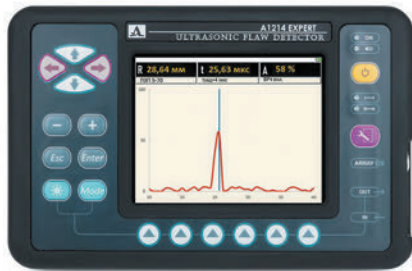
Пример финального задания по ВИК



Вспомогательный образец по неразрушающему контролю. ©Фабрикант/2024.



5 мм  
4 мм  
смещение ПЭП



Образец № 1



Пример финального задания по УК (конкурсантам необходимо было по А-скану, изменяющемуся при перемещении ПЭП, определить тип дефекта сварного соединения)

контроль (МК), контроль проникающими веществами (ПВК) и мультиноминациях: ВИК + УК, ВИК + РК, ВИК + УК + РК. В этом году вне зачета были организованы соревнования в номинации «Электрический контроль» (ЭК).

Логистика конкурса была организована таким образом, что при проведении всех отборочных этапов использовались одни и те же образцы. Это позволило обеспечить задания одинаковой сложности для всех конкурсантов, а автоматизированный алгоритм оценки результатов существенно повысил объективность оценивания практической части конкурса.

«Способность финалистов аналитически мыслить и принимать решения в условиях неопределенности в этом году проверялась на модельных образцах. Это позволило существенно расширить содержание практической части и предложить конкурсантам десятки нестандартных задач», — прокомментировал задания Д.И. Галкин.



Победителями в напряженной конкурентной борьбе стали:

**В номинации ВИК**

- I. Сергей Владимирович Одегов, ИТЦ ООО «Газпром трансгаз Югорск»
- II. Дмитрий Олегович Нежинский, ООО «ПромТЭК»
- III. Андрей Викторович Ковалев, АО «КОНАР»

**В номинации ВИК + РК**

- I. Сергей Александрович Юдин, АО «СТНГ»
- II. Артур Ильдарович Галимханов, филиал ООО «Газпром ПХГ» «ИТЦ»
- III. Алексей Валерьевич Медведев, ООО «Тольяттикаучук»

**В номинации ВИК + УК**

- I. Сергей Владимирович Иванец, ООО «Транснефть – Балтика»
- II. Игорь Владимирович Тимофеев, ООО «Тольяттикаучук»
- III. Данияр Нурланович Кульнязов, АО «ПО «Стрела»

**В номинации РК**

- I. Валентин Александрович Генералов, ООО «Газпром трансгаз Саратов»
- II. Владимир Иванович Костюк, ОАО «Белгазстрой»
- III. Станислав Александрович Жихар, РУП «Беларусская атомная электростанция»

**В номинации УК**

- I. Денис Николаевич Лукашевич, УП «Витебскоблгаз»
- II. Евгений Валерьевич Лаптев, ООО «НПЦ Внутритрубная диагностика»
- III. Сергей Владимирович Вороньжев, ООО «Газпром добыча Надым»

Награждены были и победители регионального этапа в электрическом методе контроля.

Оценка результатов проводилась в автоматизированном режиме и верифицировалась жюри конкурса, в которое входили: Е.Д. Волкова (ООО «ЦПС «Сварка и Контроль»), А.С. Мусихин (ООО «Константа»), Ж.М. Саутиева (АНО «УИЦ РОНКТД «Спектр» под руководством академика В.В. Клюева), А.А. Шарков (АО «НИИИН МНПО «Спектр»). А для обеспечения максимальной открытости процедуры оценки на рассмотрение апелляций и верификацию результатов были приглашены представители организаций, направивших специалистов для участия в финальном этапе.

Проведение такого масштабного мероприятия невозможно



*«Я принимаю участие в конкурсе второй раз. В прошлом году занять никакого места не смог. Но дома засел за теорию, подготовился и в этом году смог занять первое место. Огромная благодарность организаторам, буду принимать участие и дальше!» – делится своими впечатлениями участник конкурса Денис Лукашевич из Беларуси.*

без спонсоров, которыми выступают крупнейшие производители оборудования неразрушающего контроля. Официальным спонсо-



ром конкурса является ООО «К-М», в номинации ВИК + УК спонсор — ООО «Акустические Контрольные Системы», в номинации ВИК — АО «НИИИИ МНПО «Спектр», в номинации РК — ООО «Центр цифра», в но-

минации УК — ООО «Константа УЗК».

«Дефектоскопист 2025» стартует уже 25 сентября 2024 г., региональные этапы будут проходить до 7 марта 2025 г., а финал конкурса состоится 1–3 апреля

2025 г. в рамках XII Международного промышленного форума «Территория NDT» в ЦВК «Экспоцентр» на Красной Пресне.

*Дирекция РОНКТИ*



**Спектр**  
Издательский дом

**Д. А. Слесарев**

## ОБНАРУЖЕНИЕ И ИДЕНТИФИКАЦИЯ СИГНАЛОВ В НЕРАЗРУШАЮЩЕМ КОНТРОЛЕ

ISBN 978-5-4442-0190-9. Формат - 60x90 1/16 твердый переплет, 128 страниц, год издания - 2024.

Рассматриваются общие понятия теории сигналов, приводятся модели сигналов, встречающиеся в задачах неразрушающего контроля, излагаются методы обработки сигналов с учетом их математических моделей, рассматриваются задачи обнаружения полезного сигнала на фоне помех и оценки параметров сигнала. Представлены методы оптимальной фильтрации, спектральной обработки, время-частотные представления и вейвлет-преобразование. Приводится решение некоторых типовых задач по обработке сигналов.

Предназначено для студентов старших курсов и аспирантов специальностей «Приборостроение», «Информатика и вычислительная техника». Может быть полезно при выполнении курсовых и дипломных работ.



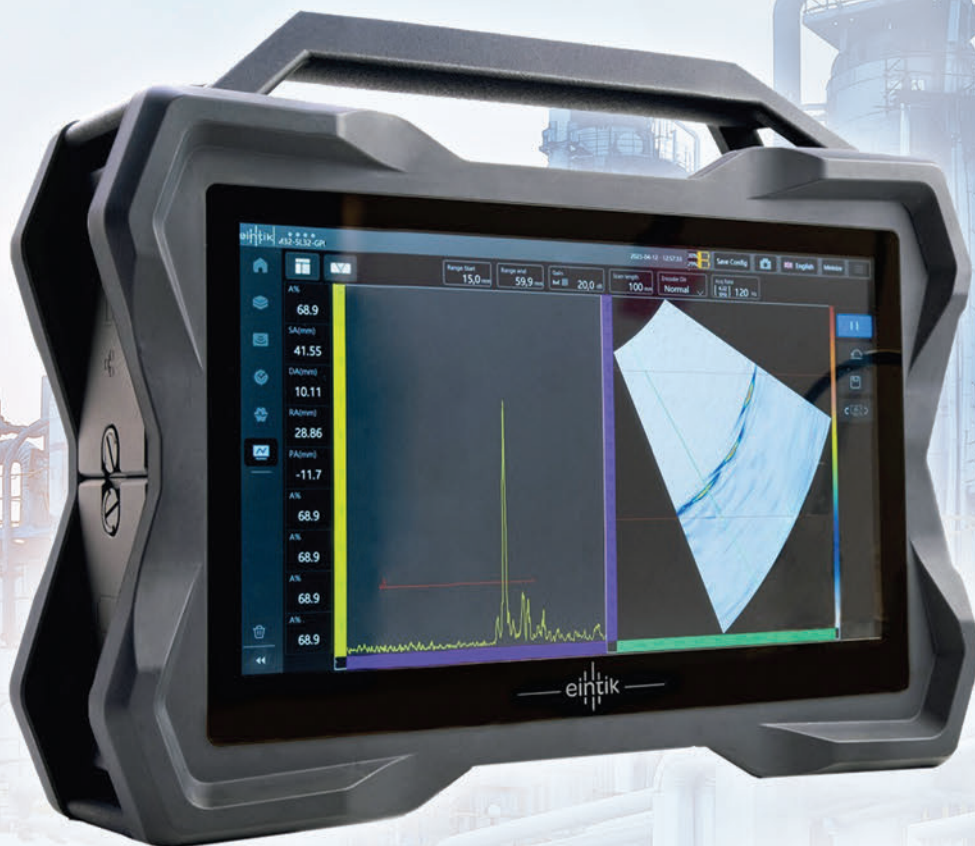
**880 руб.**

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

реклама

НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ TFM/FMC  
**PHASEYE FMC-64**

Ультразвуковой дефектоскоп  
на фазированных решетках



**Надежные решения для сложных задач!**

**БЫСТРЫЙ, НАДЕЖНЫЙ, СОВРЕМЕННЫЙ**

Различные конфигурации для оптимального решения задач контроля: 32:64PR, 32:128PR, 64:128PR  
Позволяет быстро получать 2D и 3D отображения в режиме реального времени

ТЕХКОН - официальный дистрибьютор EINTIK в России

+7 (495) 133-58-62

info@techkontrol.ru

techkontrol.ru

# УЧАСТНИКИ О КОНКУРСЕ «ДЕФЕКТОСКОПИСТ 2024». ОПЫТ И ВПЕЧАТЛЕНИЯ



**Сергей Владимирович ИВАНЕЦ,**  
ООО «Транснефть – Балтика», ЛРНУ, Санкт-Петербург

*Как вы узнали о конкурсе «Дефектоскопист»?*

Конкурс «Дефектоскопист» стал важной вехой в моей профессиональной жизни. О нем я знаю уже на протяжении четырех лет благодаря приглашению от организаторов регионального этапа.

*Расскажите о себе. Что вас побудило участвовать в конкурсе? Были ли у вас какие-то цели и ожидания?*

Я работаю инженером-дефектоскопистом в лаборатории неразрушающего контроля Ленинградского районного нефтепроводного управления ООО «Транснефть – Балтика». Участие в этом конкурсе дало мне возможность проверить свои навыки в области неразрушающего контроля, особенно в методах ВИК и УЗК. Два года назад я уже одержал победу в региональном конкурсе, но не смог достичь высоких мест в финале. В 2024 г. я решил вновь испытать свои силы и проверить свои навыки.

*Ваши впечатления от участия. Что вам понравилось больше всего? С какими трудностями вы столкнулись?*

Участие в конкурсе оставило у меня положительные впечатления. Конкурс с каждым годом совершенствуется. Меня удивило большое количество теоретических вопросов, а также впечатление произвела практическая часть конкурса с использованием новых программ, которые визуализируют работу со средствами измерений.

Трудность вызвал достаточно большой объем неординарных вопросов и заданий в ограниченное время. Было непросто, но я сосредоточился и справился.

*Как вы оцениваете уровень организации конкурса? Были ли моменты, которые можно было улучшить?*

Организация конкурса была на высоком уровне, единственным минусом стало шумное окружение выставки в Экспоцентре, что отвлекало от процесса.

*Как участие в конкурсе повлияло на ваше профессиональное развитие? Планируете ли вы участвовать в подобных конкурсах в будущем?*

Участие в конкурсе дало мне возможность усовершенствовать навыки работы с оборудованием и повысить уверенность в своих силах. После победы мне захотелось и дальше развиваться в своей профессии. Мое отношение к профессии всегда было и остается очень серьезным, так как от качественной работы зависит надежная эксплуатация обследуемого оборудования.

В будущем я планирую участвовать в подобных конкурсах, чтобы снова посоревноваться с лучшими дефектоскопистами и отстаивать честь своей компании.

*Что вы посоветуете будущим участникам конкурса?*

Конкурс дает возможность обменяться опытом и перенять что-то новое. Будущим участникам конкурса хочу пожелать быть внимательными и уверенными. Участие в таком конкурсе – это значительный шаг к профессиональному развитию для каждого.



**Станислав Александрович ЖИХАР,**  
Республиканское унитарное предприятие  
«Белорусская атомная электростанция», Островец

*Как вы узнали о конкурсе «Дефектоскопист»?*

Я участвовал в данном конкурсе в прошлом году и заранее планировал принять участие в отборочном туре.

*Что вас побудило участвовать в этом конкурсе?*

В первую очередь участие в конкурсе — это проверка своих профессиональных навыков, а повторное участие — это отслеживание своего прогресса. А во-вторых, это всегда интересно, как ты себя поведешь в условиях конкурса.

Цель, мне кажется, у всех одна на конкурсах — это победа. А так как я в прошлом году стал победителем номинации «Радиационный контроль», в этом году мне хотелось выступить не хуже.

*Каковы ваши впечатления от участия? Что вам понравилось больше всего?*

Приятная, дружественная атмосфера конкурса оставила только приятные впечатления. А больше всего хотелось узнать, что мои профессиональные навыки и знания на достаточно высоком уровне.

*С какими трудностями вы столкнулись во время конкурса и как их преодолели?*

На отборочном этапе мне трудно было разобраться в ограниченное время в нормативном документе, который я не использую в трудовой деятельности.

На мой взгляд, самая большая трудность в финале — это неизвестность, как он будет проходить, и к чему следует готовиться.

Мое преодоление трудностей заключалось в достижении спокойствия и маленьком успехе (первое решенное задание), которое придавало уверенности в дальнейшем.

*Как вы оцениваете уровень организации конкурса?*

Уровень конкурса, безусловно, высокий. По сравнению с прошлым годом поменялось многое, что свидетельствует о стремлении организаторов постоянно вносить что-то новое и улучшать условия проведения конкурса. В качестве улучшения я бы предложил использовать в практической части программу для просмотра радиографических снимков, которая применялась в конкурсе 2023 г.

*Что нового вы узнали в процессе подготовки и участия? Как это повлияло на ваше профессиональное развитие?*

При подготовке, конечно, пересматривается литература и документация, в том числе и та, которая обычно не используется в работе, и в результате иногда замечаешь детали, на которые раньше не обращал внимание. Например, мы в своей работе в основном используем канавочные индикаторы качества изображения и верхний предел чувствительности на объектах контроля 0,1 мм. А в актуальной версии ГОСТ 7512–2021 верхний предел чувствительности составляет 0,08 мм, что определяется по проволочным индикаторам качества изображения, которым в данном документе отдается предпочтение.

Любые полученные знания повышают компетенцию и навыки, которыми я пользуюсь в своей деятельности.

*Как участие в конкурсе сказалось на вашей уверенности в своих силах? Изменилось ли ваше отношение к своей профессии?*

При достижении высоких результатов уверенность, конечно, растет. Отношение к своей профессии не изменилось. Она важна и нужна, особенно на атомной станции. Каждый, кто выбрал нашу профессию, понимает, что на наших плечах лежит серьезный груз ответственности и что за нами стоит решение о допуске оборудования к эксплуатации.

*Планируете ли вы участвовать в подобных конкурсах в будущем?*

Конечно да! Конкурсы по профессиональному направлению — это прекрасная возможность быть окруженным такими же специалистами, для которых «дефектоскопия» не просто слово.

*Какую пользу конкурс приносит участникам и профессиональному сообществу в целом?*

Участник конкурса получает замечательный опыт погружения в непривычную ситуацию, которая требует иногда принятия нестандартных решений. А для всего общества в целом это популяризация профессии дефектоскописта и развитие неразрушающего контроля в наших странах.

*Что вы хотели бы посоветовать будущим участникам конкурса?*

Будущим участникам я хотел бы посоветовать не волноваться, быть внимательным и понимать, что участие в конкурсе — это уже доказательство высокого профессионализма. Ты уже показал, чего стоишь!



**Игорь Владимирович ТИМОФЕЕВ,**  
ООО «Тольяттикаучук», Тольятти

*Как вы узнали о конкурсе «Дефектоскопист 2024»? Что вас побудило участвовать в нем?*

На наше предприятие пришло письмо, что будет проводиться конкурс дефектоскопистов. Начальник лаборатории решил, что мы будем участвовать в конкурсе. Цель была — занять хотя бы не последнее место.

*Каковы ваши впечатления от участия? С какими трудностями вы столкнулись?*

Конкурс заставляет выйти из зоны комфорта и поучаствовать в чем-то новом. Пожалуй, единственная трудность, с которой я столкнулся — это работа с шаблоном TаріRUS, преодолеть которую я так до конца и не смог.

*Как вы оцениваете уровень организации конкурса?*

Мне кажется, прохождение на территорию выставки нужно организовать по-другому, и участники конкурса должны получать на входе удостоверение участника, которое дает право также проходить на территорию выставки. На мой взгляд, не хватает денежного призового фонда.

*Как участие в конкурсе сказалось на вашей уверенности в своих силах, отношении к своей профессии?*

Моя профессия мне нравилась с первого дня моей работы. Боязнь ударить в грязь лицом во время конкурса заставляет подтянуть свои знания в теории и практике контроля, а это в свою очередь сказывается и на росте профессиональных навыков вне конкурса. Занятие призового места на всероссийском уровне добавляет уверенности в своих навыках.

*Планируете ли вы участвовать в подобных конкурсах в будущем?*

Участие в конкурсах это всегда интересно и при возможности буду в них участвовать.

*Какую пользу конкурс приносит участникам и профессиональному сообществу в целом?*

Конкурс заставляет людей развивать свои профессиональные компетенции, мне кажется, благоприятно сказывается на всем профессиональном сообществе.

*Ваши пожелания будущим участникам конкурса. Изучайте пособие по TаріRUS.*



**Сергей Владимирович ОДЕГОВ,**  
Югорское УАВР ООО «Газпром трансгаз Югорск», Югорск

*Как вы узнали о конкурсе «Дефектоскопист 2024»?*

В ПАО «Газпром» и ООО «Газпром трансгаз Югорск» ведется работа по повышению профессионального уровня сотрудников, навыков, а также популяризации профессии специалиста неразрушающего контроля (дефектоскописта). Информация о возможности участия во Всероссийском конкурсе по неразрушающему контролю «Дефектоскопист 2024» до нас, работников, была доведена письмом департамента ПАО «Газпром».



*Что вас привело на конкурс? Были ли у вас какие-то цели и ожидания?*

Я дефектоскопист рентгено-, гаммаграфирования 6-го разряда лаборатории контроля качества сварных соединений и изоляции Югорского УАВР ООО «Газпром трансгаз Югорск», работаю по профессии с 2010 г. Для меня это не просто ежедневный труд, это дело души, призвание! Впервые участвовал в конкурсе в 2016 г. Тогда в финале удалось завоевать третье место. С 2022 г. являюсь постоянным участником конкурса. Два года подряд, в 2022 и 2023 гг., на отборочных этапах в Ижевске, в номинации «Визуальный и измерительный контроль», я становился серебряным призером. В 2024 г. на отборочном этапе конкурса в Сургуте одержал победу и вышел в финал, где и занял первое место.

*Что побудило меня участвовать? Набрал достаточный опыт в области неразрушающего контроля, хотелось объективно оценить уровень своей подготовки, знаний и умений в соревновательном режиме.*

Цели для себя я всегда ставлю максимальные. В предыдущие годы на отборочных этапах конкурса до победы оставалось немного. Но верх тогда взяло волнение. Прodelав «работу над ошибками» и сконцентрировавшись на результате, я добился желанного первого места в этом году.

*Ваши впечатления от участия. Что вам понравилось больше всего?*

Не скрою, я остался в восторге и от проведения конкурса, и, конечно, от того, что я тоже причастен к данному мероприятию. Конкурс объединяет специалистов в области неразрушающего контроля, позволяет обменяться опытом. Радует и то, что участие в нем принимают профессионалы не только из России, но и наши ближайшие соседи – дефектоскописты из Республики Беларусь. Масштабы конкурса впечатляют!

*С какими трудностями вы столкнулись во время конкурса и как их преодолевали?*

Во время конкурса особых трудностей не возникало, но во время практических заданий необходимы были внутренние ресурсы, знания и умения.

*Как вы оцениваете уровень организации конкурса?*

На мой взгляд, уровень организации конкурса очень высокий. На открытии и закрытии выступали генеральный директор СРО Ассоциации «НАКС» канд. техн. наук А.И. Прилуцкий и президент РОНКТД профессор, д-р техн. наук В.А. Сясько, что придавало весомость мероприятию. Организаторы довели до нас информацию о программе

конкурса, разъяснили последовательность этапов, рассказали, какие инструменты для контроля можно использовать. Уровень вопросов, особенно практических, требовал приложения максимума знаний, умений и смекалки.

*Что нового вы узнали в процессе подготовки и участия? Как это повлияло на ваше профессиональное развитие?*

В процессе подготовки я вплотную ознакомился с универсальным шаблоном специалиста неразрушающего контроля (УШС TарiRus), который позволяет оценивать объект с высокой точностью. Данный инструмент является многофункциональным, им можно обследовать сварное соединение по многим параметрам, оценивать такие характеристики, как перелом осей и диаметр трубопровода. Реализация функционала УШС TарiRus выполнена с высокой точностью.

*Как участие в конкурсе сказалось на вашей уверенности в своих силах? Изменилось ли ваше отношение к своей профессии?*

Уверенность в своих силах должна быть у каждого специалиста неразрушающего контроля, так как он – важное звено в технологической цепочке производства. Именно дефектоскопист подтверждает соответствие объекта исследования предъявляемым требованиям. Я люблю свою профессию, это тоже своего рода искусство. Всегда ответственно отношусь к трудовым обязанностям и постоянно повышаю уровень мастерства.

*Планируете ли вы участвовать в подобных конкурсах в будущем?*

Участвовать в подобных конкурсах не только планирую, но и советую присоединиться коллегам – всем специалистам неразрушающего контроля. Уверен, что мастерство оттачивается и на подготовительном этапе, и на стадии состязания.

*Как вы считаете, какую пользу конкурс приносит участникам и профессиональному сообществу в целом?*

Польза от конкурса колоссальная. Она заключается не только в поддержании профессионального мастерства каждого участника, но и в обмене опытом между участниками, производителями, разработчиками нормативных документов и руководителями сообществ в области сварки и неразрушающего контроля. Это позволяет сообща развивать наше сообщество. Кроме того, конкурс позволяет ознакомиться с общероссийскими тенденциями в развитии неразрушающего контроля.

*Что вы хотели бы посоветовать будущим участникам конкурса?*

Да, конечно! Дорогие коллеги, принимайте участие в подобного рода мероприятиях, повышайте свой профессиональный уровень и побеждайте, в первую очередь себя. До встречи на площадках конкурсов. Специалист неразрушающего контроля – это звучит гордо!



**Евгений Валерьевич ЛАПТЕВ,**  
ООО «Научно-производственный центр  
«Внутритрубная диагностика» (ООО «НПЦ «ВТД»),  
Березовский, Свердловская область

*Как вы узнали о конкурсе «Дефектоскопист 2024»?*

Я принимал участие в конкурсе «Дефектоскопист 2023», поэтому знал о проведении конкурса в этом году и отслеживал информацию о его проведении на сайте РОНКТД. Кроме того, аттестационный центр в Екатеринбурге ООО «НАКС-Урал», в котором проходят аттестацию сотрудники нашей компании, информировал нас о проведении конкурса.

*Расскажите о себе. Что вас побудило участвовать в этом конкурсе? Какие цели ставили перед собой?*

Я выпускник физико-технического факультета «Уральского государственного технического университета», работаю руководителем группы в ООО «НПЦ «ВТД». Наша группа занимается обследованием и верификацией дефектов, выявленных по результатам внутритрубной диагностики трубопроводов.

У меня появилось желание попробовать свои силы среди других специалистов, выявить пробелы в своих знаниях, возможно, узнать что-нибудь новое.

Повторюсь, я участвовал в конкурсе во второй раз и основной целью, конечно, было стать призером.

*Каковы ваши впечатления от участия? Что вам понравилось больше всего?*

Впечатления о конкурсе самые приятные, тем более что удалось занять призовое место. Мне понравился нестандартный подход к проведению практической части экзамена. На отборочном конкурсе в прошлом году все работали с одинаковыми незнакомыми дефектоскопами, это также было очень интересно, непривычно, и у меня оставило приятные воспоминания – удалось за ограниченное время разобраться с настройками и познакомиться с новым для меня оборудованием.

*С какими трудностями вы столкнулись во время конкурса? Как их преодолели?*

Наибольшей трудностью для меня была, пожалуй, некая внутренняя борьба. Поэтому я подошел к решению конкурсных задач, как к нестандартной работе.

*Как вы оцениваете уровень организации конкурса?*

По моему мнению, конкурс отлично организован – есть двухсторонняя связь с организаторами, понятная и удобная программа проведения.

*Что нового вы узнали в процессе подготовки и участия?*

Для подготовки к конкурсу я перечитал несколько книг по технологии проведения ультразвукового контроля и теоретическим основам метода. Периодически читаю статьи на форуме Дефектоскопист.ру. Например, при контроле своих объектов мы не работаем с АРД-диаграммами, готовясь к участию в конкурсе, я обновил знания в этой области. По моему мнению, изучение дополнительной информации повышает профессиональные качества специалиста.

*Как участие в конкурсе сказалось на вашей уверенности в своих силах? Изменилось ли ваше отношение к своей профессии?*

Участие в конкурсе оказало на меня самое благоприятное и стимулирующее воздействие. Подобные мероприятия повышают самооценку в целом и уверенность в своих силах. Хотя безусловно, уверенность в работе приходит со временем и опытом.

Отношение к профессии я не поменял – считаю, что дефектоскопия является нужным и важным направлением деятельности для общества, которым стоит и хочется заниматься.

*Планируете ли вы участвовать в подобных конкурсах в будущем?*

Да, я хочу продолжать учувствовать в профессиональных конкурсах, скорее всего, я выберу другой метод контроля.

*Как вы считаете, какую пользу конкурс приносит участникам и профессиональному сообществу в целом?*

Соглашусь с организаторами конкурса — подобные мероприятия популяризируют профессию, а также повышают ее ценность и значимость в глазах общества, повышают мотивацию специалистов узнавать новое и развиваться.

*Есть ли что-то, что вы хотели бы посоветовать будущим участникам конкурса?*

Не сомневаться, идти и участвовать!



**Дмитрий Олегович НЕЖИНСКИЙ,**  
ООО «ПромТЭК», Новотроицк, Оренбургская область

*Как вы узнали о конкурсе «Дефектоскопист»?*

О конкурсе я узнал от старших коллег несколько лет назад. Неоднократно от нашей фирмы отправляли людей на конкурс «Дефектоскопист», в этом году пришла моя очередь.

*Расскажите о себе.*

Я работаю ведущим инженером в ООО «ПромТЭК». В профессию дефектоскописта попал случайно, просто нашел вакансию на сайте.

*Что вас побудило участвовать в этом конкурсе?*

Меня побудило участвовать в конкурсе желание проверить свои профессиональные навыки и знания на более высоком уровне. Это отличная возможность оценить себя в сравнении с другими специалистами и получить ценный опыт. Кроме

того, участие в конкурсе — это способ завести полезные знакомства и, конечно, испытать чувство профессионального удовлетворения, когда удается решать сложные задачи и добиваться высоких результатов.

*Планируете участвовать в конкурсе в будущем?*

Да, я планирую участвовать в будущем. Конкурс дал ценный опыт и помог увидеть области, где можно еще улучшить свои навыки. К тому же участие в подобных мероприятиях — это не только стимул к личностному росту, но и способ укрепить свою профессиональную репутацию.

*Как вы оцениваете уровень организации конкурса?*

Уровень организации конкурса оцениваю как высокий. Все было продумано до мелочей: начиная с регистрации участников и заканчивая заключительным этапом награждения. Организаторы создали профессиональную и комфортную среду, где участники могли сосредоточиться на выполнении заданий. Все участники были в равных условиях. Задания были интересными и разнообразными, охватывающими различные аспекты дефектоскопии, что позволяло продемонстрировать широкий спектр навыков.

*Что бы вы хотели посоветовать будущим участникам?*

Будущим участникам конкурса я бы посоветовал несколько ключевых моментов:

1. Глубоко изучите теорию. Хорошее понимание методов неразрушающего контроля — основа успеха. Разберите возможные задачи и методы их решения.
2. Практикуйтесь на реальных объектах. Теория важна, но практика еще важнее. Чем больше вы работаете с оборудованием, тем лучше понимаете его особенности и тонкости использования.
3. Обратите внимание на новейшие технологии. Дефектоскопия постоянно развивается, и знание последних разработок может дать вам конкурентное преимущество.
4. Учитесь у коллег. Не бойтесь спрашивать совета у опытных специалистов и делиться своим опытом. Коллективный опыт может дать новые идеи для решения задач.
5. Следите за временем. На конкурсе часто важна скорость выполнения задания, поэтому тренируйтесь не только качественно, но и оперативно выполнять работу.
6. Не бойтесь ошибаться. Конкурс — это не только проверка знаний, но и отличная возможность научиться чему-то новому. Ошибки — это опыт, который поможет вам стать лучше.



**Сергей Александрович ЮДИН,**  
АО «СтройТрансНефтеГаз» (АО «СТНГ»), Москва

*Как вы узнали о конкурсе «Дефектоскопист 2024»?*  
Я узнал о конкурсе на аттестации РОНКТД в г. Гагарин.

*Расскажите о себе. Что вас побудило участвовать в этом конкурсе? Были ли у вас какие-то цели или ожидания?*

Я родился в Самаре, закончил СамГТУ по специальности «металловедение и термическая обработка металла». Женился, переехал в Тольятти, воспитываем троих детей. Работаю с 2018 г. Участвовать в конкурсе предложил руководитель.

Было только сильное желание победить на отборочных турах.

*Каковы ваши впечатления от участия? Что понравилось больше всего?*

Здорово оказаться в финале, мне понравилось место проведения, задания, атмосфера.

*С какими трудностями вы столкнулись во время конкурса и как вы их преодолели?*

Все задания были не простые, преодолеть волнение было сложнее всего. Но, как только таймер пошел, волнение куда-то ушло.

*Как вы оцениваете уровень организации конкурса?*  
За организацию ставлю 5 звезд!

*Что нового вы узнали в процессе подготовки и участия? Как это повлияло на ваше профессиональное развитие?*

Много чего узнал и по теории, и по практике в процессе подготовке. Захотелось снова поучиться, научиться чему-то новому. Стал еще больше читать профессиональной литературы.

*Как участие в конкурсе сказалось на вашей уверенности в своих силах? Изменилось ли ваше отношение к своей профессии?*

Честно сказать, все осталось без изменений. Отношение тоже не поменялось, профессия по-прежнему нравится, стараюсь выполнять свою работу добросовестно.

*Планируете ли вы участвовать в подобных конкурсах в будущем и почему?*

ДА. Для меня это профессиональный рост, отвлечение от работы вахтой, встреча со знакомыми.

*Как вы считаете, какую пользу конкурс приносит участникам и профессиональному сообществу в целом?*

Подготовка и сам конкурс помогают восстановить ранее полученные знания и дают возможность узнать что-то новое. Благодаря конкурсу о профессии «дефектоскопист» узнает больше людей.

*Что вы хотели бы посоветовать будущим участникам конкурса?*

Не бояться, что чьи-то ожидания вы не оправдаете. Главное — не победа, а участие, как ни банально это звучит.



**Валентин Александрович ГЕНЕРАЛОВ,**  
ООО «Газпром трансгаз Саратов», Саратов

*Как вы узнали о конкурсе «Дефектоскопист 2024»?*  
Отслеживал информацию о конкурсе на официальном сайте РОНКТД.

*Расскажите о себе. Что вас побудило участвовать в этом конкурсе? Были ли у вас какие-то цели или ожидания?*

Я уже участвовал в конкурсе в 2022 г. в номинации «Радиационный контроль» и тогда занял второе место. А в 2023 г. не прошел даже отборочный этап. Это мотивировало меня «налечь на теорию». В 2024 г. я поставил себе цель выбиться в лидеры.

*Каковы ваши впечатления от участия? Что понравилось больше всего?*

Третий год подряд организация конкурса на высоком уровне, каждый раз организаторы подбирают интересные и разноплановые задания. Но больше всего по понятным причинам понравилось подведение итогов, и, конечно, запоминающимся стал момент, когда я узнал, что победил.

*Как вы оцениваете уровень организации конкурса?*

Как я уже сказал, уровень организации был очень высоким. Во всех элементах чувствовался профессиональный подход и масштаб происходящего.

*Что нового вы узнали в процессе подготовки и участия? Как это повлияло на ваше профессиональное развитие?*

Помимо выполнения своих должностных обязанностей, я читал книги по теории и практике, нормативную документацию, что в свою очередь, на мой взгляд, еще больше поспособствовало профессиональному развитию.

*Как участие в конкурсе сказалось на вашей уверенности в своих силах? Изменилось ли ваше отношение к своей профессии?*

Я работаю в сфере неразрушающего контроля 10 лет, интерес не угасает. Напротив, ежедневная

работа, новые задачи и вызовы и, безусловно, подобные конкурсы только еще больше подогревают этот интерес.

*Планируете ли вы участвовать в подобных конкурсах в будущем?*

Да, есть и другие методы контроля, хочу попробовать проверить свои силы и знания в них. Есть желание повысить свой уровень и стать универсальным специалистом.

*Как вы считаете, какую пользу конкурс приносит участникам и профессиональному сообществу в целом?*

С каждым годом количество участников увеличивается, это означает, что интерес к конкурсу растет, повышается квалификация специалистов. Благодаря этому конкурсу все больше людей узнают и интересуются данной профессией.

*Что вы посоветуете будущим участникам конкурса?*

Я желаю специалистам не стесняться и не бояться участвовать в таких конкурсах, ведь они способствуют накоплению и обмену опытом, карьерному росту, выявляют пробелы в знаниях. ■

ПРИБОРЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

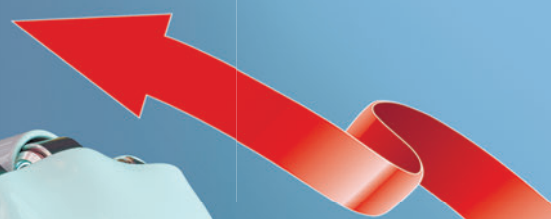


KONSTANTA



лет

успешной работы



constanta.ru

# ИНЖЕНЕР ДОЛЖЕН УМЕТЬ ВСЁ.

## АНДРЕЮ СТАНИСЛАВОВИЧУ АННЕНКОВУ – 65



*В преддверии юбилея мы встретились с Андреем Станиславовичем Анненковым, директором ООО «Алтес», опытным специалистом в области дефектоскопии и ультразвукового контроля сварных соединений. Его профессиональный путь начался 45 лет назад, и за это время он стал свидетелем многих изменений и инноваций в сфере неразрушающего контроля. В интервью Андрей Станиславович поделился своим взглядом на развитие профессии, роль дефектоскопии в обеспечении безопасности конструкций и отношением к искусственному интеллекту.*

**Как вы выбрали профессиональный путь? Почему дефектоскопия?**

Со школьного возраста у меня появился интерес к акустике, я стал изучать это направление на уроках физики. Амплитудно-частотные характеристики акустических колебаний, интенсивность и сила звука, полезные применения акустики в жизни человека и т.д. — все это мне было очень интересно. А на 4-м курсе МИФИ я определился со специализацией и уже целенаправленно занимался ультразвуковой дефектоскопией, теорией и практикой. Родители поддержали мой выбор, хотя он был сложным для их понимания: они были очень хорошими рабочими, а не инженерами.

**Что помогло войти в профессию?**

Конечно, практика и еще раз практика — работа на заводе инженером лаборатории неразрушающих методов контроля, где в режиме «скорой помощи» надо было настраивать и обслуживать оборудование, проводить контроль в разных цехах завода, обучать подчиненных, потом командировки, выезды на объекты контроля в Газпроме, Транснефти, ТЭЦ, на которых проводились и испытания установок, и экспертный контроль. При этом на предприятиях при контроле приходилось ползать под трубами, в шурфах в непростых условиях — в грязи, в воде. Это сложно, но очень полезно для понимания всех деталей работы дефектоскописта и профессионального роста.

**Чем вы профессионально гордитесь больше всего?**

Нашей командой. Аспирантом я работал в лаборатории ультразвуковой дефектоскопии МВТУ им. Н. Э. Баумана под руководством д-ра техн. наук Н.П. Алешина. С такими же увлеченными делом единомышленниками мы в 1991 г. решили организовать малое предприятие ООО «Алтес». Это был прыжок в неизвестность, если вспомнить, что происходило тогда в стране в это время. И вот уже 33 года наша компания живет и развивается, входит в топ лучших компаний разработчиков и изготовителей ультразвукового оборудования в России. Десятки тысяч единиц нашего оборудования (установки, дефектоскопы, ПЭП, НО) работают у 5000 заказчиков в России и за рубежом, обеспечивая надежность и безопасность промышленных процессов. Это значит, что мы делаем очень нужную и полезную продукцию.

**Что изменилось в отрасли за время вашей работы?**

С ультразвуковым контролем произошли очень масштабные изменения — от условно «ламповых» и ручных способов работы до искусственного интеллекта. Не только в России, но и во всем мире за последние 45 лет технологии контроля сделали колоссальный скачок вперед, и мы тоже приняли в этом участие.

До 1990-х гг. в мире автоматизации ультразвукового контроля (УЗК) сварных соединений трубопроводов было два основных варианта устано-

вок — нидерландской компании RTD и разработка МВТУ им. Н. Э. Баумана. Первая из них перемещалась относительно сварного соединения по бандажу и имела простую многоканальную акустику, вторая представляла собой магнитоход с очень интересной и сложной акустической системой, реализующей X- или Ж-схемы контроля. Когда образовался «Алтес», мы разработали свой вариант установки — магнитоход с акустической системой, в которой ПЭП устанавливались друг за другом перпендикулярно сварному шву, что позволило проводить зональный контроль и поэтапно в 16 каналах делать нарезку информации о состоянии шва с шагом 1 мм, а при использовании нового разработанного алгоритма определялись координаты дефектов, их размер по длине, высоте и типу.

В 1994–1996 гг. я выступал на конференциях в Санкт-Петербурге, которые организовывал д-р техн. наук, профессор А.К. Гурвич, и мои доклады о наших новых разработках пользовались большим успехом, особенно у иностранных специалистов. Меня буквально атаковали вопросами: как это у вас получается, какие результаты, как достигнуты. Я честно рассказывал и делился информацией, а через некоторое время мы видели иностранные патенты по нашим разработкам.

С 2005–2010 гг. за рубежом начали активно применять фазированные антенные решетки (ФАР) для задач ультразвукового контроля. При внимательном рассмотрении контроля с ФАР становится очевидным, что это продолжение нашей технологии, которую мы положили в основу наших «Скаручей» — малогабаритных установок, предназначенных для оперативного обнаружения и анализа дефектов в сварных соединениях и основном металле трубопроводов, сосудов, металлоконструкций. Технологию «Скаруч» очень хотела купить немецкая компания «Крауткремер», мы неоднократно встречались с их представителями и вели переговоры, ездили в Германию в г. Хюрт, но, к сожалению, финансовые проблемы немецкой компании не позволили реализовать этот проект.

Считаю, что «Алтес» внес немалый вклад в развитие ультразвуковой дефектоскопии. В 2004 г. мне и еще нескольким моим коллегам международный кураториум вручил медаль «Рентген — Соколов» за достижения в области неразрушающего контроля. А в 2021 г. мы получили премию ПАО «Газпром» в области науки и техники. Думаю, это высокая оценка нашей работы и показатель востребованности.

**Как изменилась методология дефектоскопии и ультразвукового контроля за последние десятилетия?**



Празднование 5-летия ООО «Алтес»



Учебный центр «Энергия-Цэм». Первый офис ООО «АЛТЕС». А.С. Анненков



Учебный центр «Энергия-Цэм». Получение первого сертификата типа средств измерений. Слева направо в первом ряду: О.Н. Щербаков, О.А. Митрофанов, В.А. Голев, С. Дорохов, в заднем ряду: А.В. Назаров, А.С. Анненков, А.Е. Петров, А.Г. Полевой



Испытания УИУ «Скаруч», 1997 год



Первая выставка, организованная А.К. Гурвичем



Выставка «Дефектоскопия», Санкт-Петербург, 1998 год



Выставка 2000 года. Санкт-Петербург. А.С. Анненков, А.К. Гурвич

Здесь изменения весьма значительные. Раньше были аналоговые сигналы, по которым дефектоскопист «врукопашную» с помощью одного ПЭП определял условные размеры дефектов и на основании расчетов определял качество сварного соединения. Сейчас благодаря возможностям микроэлектроники, программирования, многоканальной акустики в процессе контроля идет оцифровка дефекта, определяются его параметры, площадь и можно, используя специальные расчетные программы, сразу оценивать соответствие параметров обнаруженного дефекта нормативным значениям. Если раньше время контроля сварного соединения трубы 1420 мм «врукопашную» в среднем составляло два часа, то современные установки проводят такой контроль за несколько минут.

**А что важнее – технологическое оснащение или профессионализм эксперта?**

Сложный вопрос. Есть нормы на отбраковку, а есть дефектоскопист. И это человеческий фактор – можно же дефекты и сознательно пропускать с любым оборудованием. Если, например, дефект лишь немного выходит за пределы, а все равно с ним придется возиться, сварщикам – его убирать, а это большая проблема. И дефектоскопист зачастую закрывает глаза на такие дефекты, пропускает их сознательно, беря ответственность на себя.

**Это самая страшная ошибка дефектоскописта?**

Самое страшное – это отсутствие контроля, когда он необходим. Есть люди, которые отчитываются, что якобы провели где-то работы, и придумывают результаты контроля, не выходя из лаборатории. Это самое плохое, когда дефектоскописты подписывают такие протоколы результатов контроля, с этим надо бороться и решать проблему.





**Какую роль тогда, по вашему мнению, играет дефектоскопия в обеспечении безопасности и качества сварных конструкций?**

На самом деле – очень большую. Я понимаю, что иногда отношение к дефектоскопии может быть не то что предвзятым... Но слышал шутку, что ультразвуковой контроль – это отрасль, паразитирующая на здоровом теле сварки. На самом деле сварка и контроль идут всегда вместе. Сварщикам надо понимать, особенно при отработке технологии сварки, какие необходимо подобрать режимы сварки, оборудование для свариваемых объектов, чтобы получить максимально хороший результат.

Возьмем, например, магистральные трубы большого диаметра разных изготовителей – допустим, волжская, челябинская, ижорская труба. Они по-разному свариваются. Если одну и ту же технологию сварки применять для разных труб, можно получить совершенно разный результат. Откуда могут сварщики об этом знать? Да, можно сделать металлографию, т.е. разрушающим методом определить качество сварного соединения, но это долгий и слишком дорогой путь.

При отработке технологии сварки без контроля обходиться невозможно. Неважно, будет это рентген или ультразвук, но информация о наличии дефектов, протяженности, высоте, степени опасности необходима каждому сварщику.

**В чем главное преимущество УЗК перед другими методами неразрушающего контроля?**

На мой взгляд, он выигрывает с точки зрения безопасности, производительности, информативности. Ультразвук заточен на то, чтобы определять наиболее опасные вертикально ориентированные плоскостные дефекты – непровары, трещины и т.д., которые в первую очередь могут привести к разрушениям объекта контроля.



*Применение УИУ «Скаруч» на объектах ПАО «Газпром», 2001 год, А.В. Назаров, А.Е. Петров, А.С. Анненков, О.Н. Щербakov*



*А.Х. Вopilкин, А.Е. Петров, Н.П. Алёшин, А.С. Анненков*



*А.С. Анненков, А.Е. Петров  
Вручение медали за достижения в неразрушающем контроле «Рентген-Соколов», 2003 год*



Международная выставка в городе Эссен, Германия, 2005 год



Офис ООО «Алтес», 2005 год. А.С. Анненков



Выставка в Санкт-Петербурге, Михайловский манеж. С.К. Паврос, А. К. Гурвич, А.С. Анненков, А.Х. Вopilкин

### **Какие качества необходимы для успешной работы в дефектоскопии?**

Терпение, инженерный подход, анализ всего и вся, глубокое понимание физики процессов и оборудования. И готовность учиться новому. Как говорится, инженер должен уметь все. В разработке и на бумаге одно, в эксплуатации и на практике – совсем другое. Документация важна для компаний-разработчиков, а для эксплуатации мы стараемся делать оборудование максимально простое. Бывает, что в «Алтес» приезжают на консультацию дефектоскописты, которые говорят: «Мы ручной контроль не понимаем, а вот ваш автоматизированный контроль – это очень-очень легко и понятно».

### **Чего вы ждете в будущем от развития технологии ультразвукового контроля?**

Всегда хочется большего. Надеюсь, в скором времени мы будем определять не только наличие дефектов и их параметры, но и определять количественно напряженно-деформированное состояние объекта контроля. Чтобы сразу понимать, как дефект будет себя вести при нагрузках. Оценка риска развития дефектов ведет к оценке риска возможной аварии, и это большой плюс к дефектоскопии.

Уверен, появятся новые физические методы и приборы, которые позволят дистанционно на больших расстояниях контролировать качество любых объектов, определять наличие дефектов и напряженно-деформированное состояние или выполнять контроль с помощью, например, управляемых дронов, чтобы дефектоскописты уже под трубу не лазили.

### **Новые технологии заменяют человека?**

Нет. Все равно нужен грамотный специалист, который может проанализировать сложные и неоднозначные результаты контроля и сделать правильные выводы. Искусственный интеллект было бы интересно применить для решения простых ситуаций, а для сложных задач, думаю, его придется долго обучать. Так что без человека мы не сможем обойтись.

### **Как вы поддерживаете квалификацию и остаетесь в курсе последних тенденций и технологий в области дефектоскопии?**

Читаю техническую и профессиональную литературу, участвую в выставках, конференциях, совещаниях по НК. Важно знать, как развиваются друзья-коллеги, что новенького у них есть. Очень интересно следить за прогрессом российских компаний «Эхо+», «АКС», «Кропус», «Луч», «Физприбор» и др. Эти компании быстро развиваются и являются лидерами и драйверами российской ультразвуковой дефектоскопии. ■

# ВИТАЛИЮ ВАСИЛЬЕВИЧУ МУРАВЬЕВУ – 75 ЛЕТ!



21 ноября 2024 г. исполнилось 75 лет доктору технических наук, профессору Виталию Васильевичу Муравьеву, крупному ученому в области материаловедения и физических методов неразрушающего контроля.

В 1972 г. Виталий Васильевич окончил Сибирский металлургический институт им. С. Орджоникидзе в г. Новокузнецке по специальности «Физика металлов». С 1972 по 1976 гг. В.В. Муравьев работал инженером в ОКБ при Новосибирском электровакуумном заводе.

В 1976 – 2006 гг. В.В. Муравьев прошел путь в НИИЖТ (в настоящее время Сибирский государственный университет путей сообщения – СГУПС) от научно-го сотрудника до профессора, заведующего кафедрой. В 1993 г. В.В. Муравьев защитил диссертацию на соискание ученой степени доктора технических наук, ученое звание профессора ему присвоено в 1994 г.

С 1993 г. В.В. Муравьев – заведующий кафедрой «Электротехника, диагностика и сертификация» СГУПС. Разработки, выполненные под руководством В.В. Муравьева, стали основой научно-технического сотрудничества с предприятиями железнодорожного транспорта, отраслевыми и академическими НИИ, за-

водами Западно-Сибирского региона. Под руководством В.В. Муравьева были обеспечены разработка и изготовление акустических и акустико-эмиссионных диагностических комплексов для всех железных дорог (более 200 средств контроля ИСП-12 и ИСП-21, СЦАД 16, УДС1-СИН). В 2006 г. Виталий Васильевич Муравьев был переведен в Московский государственный университет путей сообщения на должность начальника научно-внедренческого центра (НВЦ) и профессора кафедры «Технология сварки, материаловедение, износостойкость деталей машин».

С 2010 г. профессор В.В. Муравьев является заведующим кафедрой «Приборы и методы контроля качества» ФГБОУ ВО «ИжГТУ им. М.Т. Калашникова». Разработанная под его руководством уникальная научная установка «Информационно-измерительный комплекс для исследования акустических свойств материалов и изделий» зарегистрирована на портале научно-технологической инфраструктуры РФ. В 2008 г. в ИжГТУ им. М.Т. Калашникова В.В. Муравьев организовал уполномоченный орган и экзаменационный центр сертификации персонала по акустическому, магнитному, вихретоковому и акустико-эмиссионному методам, дополненный в последующим визуальным и капиллярным методами, неразрушающим контролем (НК) технических объектов железнодорожного транспорта, металлопродукции и металлопроизводства промышленных предприятий, сертифицировавший за прошедший период свыше 5500 специалистов.

По результатам деятельности В.В. Муравьев в 1993 г. введен в состав НТС МПС РФ по секции «Неразрушающий контроль» (в последующем Координационный совет по НК в РЖД), в 1995 г. – в состав технического комитета ТК 371 Госстандарта (ПК9), в 2010 г. – избран членом правления РОНКТД. С 2010 г. В.В. Муравьев член научного совета РАН по физике конденсированных сред, секция «Неразрушающие физические методы контроля», с 2010 г. – председатель Удмуртского республиканского отделения РОНКТД. В.В. Муравьев имеет III уровень специалиста по акустическому, магнитному, вихретоковому, акустико-эмиссионному видам НК.

Профессор В.В. Муравьев активно работает в сфере подготовки и аттестации научных кадров высшей квалификации, им подготовлены два доктора и 17 кандидатов технических наук. Виталий Васильевич является заместителем председателя диссертационного совета при УдмФИЦ УрО РАН и членом двух диссертационных советов при ИжГТУ им. М.Т. Калашникова и при ИФМ УрО РАН.

В.В. Муравьев – главный редактор журнала «Вестник ИжГТУ имени М.Т. Калашникова», член редакционных коллегий журналов «Дефектоскопия», «Интеллектуальные системы в производстве», «Diagnostics, Resource and Mechanics of materials and structures».

Общее число публикаций профессора В.В. Муравьева составляет более 630 печатных единиц, в том числе 13 монографий и учебных пособий, 46 патентов и авторских свидетельств на изобретения. Список цитирования его работ составил свыше 4 тыс. единиц, а индекс Хирша – 34 (РИНЦ), 10 (Web of Science), 11 (Scopus).

Научные достижения Виталия Васильевича Муравьева получили высокую оценку: в 1998 г. он избран академиком Российской академии транспорта, в 2001 г. – академиком Академии проблем качества РФ, в 2023 г. – академиком Академии военных наук. В 2002 г. В.В. Муравьев удостоен почетного звания «Заслуженный деятель науки РФ», в 2013 г. – звания «Почетный работник науки и техники РФ», в 2020 г. он стал лауреатом Государственной премии Удмуртской республики.

*Члены Российского общества по неразрушающему контролю и технической диагностике, ученые и специалисты АО «НИИ интроскопии МНПО «Спектр», редколлегия журнала «Территория NDT», ИжГТУ им. М.Т. Калашникова, друзья и коллеги сердечно поздравляют профессора Виталия Васильевича Муравьева с юбилеем и желают ему больших творческих успехов, неразрушаемого здоровья и счастья!*

# АО «НПО «ЦНИИТМАШ» — 95 лет



**Валентин Михайлович УШАКОВ,**  
д-р техн. наук, научный руководитель,  
ИНМИМ АО «НПО «ЦНИИТМАШ», Москва

**Лариса Васильевна БАСАЦКАЯ,**  
канд. техн. наук, директор НОАЛ,  
И ТУО АО «НПО «ЦНИИТМАШ», Москва

*В 2024 г. АО «НПО «ЦНИИТМАШ» отмечает 95-летие с момента основания в декабре 1929 г. Становление Центрального научно-исследовательского института технологии машиностроения (ЦНИИТМАШ) совпало с восстановлением и развитием народного хозяйства СССР. Решалась главная задача: обеспечить высокие темпы индустриализации страны. Создавались промышленные предприятия, научно-исследовательские институты. Подробности строительства ЦНИИТМАШ, возникновения научных коллективов (впоследствии научных школ) и научных достижений изложены в книге [1].*

**Отметим лишь основные моменты. Пять фактов о ЦНИИТМАШ:**

1. 95 лет назад на базе Московского отделения Ленинградского института металлов (МОИМ) был создан Научно-исследовательский институт ма-

шиностроения НИИмаш, который затем был расширен и переименован в Центральный научно-исследовательский институт машиностроения и металлообработки ЦНИИТМАШ (постановление ВСНХ СССР № 480 от 10 июля 1931 г.), а 27 декабря 1938 г. утвержден приказом Наркома машиностроения как Центральный научно-исследовательский институт технологии машиностроения (ЦНИИТМАШ), это название сохраняется до настоящего времени.

2. Более шестидесяти лет ЦНИИТМАШ успешно занимается разработкой материалов и технологий для атомных энергетических установок, использующих разные виды теплоносителей. Во второй половине XX века ЦНИИТМАШ создал новые стали, которые вот уже более 15 лет обеспечивают надежную работу АЭС с реакторными установками ВВЭР и по комплексу физических и механических свойств превосходят отечественные и зарубежные материалы аналогичного назначения. Из этих материалов изготовлена большая серия установок ВВЭР-1000 для России, ближнего зарубежья, КНР, Ирана. Всего построено 45 блоков, их модификации нашли широкое применение в проектах АЭС-2006 и ВВЭР-ТОИ.
3. За годы работы для атомной отрасли в 1976 г. Указом Президиума Верховного Совета СССР ЦНИИТМАШ награжден орденом Трудового Красного Знамени: на него возложены функции головной организации по разработке материалов, технологии производства и методов контроля качества изготовления оборудования для атомных электростанций.
4. В 1994 г. ЦНИИТМАШ получил статус государственного научного центра, который подтверждается с периодичностью раз в два года. Сегодня он выполняет работы как в рамках федеральных целевых программ, так и по прямым договорам с предприятиями, институтами РАН, профильными вузами. Особое значение имеют работы, проводимые в рамках исполнения единого отраслевого тематического плана Госкорпорации «Росатом», направленные на развитие материалов и технологий их изготовления на среднесрочную и долгосрочную перспективу.
5. Многие предприятия-гиганты отечественной промышленности были пущены в результате работы комплексных бригад сотрудников ЦНИ-

ИТМАШ, в том числе «Атоммаш» — крупнейшее в СССР, а впоследствии в России, производственное объединение атомного энергетического машиностроения (Волгодонск), уникальный завод с программой производства оборудования 12 блоков АЭС мощностью 1,2 млн кВт каждый.

Трудно, даже в сжатом виде, излагать историю и достижения ЦНИИТМАШ (вспомним: «...я вам не скажу за всю Одессу, вся Одесса очень велика...»). Хочется поведать читателям об ОНМИМ (ныне ИНМИМ) — Отделе (Институте) неразрушающих методов исследования металлов ЦНИИТМАШ, с которым связана наша творческая деятельность 50 лет.

ИНМИМ занимается решением проблем неразрушающего контроля в атомной энергетике. 1929 год — год создания ЦНИИТМАШ — совпал (ох, не случайно) с возникновением ультразвукового контроля металлов. 30 сентября 1929 года д-р техн. наук проф. ЛЭТИ С.Я. Соколов получил патент СССР № 11371 «Способ и устройство для испытания металлов» («Вестник комитета по делам изобретений», 1929, № 6).

#### Отметим пять фактов истории развития дефектоскопии в ЦНИИТМАШ.

1. В 1930 г. в ЦНИИТМАШ в составе отдела физико-химических методов исследования металлов Н.И. Ерёминым организована магнитная лаборатория. В 1949 г. в составе отдела приборостроения А.С. Матвеевым создана ультразвуковая лаборатория. В 1950 г. создана лаборатория радиационного контроля. Отдел приборостроения в конце 1950-х гг. реорганизовали в отдел неразрушающих методов исследования металлов. ОНМИМ в 2009 г. был преобразован в Институт неразрушающих методов исследования металлов (ИНМИМ).

В период 1937–1941 гг. сотрудник ЦНИИТМАШ Н.И. Ерёмин провел исследования по магнитопорошковой дефектоскопии. Были созданы магнитопорошковые дефектоскопы различного назначения, а также разработаны магнитные суспензии и пасты. Результаты работ изложены в монографии Н.И. Ерёмина «Магнитная порошковая дефектоскопия» [2]. Эта книга — одна из первых в СССР по магнитному контролю металла.

Первый в Советском Союзе серийный ультразвуковой дефектоскоп УЗД-7Э разработан и хранится в ЦНИИТМАШ.

Дефектоскоп УЗД-7Н, запущенный в серию в 1957 г., стал прототипом современных приборов по ультразвуковому контролю, который проводится при изготовлении, монтаже и эксплуатации оборудования, трубопроводов и других элементов атомных энергетических установок.



УЗ-дефектоскоп  
УЗД-7Н

2. Игорь Николаевич Ермолов (1927–2007) — основатель научной школы ультразвукового метода неразрушающего контроля.

Доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники России Игорь Николаевич Ермолов первым в мире разработал теорию акустического тракта ультразвукового дефектоскопа, совместно с Алексеем Сергеевичем Матвеевым организовал научную школу по ультразвуковой дефектоскопии, давшую миру более 30 кандидатов и пять докторов наук. Автор 16 монографий и 256 научных работ, научный руководитель более 20 аспирантов и докторантов, профессор И.Н. Ермолов работал в ЦНИИТМАШ с 1953 по 2007 гг.

3. Более 75 лет специалисты ЦНИИТМАШ занимаются ультразвуковой дефектоскопией.

И.Н. Ермоловым, а позднее В.Н. Даниловым выполнены фундаментальные исследования акустического тракта дефектоскопа применительно к детерминированным отражателям различной величины, формы, ориентации, а В.Г. Щербинским — применительно к реальным дефектам. Ю.М. Шкарлет в стенах ЦНИИТМАШ разработал основы теории ЭМА-преобразователей, что положило начало широкому развитию этого важнейшего направления бесконтактной УЗ-дефектоскопии.

4. Специалисты ЦНИИТМАШ разработали нормы оценки качества по результатам ультразвукового контроля.

До 1965 г. регламентирующих документов по оценке качества сварных изделий не существовало: несплошности в сварных швах считались недопустимыми независимо от их скоплений и размеров. Перед Игорем Николаевичем Ермоловым и Виктором Григорьевичем Щербинским стояла трудная задача: оценить допустимый предельный размер



*Фото на память в день 90-летия  
В.Д. Королева*

дефектов конструкций. На специально изготовленных образцах с дефектами провели эксперименты, измерили различные информативные признаки УЗК и, сопоставив их с данными механических испытаний, сформулировали критерии предельной величины дефектов в сварных швах энергооборудования, т.е. установили нормы оценки качества.

5. Профессия дефектоскописта вошла в топ-50 списка самых востребованных профессий по версии Минтруда. Список базируется на данных мониторинга рынка труда.

ИНМИМ ЦНИИТМАШ активно занимается подготовкой и аттестацией персонала согласно ГОСТ Р 50.05.11–2018 «Система оценки соответствия в области атомной энергии. Персонал, выполняющий неразрушающий и разрушающий контроль металла. Требования и порядок подтверждения компетентности», аттестацией лабораторий, выполняющих неразрушающий контроль технических устройств, зданий и сооружений на опасных производственных объектах.

В конце 1940-х – начале 1950-х гг. началось тесное сотрудничество в области УЗ-контроля ЦНИИТМАШ и ЛЭТИ им. Ульянова (Ленина) по разработке приборов – УЗ-дефектоскопов.

В статье А.Л. Давыдова, А.Е. Колесникова и Б.Н. Машарского «Применение ультразвуковой дефектоскопии для обнаружения внутренних по-

роков в металлических изделиях» [3] указано, что «Соколовым построен первый в мире ультразвуковой дефектоскоп» (Zur Frage der Fortpflanzung ultrakustischer Schwingungen in verschiedenen Korpern // Elektrische Nachrichten-Technik. 1929, Bd 11. S. 454–461). В работе [3] дано описание УЗ-дефектоскопов моделей УЗД-12 и УЗД-10 разработки ЛЭТИ.

Более ранней публикацией является статья Ю.В. Богословского, М.Р. Губановой и А.С. Матвеева «Ультразвуковой дефектоскоп УЗД-7 и некоторые результаты его применения (ЦНИИТМАШ)» [4], в которой представлены результаты работ по внедрению УЗ-контроля металлических изделий с применением дефектоскопа УЗД-7. Он разработан в отделе приборостроения (ныне ИНМИМ) ЦНИИТМАШ. Серийный выпуск дефектоскопа УЗД-7Н начался с 1957 г. В комплект дефектоскопа разработки ЦНИИТМАШ входили шупы (позднее их называли искательными головками, искателями и лишь примерно 40 лет назад – пьезоэлектрическими преобразователями (ПЭП)). Шупы (искатели) конструкции ЦНИИТМАШ предложены в 1951 г. сотрудниками отдела приборостроения: а.с. СССР № 100433, авт. Ю.В. Богуславский, В.Д. Королев, М.Ф. Краковяк, А.С. Матвеев, В.В. Рахманов.

Об истории создания прибора УЗД-7Н поделился старейший сотрудник ОНМИМ ЦНИИТМАШ



*И.Н. Ермолу – 60 лет, 1987 г. (сидят: крайний слева – А.С. Матвеев, третий – В.Д. Королев, пятый – И.Н. Ермолов)*

Владимир Дмитриевич Королев (1918–2013). В.Д. Королев работал в ЦНИИТМАШе целых 62 (!) года – с 1949 по 2011 гг.

Приведем несколько дефектоскопических историй, которые любил рассказывать Владимир Дмитриевич.

*УЗД-7Н – первый дефектоскоп, выпускавшийся серийно на приборостроительном заводе. Прибор был разработан в ультразвуковой лаборатории ЦНИИТМАШ.*

*Мне посчастливилось принять участие в этой работе. Ультразвуковая лаборатория ЦНИИТМАШ была создана начальником отдела приборостроения А.С. Матвеевым.*

*Небольшой коллектив ультразвуковой лаборатории в основном состоял из техников и электронщиков-практиков. Мы за короткое время создали несколько типов ультразвуковых дефектоскопов, толщиномеров и преобразователей к ним. Приборы шли и на продажу, и для оснащения лаборатории. Сотрудники лаборатории часто сами выезжали на заводы и проводили контроль этими приборами. Все замеченные недостатки оперативно устранялись, изменяли конструкцию при выпуске новых приборов.*

*В январе 1953 г. появился дефектоскоп УЗД-7М. Он очень хорошо себя показал в работе на заводах, но требовал кое-какой доработки. Усовершенствования были выполнены. Задумались, как назвать следующую модель прибора. Марка УЗД-7 уже себя зарекомендовала, на заводах успешно применялось больше десятка этих приборов, поэтому ее хотелось сохранить. Буква «М» означала, что модель модернизиро-*

*вана. Может быть, следующую модификацию назвать УЗД-7-2М? Но А.С. Матвеев предложил использовать следующую после «М» букву алфавита. Так и появился УЗД-7Н.*

*Прибор имел две рабочие частоты – 2,5 и 1,8 МГц. В комплект (впервые в мировой практике) входили наклонные призматические преобразователи, с помощью которых контролировали сварные швы. Пьезопластины тогда делали из титаната бария, а этот материал легко поляризовывался. Мы предусмотрели дополнительное гнездо на задней панели прибора с высоким постоянным напряжением, что позволяло за ночь поляризовать пьезопластину.*

*Глубиномер был ультразвуковой. Мы его называли «паровая машина». В нем был цилиндр, наполненный глицерином, и вспомогательный ультразвуковой преобразователь. Отражался ультразвук от поршня. Время пробега ультразвукового импульса в изделии сравнивалось со временем пробега импульса в цилиндре, а оно определялось по градуированной шкале. В то время, когда импульсная техника только осваивалась, была неточной, такое решение оказалось очень удачным.*

*А.С. Матвеев был вызван для демонстрации прибора на заседание правительства. Он пригласил М.Ф. Краковяка. Вызов был неожиданный. Михаил Федорович как был в валенках, так и поехал. На заседании ему и его коллегам предоставили стол, они подключили прибор и показали, как выполняется контроль. Прошло все благополучно, но М.Ф. Краковяк потом рассказывал, что он очень боялся. Рядом стоял молодой человек (видимо, из КГБ) и держал руку в кармане. И тут же Михаил вспомнил, что в приборе*

электролитические конденсаторы стоят прямо под электронно-лучевой трубкой. Электролиты иногда взрывались. От конденсата трубка может взорваться. В один момент «пришьет» этот кагебеешник за покушение на правительство.

Помню, приехали к нам французские ученые: профессора Бекар и Ланжевен. Бекар был мужчина средних лет, а Ланжевен очень старый. Возможно, это и был тот самый Ланжевен, который изобрел во время первой мировой войны акустический способ поиска немецких подводных лодок. В то время заведующим лабораторией уже был Игорь Николаевич Ермолов. Но он тогда только познавал ультразвук.

Французам УЗД-7Н очень понравился, особенно глубиномер. Французы сами поочередно брали преобразователь в руки, находили дефекты, измеряли их глубину. Конечно, перемазались в машинном масле. Ультразвук — дело грязное! И тут вышел конфуз. Коллектив у нас мужской, поэтому около умывальника мыло было хозяйственное, а полотенце мокрое и грязное, как овечий хвост в плохую погоду. Хозяйственным мылом французы руки вымыли, хоть и морщились, а полотенцем воспользоваться не рискнули. Платки носовые достали.

Потом Игоря Николаевича вызвал директор, и, как рассказывал Игорь Николаевич, ему был сделан выговор. Оказывается, французов нужно было пригласить в специальное место. Там было приготовлено чистое полотенце, туалетное мыло и поставлен вахтер (потому что один кусок мыла уже сперли). А Игорь Николаевич этого не знал.

Потребность в ультразвуковых дефектоскопах тогда была очень велика, поэтому мы делали по 5–6 приборов УЗД-7Н в месяц. Потом документацию и опытный образец прибора мы передали на Ленинградский инструментальный завод. Он выпускал приборы года два-три, пока не построили завод «Электроточприбор» в Кишиневе. Там уже стали серийно делать более совершенные приборы.

УЗ-дефектоскоп не может работать без УЗ-преобразователей (напомним, что в 1950-х гг. их называли шупами). Вот что вспоминал В.Д. Королев о некоторых эпизодах становления ультразвуковой дефектоскопии в Советском Союзе в части исследования и разработки преобразователей.

В 1952 г., 6 февраля коллектив ультразвуковой дефектоскопии ЦНИИТМАШ, а именно Ю.В. Богословский, В.Д. Королев, М.Ф. Краковяк, А.С. Матвеев и В.В. Рахманов подали заявку, а позднее получили авторское свидетельство № 100433 на изобретение под названием «Призматический шуп для ультразвуковой дефектоскопии». В те времена словом «преобразователь» мы не пользовались, а говорили «шуп». И короче, и по существу.

Позднее нам встречались заграничные патенты на подобные устройства с более поздним приоритетом, мы не сутяжничали: некогда было, да мы и не умели.

Насколько такие преобразователи были нужны, видно по сегодняшнему дню. Наклонный призматический преобразователь применяют при контроле практически всех изделий. В те времена мы тоже понимали, как важно направить ультразвук наклонно к поверхности, чтобы обнаруживать вертикальные или почти вертикальные дефекты. Именно такие дефекты характерны для сварных швов, а сварные швы очень нуждаются в неразрушающем контроле.

Как тогда решали задачу наклонного ввода ультразвука? Применяли довольно громоздкие и неудобные отдельные преобразователи, которые дефектоскописты называли «копыта». Они имели вид этаких призматических треугольников из стали или пластика, которые располагали между пьезопластиной и изделием. В призмах ультразвук слабо затухает, поэтому работать можно было только в раздельном режиме.

Наш коллектив был молодым и трудолюбивым, а дружба помогла нам решать все вопросы совместно. Задача состояла в том, чтобы заставить ультразвук затухать в ловушке призмы, не попадая на пьезопластину. Ловушкой служила передняя и развитая верхняя части призмы. Путь лучей в призме мы прочертили, но размеры взяли с запасом, чтобы ультразвуковой импульс после многократных отражений не пришел на пьезопластину.

Что важно: пьезопластина излучала в плексиглазовую призму продольную волну, но углы призм мы брали между первым и вторым критическими, чтобы в стальном изделии получалась поперечная волна. Призматические преобразователи делали с углами призмы 30, 40, 50°, высоту верхней части (ловушки) находили опытным путем.

Больше всего трудностей было с призмами на 30°. Никак не удавалось задать ложный сигнал. Потом разобрались: он возникал от трансформации продольных волн в поперечные при отражении от контактной поверхности призмы. Пьезопластина хотя и предназначалась для продольных волн, принимала также и эту поперечную волну, тем более что падала она на пластину наклонно. От этого ложного сигнала мы избавились, увеличив путь от пьезопластины до контактной поверхности призмы. Тогда поперечная волна стала уходить в ловушку призмы.

В 1952 г. в Акустическом институте Академии наук под председательством академика Н.Е. Андреева прошла конференция по применению ультразвука в промышленности. Член-корреспондент академии, первооткрыватель ультразвуковой дефектоскопии Сергей Яковлевич Соколов отметил в докладе успехи ВИАМ, НИИХИММАШ. Но особенно он подчеркнул



новизну и полезность работ ЦНИИТМАШ по разработке призматического преобразователя, расширяющего возможности ультразвукового контроля. Кроме того, он отметил, что применение в ЦНИИТМАШ керамических пьезоэлементов позволило уменьшить габариты и массу ультразвуковых дефектоскопов. Нам, тогда молодым сотрудникам, было очень приятно услышать такую оценку нашей работе.

Разработанные институтом за прошедшее время пьезопреобразователи трудно перечислить. Большинство из них не имеет аналогов в нашей стране и за рубежом, а именно: веерные, фокусирующие с искривленной и зональной пластинами, с фокусирующим протектором, аксиконовые с удлиненной зоной фокусировки, иммерсионные с эластичной мембраной, с эластичным скользящим протектором, с разнесенными подвижными электродами, дуэт и тандем для контроля головными волнами, двусторонний прямой и наклонный, с переменным углом ввода и вращающейся втулкой, с переменным углом ввода и поворачиваемся клином, широкополосные, с уменьшенной стрелой, с повышенной стабильностью акустического контакта.

Хочется особенно отметить, что мастер «золотые руки» В.Д. Королев мог сконструировать и изготовить преобразователи самой высокой сложности. Добавим, что в ОНМИМ (ИНМИМ) разработали еще и высокочастотные ПЭП для УЗ-контроля сварных соединений малой толщины (2,0–6,0 мм), ПЭП для иммерсионного контроля, с криволинейной контактной поверхностью, с алюминиевой призмой и множество преобразователей прямых, совмещенных и раздельно-совмещенных, наклонных различной конструкции.

В дальнейшем это направление ультразвуковой дефектоскопии продолжило развиваться, потому что каждая принципиально новая методика – это новый преобразователь, а разработка каждого нового преобразователя открывает новые возможности.

В ушедшие десятилетия в ЦНИИТМАШ разрабатывали и изготавливали не только приборы в комплекте с преобразователями. Сотрудниками ЦНИИТМАШ подготовлены и выпущены множество документов по неразрушающему контролю объектов атомной и тепловой энергетики. Все они нашли широкое применение в промышленности нашей страны. В последние годы (с 2019 г. по настоящее время) в ИНМИМ проводят исследования состояния металла (структуроскопия) методами неразрушающего контроля.

Однако вернемся в доброе прошлое время.

*Мне вспоминается командировка в Швецию в середине 1990-х гг. Команда российских специалистов в составе трех человек посетила атомную станцию.*

*Подразделения неразрушающего контроля шведской АЭС мало отличаются от аналогичных на АЭС России. Нам интересна служба ультразвукового контроля. Гостям показали оснащение лаборатории приборами, ознакомили с работой специалистов УЗК. Затем провели в комнату, где находился мужчина средних лет. На столе дефектоскоп, преобразователи, пьезоэлементы, включенный паяльник. Нам представили хозяина комнаты:*

– Знакомьтесь, мастер «золотые руки». Умеет сконструировать и изготовить преобразователь любого (!) типа.

*Мастер-специалист по преобразователям в смущении встал из-за стола и ознакомил нас (через переводчика) со своей работой. Мне захотелось рассказать о нашем В.Д. Королеве, что я и сделал. Швед удивился – не один он такой – и произнес:*

– Передавайте огромный привет моему российскому коллеге.

*В комнату вошел молодой человек, представился нам. Он говорил на русском языке с незначительным акцентом. На наше удивление сказал:*

– Я бывший кубинский студент, когда-то учился и закончил МЭИ. На родине работу не нашел, вот приехал в Швецию.

*Бывший студент МЭИ после паузы спросил:*

– Вы знаете Ермолова Игоря Николаевича?

*Нашему удивлению не было предела:*

– Мы работаем с ним вместе! Правда находимся на разных этажах здания ЦНИИТМАШ.

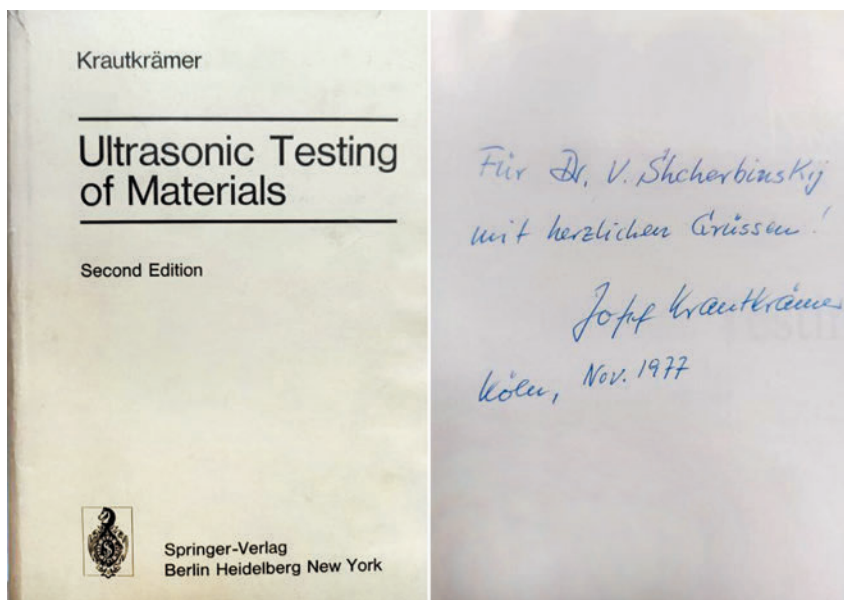
*Теперь удивился кубинец и рассказал, что лекции по УЗК студентам читал И.Н. Ермолов. По его лекциям будущие специалисты познавали тонкости ультразвукового контроля. Кубинец – сотрудник лаборатории УЗК шведской АЭС закончил повествование так:*

– Передавайте привет Игорю Николаевичу и скажите, что благодаря ему я ощущаю себя настоящим специалистом.

Сотрудница ОНМИМ Любовь Владимировна Воронкова после аттестации в Норвегии по неразрушающему контролю рассказывала следующее. Специалисты УЗ-контроля в Норвегии изучают предмет по книгам И.Н. Ермолова, формулы акустического тракта УЗ-дефектоскопа они так и называют «формулы Ермолова».

Вспоминается еще один примечательный факт. Проекты европейских и международных документов по УЗК (серии EN и EN ISO) направлялись в нашу страну, И.Н. Ермолову. Он знакомил с ними сотрудников ОНМИМ (ИНМИМ). Составлялся сводный список замечаний и направлялся разработчикам в Европу.

Или вот еще. В середине 1970-х гг. сотрудника ОНМИМ Виктора Григорьевича Щербинского



Титул монографии J. Krautkrämer, H. Krautkrämer “Ultrasonic Testing of Materials” с дарственной надписью: «Доктору В. Шербинскому с сердечными пожеланиями. Йозеф Крауткремер. Кёльн, ноябрь 1977»

командировали в ФРГ. Совершенно случайно, уже после кончины Виктора Григорьевича в 2018 г., попала на глаза монография J. Krautkrämer, H. Krautkrämer “Ultrasonic Testing of Materials” (русский перевод, см. работу [5]) с дарственной надписью.

Комментарии не требуются.

За 95 лет ЦНИИТМАШ, в частности ИНМИМ, прошел сложный и тернистый путь, наполненный значительными успехами. Молодому поколению специалистов хочется пожелать — так держать!

#### Библиографический список

1. Государственный научный центр Российской Федерации АО «НПО «ЦНИИТМАШ». Мировой уровень знаний, опыта и достижений / под ред. д-ра техн. наук В.В. Орлова и д-ра техн. наук

К.Л. Косарева. М.: ГНЦ РФ «АО «НПО «ЦНИИТМАШ», 2019, 175 с.

2. **Ерёмин Н.И.** Магнитная порошковая дефектоскопия. М.: Машгиз, 1947. 188 с.
3. **Давыдов А.Л., Колесников А.Е., Машарский Б.Н.** Применение ультразвуковой дефектоскопии для обнаружения внутренних пороков в металлических изделиях (ЛЭТИ им. Ульянова (Ленина) // Заводская лаборатория. 1953. № 2. С. 197–203.
4. **Богословский Ю.В., Губанова М.Р., Матвеев А.С.** Ультразвуковой дефектоскоп УЗД-7 и некоторые результаты его применения (ЦНИИТМАШ) // Заводская лаборатория. 1952. № 7. С. 846–854.
5. **Крауткремер Й., Крауткремер Г.** Ультразвуковой контроль материалов / пер. с нем. под ред. д-ра техн. наук В.Н. Волченко. М.: Металлургия, 1991. 752 с.



Спектр

Издательский дом

## Издательский дом «Спектр»

специализируется на издании технической литературы – научной, учебной, производственной, справочной и научно-популярной

<http://idspektr.ru/>  
(495) 514 76 50  
[info@idspektr.ru](mailto:info@idspektr.ru),  
[idspektr@gmail.com](mailto:idspektr@gmail.com)

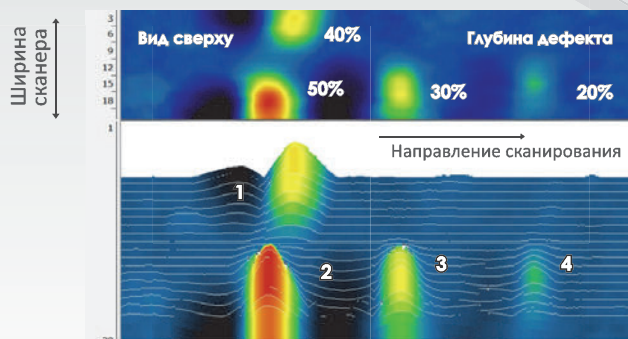
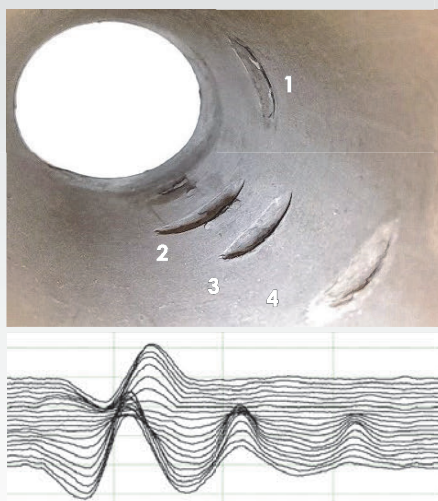


Открыта подписка  
на журналы  
на 1 полугодие 2025 г.

- «Вестник компьютерных и информационных технологий»
- «Контроль. Диагностика»
- «Справочник. Инженерный журнал»
- «Стекло и керамика»
- «Лабораторная и клиническая медицина. Фармация»

## СКАНИРУЮЩАЯ ВИХРЕТОКОВАЯ СИСТЕМА

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



Реклама

Пример обнаружения коррозионного повреждения на внутренней поверхности стенки трубопровода

## ПРЕИМУЩЕСТВА СИСТЕМЫ

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



ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ



# ВИДЕТЬ НАСКВОЗЬ. НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ В БОРЬБЕ С КОНТРАФАКТОМ



**БУРЦЕВ Алексей Викторович**  
Ведущий инженер-технолог,  
ГК «Диполь», Москва



**КРЕМЛЕВ Кирилл Владимирович**  
Руководитель направления  
«Оборудование для производства  
электроники», ГК «Диполь»,  
Санкт-Петербург

*Быстрые темпы роста электронной промышленности во всем мире приводят к активной цифровизации и оптимизации во всех областях деятельности. Но позитивные изменения сопровождаются и негативными процессами. Вслед за легальным рынком электроники увеличиваются скорости и совершенствуются в умениях производители контрафактных электронных компонентов. Эти вызовы требуют профессиональных ответных решений.*

## Введение

По данным Организации экономического сотрудничества и развития, в 2017 г. оборот в сфере поддельных комплектующих превысил 500 млрд дол. США [1]. В том же году Росстат оценивал рынок контрафактной продукции примерно в 3 трлн руб. [1].

Производителей фальсификатов не останавливают не только условные, но и реальные тюремные сроки. Например, несколько лет назад в США был вынесен приговор — 37 месяцев лишения свободы за поставку поддельных микросхем для атомных

подводных лодок [2]. При этом использование поддельных компонентов принесло производителям электроники убытки в размере 7,5 млрд дол. (по данным на конец 2021 г.) [2].

Наиболее часто контрафактные компоненты встречаются среди тех позиций, которые были сняты с производства или будут сняты в ближайшее время. Аналитическая компания IHS Markit Ltd (ныне входит в состав корпорации S&P) в 2016 г. информировала [3], что доля таких компонентов среди всего контрафакта составляет до 69%. Это неудивительно: разработчики не успевают обновить конструкцию своих изделий вслед за быстро меняющейся элементной базой, и спрос на «старые» микросхемы сохраняется. Наиболее остро проблема стоит в таких «неповоротливых» сферах, как производство военной и космической техники. Этой проблемой всемирного масштаба и пользуются недобросовестные изготовители.

В данном контексте ни одно предприятие не может быть уверено в безопасности, лучшим решением проблемы является комплекс действий: сочетание предупредительных действий с организацией входного контроля поступающей элементной базы.

Методы входного контроля условно делятся на две группы: разрушающие и неразрушающие. Очевидно, что для сохранения работоспособности компонентов предпочтительнее использовать неразрушающий контроль. И если раньше основным инструментом контролеров было увеличительное стекло или микроскоп, то сейчас в их арсенал входит более совершенное и эффективное оборудование — например, рентгеновские установки.

В России также уделяют повышенное внимание борьбе с контрафактными электронными компонентами и, в частности, неразрушающим методам контроля. В 2017 г. в стране был введен в действие национальный стандарт ГОСТ Р 57880 2017 «Система защиты от фальсификаций и контрафакта. Электронные изделия. Предотвращение получения, методы обнаружения, сокращение рисков применения и решения по использованию фальсифицированной и контрафактной продукции» [4], в котором радиологическое исследование

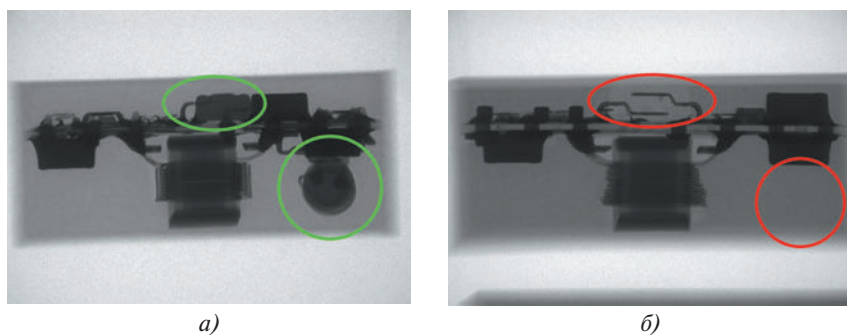


Рис. 1. Рентгеновский снимок DC/DC-преобразователя: а – эталон; б – контрафакт

(рентген-контроль) указано как рекомендуемое наряду с другими методами разрушающего и неразрушающего контроля.

Рентгеновскому анализу уделено внимание и в методических указаниях Всероссийского научно-исследовательского института радиоэлектроники» (ФГБУ «ВНИИР», ранее ФГУП «МНИИ-РИП») [5]. Этот институт приказом Минпромторга России с 2016 г. является головной организацией, выполняющей исследования в области электронной компонентной базы. Методика института прямо указывает на то, что рентген-контроль является более эффективным, чем визуальные или разрушающие методы контроля.

Еще один перспективный метод борьбы с подделками заключается в нанесении на микросхемы дополнительной, не видимой глазу маркировки, которая проявляется только под воздействием инфракрасного, ультрафиолетового или рентгеновского излучений.

Решения по борьбе с контрафактной продукцией входят в перечень мероприятий по развитию системы «Честный ЗНАК», внедряемой в России на государственном уровне [6].

Очевидно, что сфера применения рентгеновских установок на предприятиях радиоэлектронной промышленности не должна ограничиваться проверкой качества паяных соедине-

ний. Но, к сожалению, большинство руководителей не в полной мере используют возможности имеющегося оборудования, и рентгеновские установки приобретаются в основном для проверки монтажа микросхем в корпусе BGA и некоторых других типов компонентов. Эта статья посвящена применению рентгеновского излучения на этапе входного контроля электронных компонентов и печатных плат.

### Входной контроль электронных компонентов

Существуют три основных способа выявления контрафактной продукции с помощью рентгеновской установки:

- сравнение с эталоном;
- сравнение с документацией на компонент;
- выявление очевидных дефектов, не требующих эталонного образца или проверки документации.

### Сравнение с эталоном

В этом методе для выявления контрафактных компонентов используется эталонный образец – компонент, про который достоверно известно, что он является оригинальным и соответствует всем заявленным характеристикам. Если на предприятии нет возможности иметь дополнительные компоненты в качестве образцов (например, комплектация закупается без учета техно-

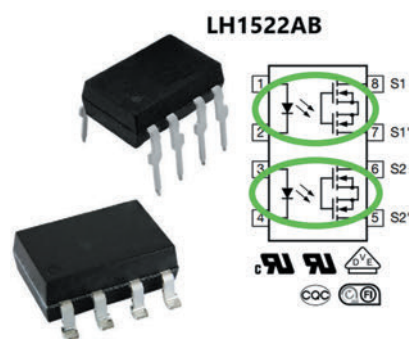


Рис. 2. Твердотельное оптическое реле LH1522AB

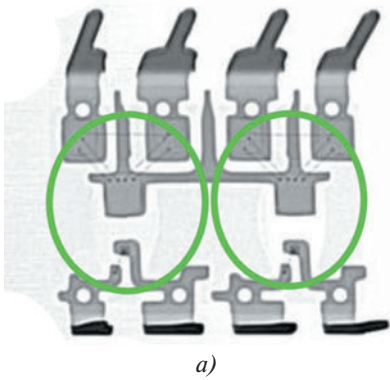
логического запаса), их может заменить библиотека рентгеновских снимков по эталонным позициям (рис. 1).

На приведенных рентгеновских снимках хорошо видно, что у контрафактного элемента (рис. 1, б) отсутствуют два крупных компонента. Это электролитические конденсаторы, предназначенные для сглаживания пульсаций напряжения. Будет ли функционировать контрафактный DC/DC-преобразователь? На первых порах – да. Будет ли он отличаться надежностью? Нет, как утверждают специалисты, в скором времени он неизбежно выйдет из строя.

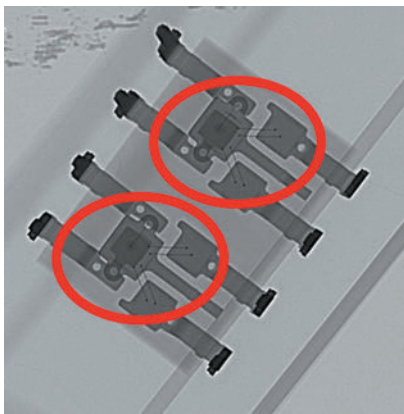
### Сравнение с документацией на компонент

Метод основан на сравнении внутренней структуры электронного компонента с электрической схемой, которая обычно приводится в документации (технические условия, Datasheet). Визуальный контроль позволяет проверить только тип корпуса, состояние маркировки и другие внешние качественные признаки. С помощью рентгеновской установки можно заглянуть внутрь компонента.

Рассмотрим действие метода на примере обследования твердотельного оптического реле LH1522AB. Выдержка из документации на реле (рис. 2) сообщает: пара светодиодов распо-

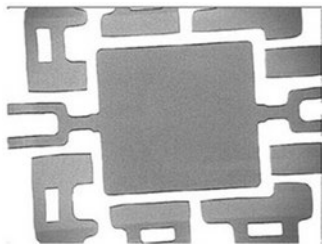


а)

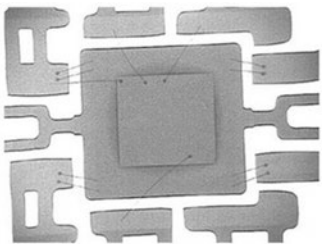


б)

Рис. 3. Сравнение снимков двух партий реле с электрической схемой из Datasheet: а – соответствие электрической схеме; б – наличие контрафактного компонента



а)



б)

Рис. 4. Отсутствие разварки кристалла (а) и компонент с наличием разварки (б)

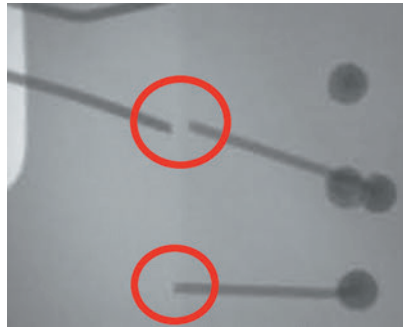


Рис. 5. Обрыв проводников

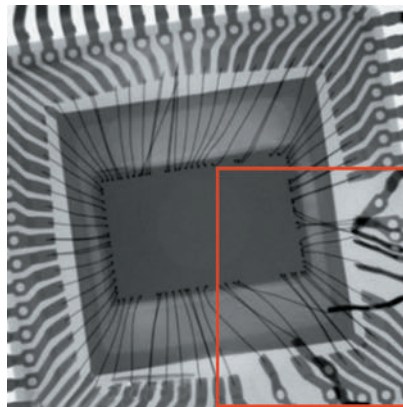


Рис. 6. Повреждение выводов

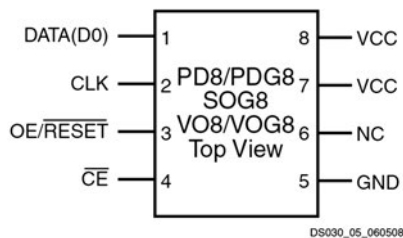


Рис. 7. Схема из Datasheet с назначением выводов микросхемы XC17S30XLPD8I

лагается между выводами 1-2 и 3-4, а соответствующие им фотоприемники – между выводами 7-8 и 5-6.

Теперь обратимся к рентгеновским снимкам.

На входной контроль поступили две партии реле. В отличие от предыдущего примера неизвестно, какая из партий является эталонной. Поэтому снимки сравниваются с электрической схемой из Datasheet.

Изучение снимков показывает, что разварка (электрическое соединение между кристаллом и

выводами компонента с помощью тонких металлических нитей) и расположение элементов внутренней структуры компонента на рис. 3, а соответствует электрической схеме, а изображение на рис. 3, б демонстрирует контрафактный компонент: хорошо заметна разварка между выводами, расположенными друг напротив друга, что прямо противоречит назначению оптического реле (обеспечение гальванической развязки).

### Выявление очевидных дефектов, не требующих эталонного образца или проверки документации

На снимке хорошего качества данная категория несоответствий сразу же бросается в глаза. Такие дефекты, как отсутствие кристалла или его разварки, обрыв проводников, повреждение выводов и корпуса компонентов не требуют тщательного изучения технической документации. Конечно, общие знания в области электронных компонентов требуются и здесь, но сложно сомневаться, что опытный оператор рентгеновской установки пропустит подобные дефекты (рис. 4–6).

Описанные методы не гарантируют точного определения, является ли компонент контрафактным, но могут значительно улучшить работу сотрудников входного контроля. В подзрительных случаях рентгеновские снимки компонентов являются поводом для проведения дальнейших исследований.

Поясним это на примере микросхемы XC17S30XLPD8I. В Datasheet приведена следующая схема с назначением выводов (рис. 7).

На входном контроле было проведено обследование (рис. 8) партии микросхем в одной упаковке (паллете).

Полученный снимок не позволяет однозначно заявить, что

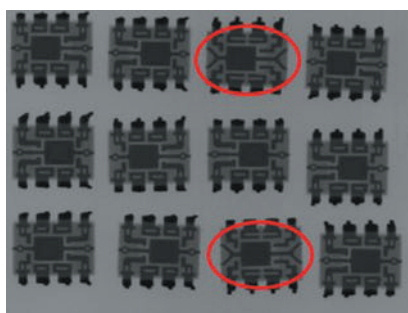


Рис. 8. Снимок партии микросхем в одной упаковке (паллете)

микросхемы контрафактные. Эталонный образец отсутствует, а схема из Datasheet слишком общая, чтобы с ее помощью вынести какой-либо вердикт. Однако следует обратить внимание на два момента:

- у выделенных микросхем металлизация внутри корпуса отличается от большинства соседних микросхем;
- микросхемы в упаковке уложены не в одном направлении, а развернуты относительно друг друга на 180° (это обнаружил и визуальный контроль).

Данные признаки дают основание для подозрений в контрафакте и проведения дополнительной проверки. У надежных производителей и поставщиков все компоненты в пределах одной партии абсолютно одинаковые и в упаковке ориентированы в одном направлении.

### Входной контроль печатных плат

Завершая разговор о борьбе с контрафактом, немаловажно упомянуть о других значимых возможностях рентген-технологий.

Применение рентгеновских установок при входном контроле печатных плат является менее распространенным по причине того, что на «голой» плате не так много металла, как на плате с припаянными компонентами. Рентгеновские лучи слабо поглощаются тонкими медными дорожками, поэтому к данному способу контроля обращаются обычно уже после того, как на

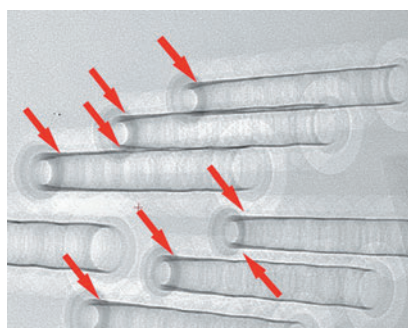


Рис. 9. Утолщение металлизации на отверстиях, предназначенных для запрессовки соединителей

этапе функционального контроля смонтированных плат выявляют дефекты.

Рассмотрим некоторые примеры. На снимке, представленном на рис. 9, заметно утолщение металлизации на отверстиях, предназначенных для запрессовки соединителей. На входном контроле печатных плат диаметр таких отверстий обычно не проверяют, хотя уменьшение диаметра негативно сказывается на операции запрессовки. Выводы соединителей попросту не смогут «прорезать» избыточный слой металла. Такие платы подлежат выбраковке и замене.

На снимках, показанных на рис. 10, хорошо видны потемнения внутри металлизированных отверстий. Сильное поглощение излучения свидетельствует о том, что эти потемнения не что иное, как металлические включения. Они появляются, например, при попадании посторонних частиц металла в отверстие или при разрыве паяльной маски во время нанесения покрытия на контактные площадки методом горячего лужения.

Согласно стандарту IPC-A-600, любое отсутствие маски там, где она должна быть по проекту платы, — это дефект. Но если разработчик посчитает, что попадание припоя в отверстия не повлияет на функционирование платы, он может принять ее в работу.

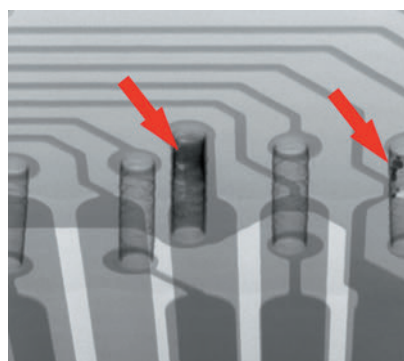


Рис. 10. Потемнения внутри металлизированных отверстий

Сложнее обнаружить обрывы проводников, особенно если они расположены во внутренних слоях печатной платы. Но если сделать это вовремя, можно значительно улучшить эффективность производства, ведь обычно проводники начинают рассматривать только после того, как обнаружится отсутствие сигнала после включения платы.

На снимке, представленном на рис. 11, приведен пример грубого обрыва проводника на наружном слое. Во внутренних слоях обрывы не так заметны. Зонай риска являются места соединений проводников с металлизированными переходными отверстиями.

### Учет электронных компонентов

Наконец, еще одна сфера применения рентгеновского излучения при входном контроле

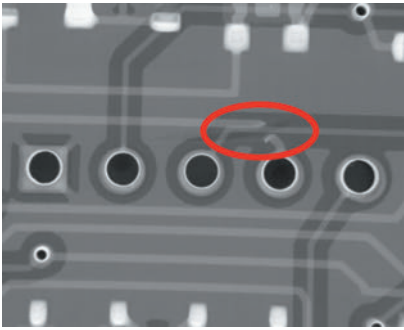


Рис. 11. Пример грубого обрыва проводника на наружном слое печатной платы

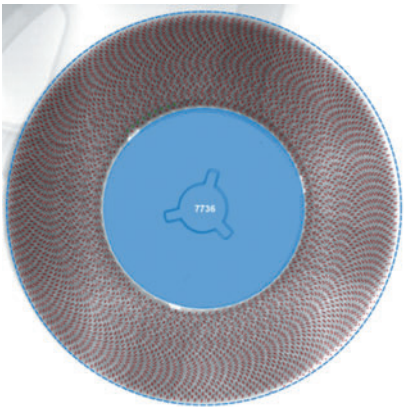


Рис. 12. Катушка в счетчике

электронных компонентов — это их пересчет. Особенно актуально это для катушек с мелкими чип-компонентами, количество которых в одной катушке может достигать до 10 тыс. шт. На одних предприятиях катушки пересчитывают вручную с помощью линейки, на других используют полуавтоматические счетчики, напоминающие старые бобинные магнитофоны. Рентгеновские счетчики позволяют сократить скорость пересчета в несколько раз, при этом лента не требует

перемотки с одной бобины на другую.

Многие рентген-установки имеют встроенную функцию подсчета компонентов, но лучшим решением будет отдельный рентгеновский счетчик. Пример того, как выглядит катушка в счетчике, приведен на рис. 12.

Время подсчета одной катушки составляет около 10 с, при этом в рабочей области счетчика одновременно можно разместить несколько катушек.

### Заключение

Изготовители контрафактной продукции используют все более сложные способы обмана. Традиционный визуальный контроль и измерение базовых электрических параметров не всегда могут защитить от фальсифицированных и бракованных компонентов. Рентген-контроль на предприятии на этапе входного контроля позволяет значительно повысить вероятность обнаружения контрафакта до монтажа на плату (тем самым избежать последующего ремонта платы), а на этапе контроля смонтированных плат избавляет от поиска дефектного компонента путем классического перепаивания на заведомо годный.

Вместе с этим приходится признать, что далеко не всегда, имея в распоряжении установку рентгеновского контроля, специалисты предприятия знают все ее возможности и пользуются ими в полной мере, ограничиваясь только отдельными прикладными задачами.

### Библиографический список

1. Материалы VI Международного форума «Антиконтрафакт — 2018». Итоговые документы. Москва, 19–21 ноября 2018 г. М., 2018. С. 155.
2. **Detecting Counterfeit ICs** / Alan Lowne, CEO of Saelig Co. Inc. URL: <https://www.electronicdesign.com/home/contact/21185933/alan-lowne>
3. **Tehraniipour M. M., Guin U., Forte D.** Counterfeit Integrated Circuits: Threats, Detection, and Avoidance. Springer, 2015.
4. **ГОСТ Р 57880–2017.** Система защиты от фальсификации и контрафакта. Изделия электронные. Предотвращение получения, методы обнаружения, сокращение рисков применения и решения по использованию фальсифицированной контрафактной продукции. М.: Стандартинформ, 2017. 46 с.
5. **Типовая методика** испытаний на определение признаков контрафакта и порядок их проведения: Круглый стол в Мытищинском научно-исследовательском институте радиоизмерительных приборов (МНИИ-РИП) 29 авг. 2009 г. / А.П. Серадинов, ФГУП «МНИИ-РИП». Мытищи, 2009.
6. **Книга О. П., Макарова А.Л.** Системы прослеживания и методы маркировки электронных компонентов в России // Электроника: наука, технология, бизнес. 2022. Т. 220, № 9. С. 134–146. URL: [https://www.electronics.ru/files/article\\_pdf/9/article\\_9622\\_882.pdf](https://www.electronics.ru/files/article_pdf/9/article_9622_882.pdf)



Полная копия  
печатной версии журнала  
«Территория NDT»  
на мобильном устройстве







## Уважаемые коллеги!

ПРИГЛАШАЕМ ВАС ПРИНЯТЬ УЧАСТИЕ И ВЫСТУПИТЬ С ДОКЛАДОМ на

# XXV Петербургской научно-технической конференции УЗДМ-2025

«Методология ультразвукового контроля: фундамент и современные надстройки», посвященной 100-летию со дня рождения Анатолия Константиновича Гурвича



**20-23 мая 2025**  
**Санкт-Петербург**

### ТЕМАТИКА КОНФЕРЕНЦИИ

1. Методические особенности и аспекты применения ультразвуковых антенных решеток.
2. Технологические возможности ультразвуковых аппаратно-программных комплексов с визуализацией результатов в задачах стратегии цифровизации.
3. Фундаментальные принципы методологии в практике ультразвукового контроля при производстве и эксплуатации продукции металлургии и машиностроения, в атомной и тепловой энергетике, трубопроводном и железнодорожном транспорте.
4. Метрологическое обеспечение технологий ультразвукового контроля и диагностики (круглый стол).
5. Обучение, подтверждение квалификации, аттестация, сертификация... а результат? (круглый стол).

### ОРГАНИЗАТОРЫ УЗДМ-2025

- Научный центр мостов и дефектоскопии
- Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I

### ПРИ ПОДДЕРЖКЕ

- Секции «Физические неразрушающие методы контроля» научного совета по физике конденсированных сред РАН
- Российского общества по неразрушающему контролю и технической диагностике
- Национального агентства контроля сварки

### МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ

Санкт-Петербург, отель «Новый Петергоф»  
(Петергоф, Санкт-Петербургский проспект, 34)

### ФОРМЫ РАБОТЫ

- Пленарные и секционные доклады.
- Стендовые доклады.
- Круглые столы.
- Демонстрация оборудования.

### ВАЖНЫЕ ДАТЫ

- Прием заявок – до **15.02.2025 г.**
- Прием тезисов докладов – до **15.03.2025 г.**
- Рассылка пригласительных билетов и программ – до **10.05.2025 г.**

### КОНТАКТНЫЕ ДАННЫЕ ОРГКОМИТЕТА

**E-mail:** uzdm2025@yandex.ru  
**Телефон:** +7 (921) 938-43-13

*Оргкомитет УЗДМ-2025*

### Генеральный спонсор:

ООО «Компания «Нординкрафт».

### Спонсоры:

ООО «АКС», АО «Фирма ТВЕМА», ООО «НПЦ «Эхо+», ООО «КОНСТАНТА».

### Информационные партнеры:

журналы «Дефектоскопия», «Территория NDT», «Контроль. Диагностика», Издательский дом «Спектр», форум «Дефектоскопист.ру».



# ДАТЧИК ФЁРСТЕРА



Имя Фридриха Фёрстера, изобретателя, выдающегося немецкого ученого и предпринимателя, профессора, доктора философских наук, доктора технических наук, почетного доктора многочисленных университетов, хорошо известно специалистам неразрушающего контроля. Его изобретениями и открытиями пользуются во всем мире.

Фридрих Фёрстер родился 13 февраля 1908 г. в деревне Хундисбург, в семье священника. Около 150 патентов и 200 научных публикаций подписаны его именем. По всему миру разработанные Фридрихом Фёрстером электромагнитные методы и устройства используются для измерения магнитного поля, поиска неразорвавшихся снарядов, мин, античных ювелирных изделий, военных объектов, для досмотра людей в аэропортах, для конт-

роля правильности химического состава металлических изделий, качества их термической обработки, толщины, а также для выявления поверхностных трещин. Почти вся металлургическая продукция в мире проверяется с помощью этих методов и устройств. Датчики магнитного поля Ф. Фёрстера пролетели в составе оборудования спутников до Луны.

Одно из самых важных изобретений Ф. Фёрстера, за которое предприятие получило в США высшую награду НАСА (NASA), – датчик Фёрстера. Это зонд, которым можно измерять магнитные поля, гораздо более слабые, чем магнитное поле Земли. Магнитное поле Земли действительно слабое и составляет примерно 0,5 А/см. Датчиком Фёрстера можно измерять поля в 100 000 раз слабее магнитного поля Земли. Для сравнения: поле на полюсах контактного магнита составляет около 100 А/см. Для измерения этого поля нет необходимости применения датчика Фёрстера, достаточно датчиков Холла, с помощью которых можно измерять поля от 1 А/см до 1000-кратной силы поля Земли. Измерительные приборы напряженности магнитного поля Фёрстера стали стандартным решением для измерения магнитного поля во всем мире.

Как возник датчик Фёрстера, и по какому принципу он работает? Научно-исследовательский институт Макса Планка был интегрирован в 1930-е гг. в испытания новых материалов с высокой проникаемостью, которые известны сегодня, например, под названием Permalloy. Ф. Фёрстер должен был исследовать влияние внутренних напряжений на магнитные свойства проб проволоки.

Он сидел ночи напролет перед своим феррографом, пока не понял, почему петли гистерезиса располагаются в координатной системе несимметрично. Оказалось, что позиция петель гистерезиса изменялась в координатной системе, если он перемещал измерительную катушку. Можно было оценить это как нежелательный эффект, но он не остановился на этом. Ф. Фёрстер изменил конфигурацию катушек таким образом, что первичные обмотки двух трансформаторных катушек были включены встречно (рис. 1), и ожидал действия индукции

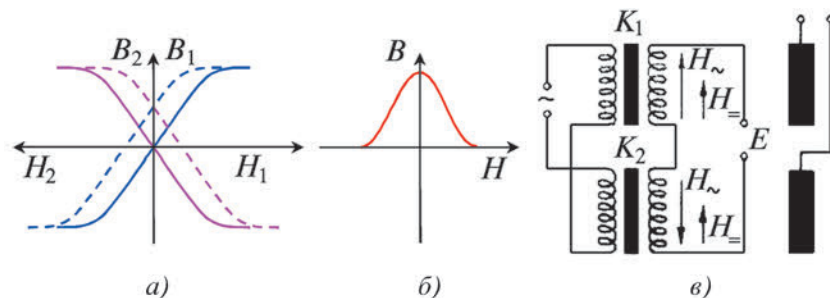


Рис. 1. Феррозонд (датчик Фёрстера)

двух направленных встречно петель гистерезиса (рис. 1, а). В результате их встречного включения они должны были нейтрализовать себя. Но так как они были немного смещены вверх по оси  $Y$ , их сумма не равнялась нулю, а давала кривую сумм дополнительной индукции (рис. 1, б).

Откуда появилась эта дополнительная индукция? Она могла быть вызвана влиянием слабого поля Земли. И снова творческий подход Фёрстера: в обычном случае применили бы компенсирующее поле для подавления этого эффекта, а озарение Фридриха Фёрстера подсказало, как использовать этот эффект для измерения слабых полей. Чтобы повысить чувствительность измерительных катушек феррографа, он перестроил расположение катушек и проб так, что использовал теперь с самого начала пару трансформаторных катушек, в которых первичные обмотки были включены встречно (рис. 1, в). Вместе с тем была рождена идея феррозонда, или «Saturationssonde», или «Fluxgate», или «second harmonic detector», или датчика Фёрстера [1]. «Second harmonic detector» потому что в измерительном сигнале встречается удвоение частоты, неопианное здесь, которое можно подтвердить также математическим путем с помощью рядов Фурье. При этом оказывается, что сигнал наложенного поля, например поля Земли, прямо пропорционален 2-й гармонике.

Датчик Фёрстера, открытый в Германии и названный в честь его открывателя, летал со спутниками на Венеру, Юпитер, Марс, Меркурий, Солнце и Луну. Он также является составной частью контрольно-измерительных приборов для обнаружения трещин, контрольно-измерительных приборов материалов, например разработанного Ф. Фёрстером и известного под названием «коэрцитиметр» (Koerzimeter) устройства для быстрого измерения коэрцитивной силы [2], а также устройства, которое может измерять магнитную проницаемость вплоть до 3-го знака после запятой таких неферромагнитных материалов, как коррозионно-стойкая сталь.

Упомянутое последнее устройство связано с открытым также Фёрстером принципом искажения поля (рис. 2): стержневой магнит обладает обычно симметричным магнитным полем, и, если его приблизить к парамагнитному материалу, поле искажается, даже если он слабомагнитен, как, например, аустенитная сталь или другие аустенитные материалы. Это исключительно незначительное искажение поля можно измерять датчиками Фёрстера. На этой основе дочерняя фирма Фёрстера — Forster-Anlagen GmbH разработала метод, который долгое время был секретным. С его помощью можно находить вредные и опасные локальные внутренние науглероживания труб центробежного литья в крекерах для производства полиэтилена.

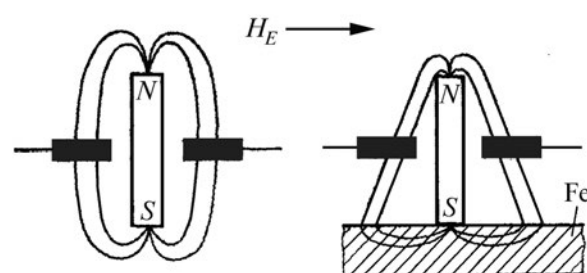


Рис. 2. Принцип искажения поля



Рис. 3

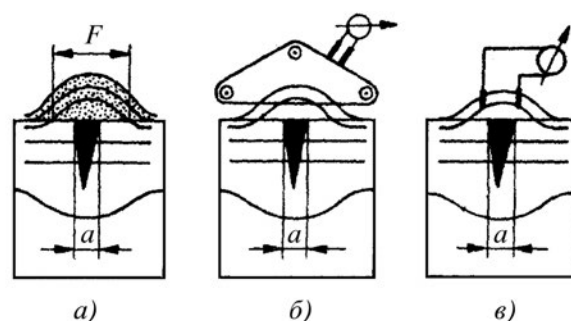


Рис. 4. Обнаружение поля рассеяния: а — магнитный порошок; б — магнитная лента; в — датчик Фёрстера

Усовершенствованный совместно с П. Рубреخت (W. Morgner, P. Rubrecht) [3], этот метод был успешно применен на предприятии химической промышленности в городе Бёлен. Там построили робота, который ездит вдоль труб для поиска науглерожженных мест. После этого на базе металлофизических основ ферромагнетизма науглерожженных труб и законов диффузии возможно прогнозирование срока службы науглерожженных труб для крекинг-ового процесса.

Зонды Фёрстера применяются для обнаружения трещин с помощью магнитного потока рассеяния и конкурируют с типичным магнитопорошковым методом там, где необходима высокая степень автоматизации (рис. 3).

На рис. 4, а схематически представлен принцип магнитопорошкового метода нахождения трещин. Трещина представляет собой электромагнитный диполь, который притягивает железные опилки. Ф. Фёрстер предлагал два варианта для использования автоматизированного метода магнитного поля рассеивания без применения магнитного порошка:

- 1) доказательство электромагнитных диполей посредством магнетографии [4], в которой накладывают магнитную ленту и которая затем исследуется датчиком Фёрстера (рис. 4, б);
- 2) непосредственная регистрация электромагнитных диполей посредством датчика Фёрстера [5] (рис. 4, в).

Ф. Фёрстер пришел к магнетографии, когда он занимался улучшением материала магнитофонной пленки. Он накладывал расширенные магнитные ленты на намагниченные и содержащие трещины части, и оказывалось, что электромагнитные диполи трещины накладываются на магнитную ленту так же, как звуковые сигналы. В простейшем случае такие ленты накладывают просто на испытываемые части после их намагничивания, потом снимают их и «проигрывают» как магнитофонную пленку. Этим простым методом в 1960-е гг. в России было проверено 100 000 км сварных швов трубопроводов. Однако в ГДР метод не применялся

из-за незначительной детектируемости ошибок по сравнению с другими методами.

#### Библиографический список

1. Förster, F. Ein Verfahren zur Messung von magnetischen Gleichfeldern und Gleichfelddifferenzen und seine Anwendung in der Metallforschung und Technik. Z. Metallkunde 46. 1955. S. 358–370.
2. Förster, F. Ein Betriebsgerdt zur schnellen und genauen Messung der Koerzitivkraft sowie ihrer Temperaturabhdngigkeit. Z. Metallkunde 46. 1955. S. 297. Messung der.
3. Morgner, W., Rubrecht, P. Automatisierte Spaltrohrprüfung zur Instandhaltungsoptimierung einer Dthylenerzeugungsanlage. 3-rd Europ. Conf. on NDT, Italy, 15–18.10.1984, vol. 2. S. 218–230.
4. Förster, F. Das Magnetographieverfahren zur automatischen Prüfung und Markierung von Oberflchenfehlern in Walzwerkserzeugnissen. ASG – Mitt. Magdeburg 3. 1966. S. 149–172.
5. Förster, F. Theoretische und experimentelle Ergebnisse des magnetischen StreufluЯverfahrens. Materialprüfung 23. 1981. 11. S. 372.

*Из книги Моргнер В. «Доктор Фридрих Фёрстер»  
М.: Издательский дом «Спектр», 2010*

# ЖУРНАЛ

## «ТЕРРИТОРИЯ NDT»

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

В свободном доступе  
НА САЙТЕ  
[www.tndt.idspektr.ru](http://www.tndt.idspektr.ru)



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



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



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