

ТЕРРИТОРИЯ NDT

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ

1, 2022

январь – март (41)

IX МЕЖДУНАРОДНЫЙ
ПРОМЫШЛЕННЫЙ ФОРУМ
24-26 ОКТЯБРЯ 2022 ГОДА



НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ
ИСПЫТАНИЯ • ДИАГНОСТИКА
МОСКВА • ЦВК ЭКСПОЦЕНТР

КРУПНЕЙШАЯ ОТРАСЛЕВАЯ ПЛОЩАДКА В РОССИИ И СНГ



18+
КРУГЛЫХ СТОЛОВ
С УЧАСТИЕМ ЭКСПЕРТОВ



3 000+
РУКОВОДИТЕЛЕЙ
И СПЕЦИАЛИСТОВ



60+
КОМПАНИЙ-ЛИДЕРОВ
В ОБЛАСТИ НК И ТД

В РАМКАХ РОССИЙСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ НЕДЕЛИ



32 000 +
М² ВЫСТАВОЧНОЙ ПЛОЩАДИ



29 000 +
ПОСЕТИТЕЛЕЙ



500 +
КОМПАНИЙ УЧАСТНИЦ

EXPO.RONKTD.RU



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



СОВМЕСТНЫЙ ПРОЕКТ ОДИННАДЦАТИ НАЦИОНАЛЬНЫХ ОБЩЕСТВ ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ



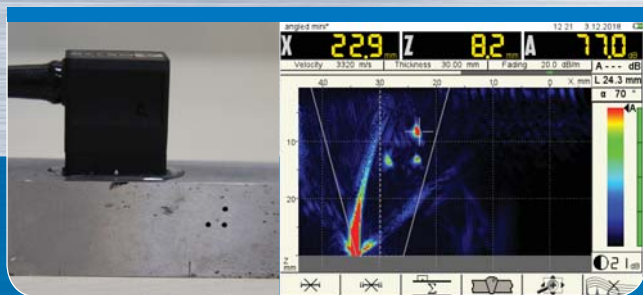
АКУСТИЧЕСКИЕ
КОНТРОЛЬНЫЕ
СИСТЕМЫ

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

A1525 Solo

УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДЕФЕКТОСКОП – ТОМОГРАФ
В КОМПАКТНОМ ИСПОЛНЕНИИ

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



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

ПЕРВЫЙ В МИРЕ!

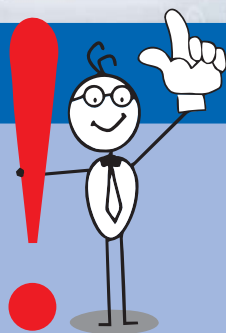
Вихретоковый и магнитный НК

ELOTEST B300 от Rohmann GmbH

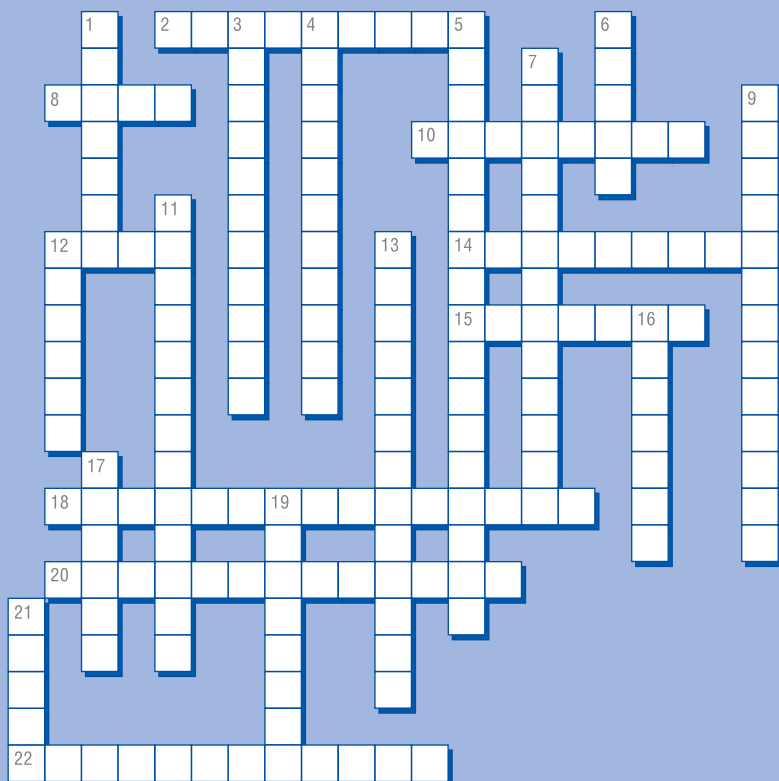
Универсальный вихретоковый дефектоскоп
для решения сложных задач



- Работа с двухкоординатными роторами для высокопроизводительного сплошного контроля отверстий и поверхностей
- Получение результатов контроля в виде С-сканов
- Совместная работа с эндоскопом для визуализации контроля в труднодоступных местах



*В изделиях брак –
Качества враг.
НК основная задача –
Найти его
До объекта сдачи!*



По горизонтали

2. Узел электронного блока, служащий для визуального (графического и текстового) представления информативных сигналов.
8. Свойство магнитного порошка, влияющее на контраст и видимость индикаторных рисунков дефектов.
10. Намагничивающее и размагничивающее устройство в виде проводника, намотанного по винтовой линии на цилиндрическую поверхность.
12. Угол между вектором, соответствующим сигналу, и вектором, соответствующим опорному направлению на комплексной плоскости.
14. Физический элемент, на котором крепится обмотка и который может влиять на магнитный поток.
15. Изолированный проводник, уложенный в специфическом порядке, предназначенный для возбуждения магнитного поля при протекании по нему электрического тока.
18. Векторная физическая величина, характеризующая магнитное состояние материала объекта контроля.
20. Количественная характеристика люминесценции люминесцентного магнитного порошка, определяемая выходом люминесценции в виде отношения излучаемой энергии люминесценции к поглощаемой.
22. Компенсация сигнала, соответствующего рабочей точке, для получения заранее определенного значения, например нуля.

По вертикали

1. Воздействие электрических, магнитных или электромагнитных полей на проводники, которое нарушает нормальную работу технических средств.
3. Прибор, предназначенный для выявления дефектов объекта контроля.
4. Устройство, предназначенное для создания регулируемого по амплитуде и фазе напряжения для его суммирования с напряжением преобразователя.
5. Состояние дефектоскопа или другого средства контроля, при котором значения всех параметров, характеризующих способность выполнять заданные функции по обнаружению дефектов, соответствуют требованиям нормативно-технической документации и не нарушают функцию обнаружения дефектов.
6. Расстояние между торцевой плоскостью вихретокового преобразователя и поверхностью объекта контроля.
7. Намагничивающее и размагничивающее устройство в виде П-образного ферромагнитного сердечника, на который намотаны одна или более обмоток, в котором магнитное поле возникает и концентрируется в сердечнике при прохождении по обмоткам электрического тока.
9. Прибор, предназначенный для контроля структуры материалов.
11. Узел вихретокового прибора, который поворачивает изображение комплексной плоскости.
12. Электрическая схема, пропускающая сигналы в определенной полосе частот и ослабляющая сигналы на всех других частотах.
13. Векторная величина, характеризующая магнитное поле, определяемая моментом пары сил, действующих на контур с током, не зависящая от свойств среды.
16. Электротехническое устройство в виде обмотки на картере определенной формы, используемое для продольного намагничивания или размагничивания объектов контроля.
17. Тело, имеющее собственное магнитное поле.
19. Преднамеренно образованная несплошность в материале объекта контроля или образца, имеющая правильную геометрическую форму и заменяющая дефект при теоретическом анализе процесса контроля, оценке чувствительности дефектоскопов.
21. Интервал времени, в течение которого отслеживается изменяющийся сигнал.

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

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



GUIDED ULTRASONICS LTD.

Global Leader in Guided Wave Technology

**WAVEMAKER®
G4 MINI**

**Всё под
КОНТРОЛЕМ**



Реклама

ISSN 2225-5427. Территория NDT. 2022. №1 (Инварь – март). 1-56



Москва, ул. Электrozаводская, 27с8, БЦ «Лефорт»
+7 (495) 775-75-25 (многоканальный)
info@pergam.ru
pergam.ru

Территория NDT

СОДЕРЖАНИЕ

№1 (январь – март), 2022

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

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

Редакционный совет:
Азизова Е.А.
(Узбекистан, заместитель председателя УзОНК)
Аугутис В. (Литва)
Венгринович В.Л.
(Беларусь, председатель БАНК и ТД)
Зайтова С.А.
(Казахстан, президент СРО КАЗАХСТАНСКИЙ РЕГИСТР)
Клюев С.В.
(Россия, вице-президент РОНКТД)
Кожаринов В.В.
(Латвия, президент LNTB)
Маммадов С.
(Азербайджан, президент АОНК)
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
E-mail: tndt@idspektr.ru
Телефон редакции +7 (499) 393-30-25

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

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

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

Корректор Смольянина Н.И.
Компьютерное макетирование Смоль-
янина Н.И.
Сдано в набор 17 января 2022
Подписано в печать 21 февраля 2022
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

- Зотов К.В.** Метод мультимодальной цифровой фокусировки, реализованный в системе с HARFANG VEO 2
- Сясько В.А.** Гильдия российских предприятий – производителей оборудования и технологий НК 2
- Вопилкин А.Х., Базулин А.Е.** Национальная премия в области неразрушающего контроля и технической диагностики в 2022 году 3
- Актуализирован документ** по радиографическому контролю ГОСТ 7512 3

СТРАНИЧКА РУКОВОДИТЕЛЯ

- Обращение** президента РОНКТД В.А. Сясько 4

ПОЗДРАВЛЯЕМ

- Н.П. Разыграеву** – 75 лет! 6
- А.В. Ковалеву** – 75 лет! 7
- В.Е. Прохоровичу** – 60 лет! 8

ВЫСТАВКИ. СЕМИНАРЫ. КОНФЕРЕНЦИИ

- Деловая программа** форума «ТЕРРИТОРИЯ NDT – 2021».
Отчеты по круглым столам (продолжение) 10
- Беседы** на форуме «Территория NDT–2021» 24

НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ И СТАНДАРТЫ

- Зайтова С.А.** Тренды стандартизации в области неразрушающего контроля 2021 года 28

МЕТОДЫ, ПРИБОРЫ, ТЕХНОЛОГИИ

- Пепеляев А.В.** Настройка дефектоскопа OmniScan X3 для метода TFM.
Скорость ультразвуковых волн и толщина объекта контроля 34
- Шаблов С.В.** Процессы формирования скрытого изображения
в радиографических пленках 40
- Панин В.И.** Сравнение имитаторов импульсных сигналов акустической эмиссии 45
- Кудрявцев А.Н.** Оптико-электронный комплекс предупреждения природных пожаров.
Автоматизированная мультисенсорная система раннего обнаружения дыма
на расстоянии до 60 км 52

ПАМЯТИ УЧЕНОГО

- Памяти Ю.В. Ланге** 56

МЕТОД МУЛЬТИМОДАЛЬНОЙ ЦИФРОВОЙ ФОКУСИРОВКИ, РЕАЛИЗОВАННЫЙ В СИСТЕМЕ С HARFANG VEO

Компания Sonatest Ltd выпустила обновленную систему ультразвукового контроля HARFANG VEO (рис. 1).

В новой версии добавилась возможность работы с методами FMC и TFMi.

FMC – метод записи ультразвуковых сигналов с многоэлементного ПЭП по определенному алгоритму. В результате применения



Рис. 1. Система ультразвукового контроля HARFANG VEO

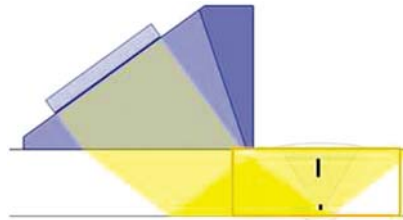
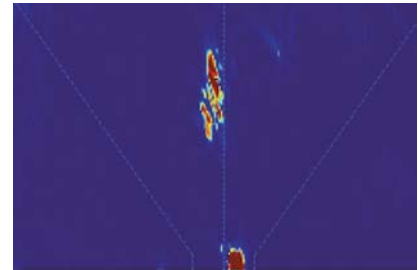


Рис. 2. Пример отображения вертикального дефекта и непрямого дефекта в сварном соединении



FMC создается файл, состоящий из цифровых А-сканов.

TFMi – метод мультимодальной цифровой фокусировки использует данные FMC-файла и на основе комбинирования различных алгоритмов анализа распространения ультразвуковых волн позволяет получать максимально сфокусированные сигналы в каждой точке заранее заданного объе-

ма объекта контроля. Полученные в результате применения TFMi изображения отражателей по форме и размеру получают максимально приближенными к реальной геометрии дефектов (рис. 2).

ЗОТОВ Константин Владимирович,
заместитель технического
директора ООО «ПАНАТЕСТ»,
Москва

ГИЛЬДИЯ РОССИЙСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ – ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ОБОРУДОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИЙ НК

Учредительное заседание Гильдии российских предприятий – производителей оборудования и технологий НК состоялось осенью в рамках форума «Территории NDT», на нем было принято положение о гильдии. Председателем гильдии избран генеральный директор ООО «Константа» В.А. Сясько.

Уже в декабре первые члены гильдии собрались вновь, чтобы утвердить план работы на 2022 год. На данный момент Гильдия российских предприятий – производителей оборудования и технологий НК запланировала четыре пилотных проекта:

- навести порядок с отнесением средств неразрушающего контроля и технического диагностирования (НК и ТД) к средствам измерения и испытательному оборудованию;
- пересмотреть ГОСТ Р 56542–2019. Контроль неразрушающий. Классификация видов и методов;
- продвигать российское оборудование и технологии для НК и ТД на территории СНГ и в странах дальнего зарубежья;
- развивать техническое оснащение на некоммерческой основе лабораторий профильных кафедр российских вузов средствами НК и ТД отечественного производства.



На сегодняшний день в Гильдии предприятий – производителей оборудования и технологий НК состоят 11 членов:

- Арбузов Сергей Олегович, генеральный директор ООО «АКА-КОНТРОЛЬ»
- Белкин Денис Сергеевич, и.о. директора ООО «Эксперт» при Томском политехническом университете

- **Вопилкин Алексей Харитонович**, генеральный директор ООО «НПЦ «ЭХО+»
- **Галкин Денис Игоревич**, директор ЗАО «НИИИИ МНПО «Спектр»
- **Зубарев Антон Сергеевич**, исполнительный директор ООО «АЗ Инжиниринг»
- **Клюев Сергей Владимирович**, генеральный директор АО «МНПО «Спектр»
- **Красильников Сергей Борисович**, генеральный директор ООО «Синтез НПФ»
- **Маев Роман Григорьевич**, генеральный директор ООО «Тессоникс Россия»
- **Разуваев Игорь Владимирович**, генеральный директор ЗАО «НПО «Алькор»
- **Самокрутов Андрей Анатольевич**, генеральный директор ООО «АКС»

- **Сясько Владимир Александрович**, генеральный директор ООО «КОНСТАНТА»

Очередное заседание гильдии планируется 1 марта в Санкт-Петербурге на базе ООО «КОНСТАНТА». В рамках заседания планируется встреча с руководством и специалистами ВНИИМ им. Д.И. Менделеева и руководством ТК 371 «Неразрушающий контроль» для обсуждения актуальных вопросов стандартизации и метрологического обеспечения средств и методов НК.

СЯСЬКО Владимир Александрович,
д-р техн. наук, президент РОНКТД,
ООО «КОНСТАНТА»,
Санкт-Петербург

НАЦИОНАЛЬНАЯ ПРЕМИЯ В ОБЛАСТИ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ В 2022 ГОДУ

Организационный комитет Премии сообщает о начале приема заявок от ученых, специалистов, учебных заведений, научно-исследовательских и технологических институтов, а также производственных предприятий и компаний.

Положение о Премии и требования к заполнению заявок кандидатов представлены на сайте РОНКТД: <https://www.ronktd.ru/directions/nagrady-i-premii/>

В 2022 году в соответствии с положением о премии рассматриваются кандидатуры по двум номинациям:

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

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

Заполненные анкеты просим отправлять на адреса:
info@ronktd.ru; android@echoplus.ru

Заявки принимаются до 30.09.2022 года.

ВОПИЛКИН Алексей Харитонович,
д-р техн. наук, заместитель председателя
организационного комитета;
БАЗУЛИН Андрей Евгеньевич,
канд. техн. наук,
секретарь организационного комитета

АКТУАЛИЗИРОВАН ДОКУМЕНТ ПО РАДИОГРАФИЧЕСКОМУ КОНТРОЛЮ ГОСТ 7512

В рамках ПК-5 «Радиационные методы», функционирующего на базе НИИ интроскопии, проведена работа по актуализации основополагающего документа по радиографическому контролю ГОСТ 7512, существовавшего без изменения почти 40 лет.

Проект масштабно реализован в течение 2020–2021 гг. В обсуждении участвовали 17 экспертов из числа членов ПК-5 ТК 371 и 31 эксперт из организаций-наблюдателей. Для того чтобы учесть мнение каждого эксперта, предоставить возможность экспертам обмениваться мнениями и голосо-

вать в режиме реального времени, была разработана специализированная информационная площадка <http://pk5.ndtgrad.ru>.

Электронная площадка ПК-5 ТК 371 продолжает функционировать. Посетитель может ознакомиться с актуальным документом, стать наблюдателем (иных проектов) и получить доступ к инфотеке НК, содержащей учебно-методические материалы с 1969 г. по настоящее время.

Напомним, что на базе ЗАО «НИИИИ МНПО «Спектр» функционируют два подкомитета ТК 371 «Неразрушающий контроль»:



ПК-5 «Радиационные методы» и ПК-4 «Вихретоковые методы».

ООО ИКБ «Градиент», Москва

ОБРАЩЕНИЕ ПРЕЗИДЕНТА РОНКТД ВЛАДИМИРА АЛЕКСАНДРОВИЧА СЯСЬКО



Уважаемые коллеги!

Я рад приветствовать российских специалистов и наших зарубежных коллег на страницах объединяющего нас международного журнала «Территория NDT».

2021 год принес нам много забот и радостных событий. Мы смогли избавиться от гнетущего воздействия коронавируса и перейти от тотального видеозэфира к живому общению. Важным мероприятием стало проведение международного форума «Территория NDT – 2021» в Москве. Уже привычные сроки его проведения – конец октября – в совокупности с расширением общей программы Российской промышленной недели дали большой положительный эффект, отмеченный большинством экспонентов и посетителей выставки передового оборудования и технологий НК и участниками деловой программы. Продолжается расширение делового и научно-технического сотрудничества с Национальной ассоциацией контроля сварки (НАКС), за что хочется выразить особую благодарность его президенту академику РАН Николаю Павловичу Алешину. Совместное проведение региональных и финального этапов конкурса специалистов неразрушающего контроля «Дефектоскопист 2021» в рамках международного форума, прекрасно организованное освещение его хода и результатов, торжественное награждение и заключительное выступление Н.П. Алешина стали значимым этапом как для участников конкурса, так и для всех нас. Следует отметить, что конкурс был одной из составляющих совместного с НАКС выхода на новый уровень систем неразрушающего

контроля – СНК ОПО и СДСПНК РОНКТД. Для большинства ведущих ученых стал весьма неожиданным максимализм научного подхода и высокий уровень докладов участников молодежной конференции, представлявших практически все ведущие промышленные регионы страны. Порадовали также участники конкурса дипломов «Новая генерация – 2021», победители которого были отмечены денежными премиями. Со всеми итогами форума Вы можете ознакомиться на страницах журнала.

Хочется надеяться, что наступивший 2022 г. принесет нам новые достижения и что никто из нас не останется в стороне от решения общих задач.

В этом году планируется разработка и принятие базовых ГОСТ Р в области подготовки, квалификации, аттестация и сертификация персонала и лабораторий НК, включенных в программу национальной стандартизации ТК 371 «Неразрушающий контроль».

Мы и дальше будем развивать молодежное направление, привлекать к работе в составе правления и комитетов РОНКТД инициативных специалистов из регионов, что должно дать эффект и в региональных отделениях, ряд из которых в этом году были усилены.

Нас ждут новости в работе правления, комитетов, экспертного совета.

Из международных событий следует отметить важные решения руководящих органов ICNDT и EFNDT – сдвиг сроков проведения Всемирной (Корея) и Европейской (Португалия) конференций на 2024 и 2026 гг. соответственно, что означает фактический пропуск двух конференций и возврат к традиционной их периодизации.

В 2022 г. нас ждут ряд региональных научно-технических конференций под эгидой РОНКТД и, уже традиционно в октябре, международный форум «Территория NDT – 2022» с выставкой передового оборудования и технологий НК, отраслевыми круглыми столами, молодежными проектами, а также финальный этап конкурса специалистов НК «Дефектоскопист 2022», отборочные этапы которого будут проходить не только в регионах на базе аттестационных центров, но и в ряде национальных корпораций, как всегда бесплатно для его участников.

В заключение разрешите пожелать всему международному сообществу специалистов НК крепкого здоровья, удачи и успехов во всех начинаниях.

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



ВСЕРОССИЙСКИЙ КОНКУРС ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ

ДЕФЕКТОСКОПИСТ 2022

ПРОДЕМОНСТРИРУЙТЕ ВЫСОКИЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ УРОВЕНЬ И ЗАЯВИТЕ О СВОЕЙ КОМПАНИИ НА ВСЕРОССИЙСКОМ КОНКУРСЕ РОНКТД ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ «ДЕФЕКТОСКОПИСТ 2022»!

В 2021 ГОДУ В КОНКУРСЕ ПРИНЯЛИ УЧАСТИЕ



30 +
РЕГИОНОВ



350 +
УЧАСТНИКОВ



130 +
ОРГАНИЗАЦИЙ

К УЧАСТИЮ ПРИГЛАШАЮТСЯ СПЕЦИАЛИСТЫ
НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ЛЮБЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ И ОТРАСЛЕЙ.
УЧАСТИЕ ДЛЯ ВСЕХ КОНКУРСАНТОВ – БЕСПЛАТНОЕ

ОТБОРОЧНЫЙ (РЕГИОНАЛЬНЫЙ) ЭТАП, 1 ФЕВРАЛЯ - 1 СЕНТЯБРЯ 2022
на базах аттестационных центров СНК ОПО РОНКТД

ФИНАЛЬНЫЙ ЭТАП, 24 – 26 ОКТЯБРЯ 2022

IX Международный промышленный форум «Территория NDT»
Москва, Экспоцентр

НОМИНАЦИИ

1. ВИЗУАЛЬНЫЙ И ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ (ВИК)
2. УЛЬТРАЗВУКОВОЙ КОНТРОЛЬ (УК)
3. РАДИАЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ (РК)
4. КАПИЛЛЯРНЫЙ КОНТРОЛЬ (ПВК)
5. МАГНИТНЫЙ КОНТРОЛЬ (МК)

МУЛЬТИНОМИНАЦИИ

(КОМБИНАЦИЯ МЕТОДОВ НК):

1. ВИК + УК
2. ВИК + РК
3. ВИК + ПВК + МК
4. ВИК + УК + РК

Актуальная информация, условия участия и перечень документов

ronktd.ru

naks.ru

организатор



центральный
орган СНК ОПО



при поддержке



МИНПРОМТОРГ
РОССИИ



РОСТЕХНАДЗОР



Минтруд
России

ЮБИЛЯРЫ НОМЕРА

От имени Российского общества по неразрушающему контролю и технической диагностике, коллективов ЗАО «НИИ интроскопии МНПО «Спектр», АО «НПО «ЦНИИТМАШ», Научно-производственного центра «ЭХО+», Научно-производственного центра «Спектр-АТ», а также коллег и друзей редакция журнала «Территория NDT» сердечно поздравляет юбиляров: Николая Павловича РАЗЫГРАЕВА, Алексея Васильевича КОВАЛЕВА, Владимира Евгеньевича ПРОХОРОВИЧА и желает им неразрушаемого здоровья, неиссякаемой энергии, успехов, благополучия, новых творческих и научных достижений!

НИКОЛАЮ ПАВЛОВИЧУ РАЗЫГРАЕВУ – 75 ЛЕТ!



23 января 2022 г. исполнилось 75 лет известному российскому ученому и специалисту в области технологии неразрушающего контроля оборудования атомных (АЭС) и тепловых электростанций, главному научному сотруднику АО «НПО «ЦНИИТМАШ» Росатома, лауреату Премии Правительства РФ, кандидату технических наук Николаю Павловичу Разыграеву.

Н.П. Разыграев родился в 1947 г. в Москве. В 1971 г. после окончания Московского горного института он поступил на работу в лабораторию ультразвуковых методов исследования металлов ЦНИИТМАШ, руководимую одним из основателей ультразвуковой дефектоскопии в СССР д-ром техн. наук, проф. И.Н. Ермоловым. Под руководством И.Н. Ермолова им были выполнены первые исследования головных волн, разработаны новые способы.

В 1974 г. Н.П. Разыграев разработал методику ультразвукового контроля головными волнами, которая впервые была включена в НТД тепловых электростанций ОП 501-ЦД-75. Исследования 1972–1979 гг. позволили

выявить и установить основные закономерности возбуждения, распространения и приема головных волн, разработать физические основы, способы и средства ультразвукового контроля металлов головными волнами. Результаты научных исследований легли в основу подготовленной под научным руководством И.Н. Ермолова диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук и успешно защитить ее в 1979 г.

В 1979–1985 гг. под руководством Н.П. Разыграева проведены исследования ультразвукового контроля антикоррозионной наплавки при термообработке биметаллических элементов АЭС, получены закономерности по их ультразвуковому контролю, позволившие принять новые нормы ультразвукового контроля наплавки в ПНАЭГ-7-010-89.

В 1984–1990 гг. Н.П. Разыграевым были разработаны новые способы и специальные методики ультразвукового контроля с использованием продольных и головных волн, проведен ультразвуковой контроль корпусов ВВЭР-1000 на поднаплавочные трещины на Ижорском заводе и Атоммаше.

В 1986–1987 гг. Н.П. Разыграев участвовал в ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС. В составе научной бригады ЦНИИТМАШ Н.П. Разыграев участвовал в разработке НТД ПНАЭГ-7-014-89, ПНАЭГ-7-031-91, ПНАЭГ-7-30-91, куда вошли многие его методики, НТД МХО Интератомэнерго.

В 1997–2000 гг. Н.П. Разыграев оперативно разработал и продемонстрировал руководству Росэнергоатома и Госатомнадзора работоспособность и эффективность новой методики МЦУ-7-97. Под руководством Н.П. Разыграева был проведен сплошной контроль аустенитных сварных соединений на Курской, Смоленской и Чернобыльской АЭС, было выявлено множество трещин, проведен ремонт, блоки запущены в эксплуатацию.

Следует особо отметить работы 1998–2020 гг. по разработке методик и средств контроля, обучению контролеров, исследованиям природы повреждений замедленного деформационного коррозионного растрескивания, систематизации дефектов и ремонту сварных узлов (№ 111) ПГВ-1000 на Нововоронежской и других АЭС России, Украины, Болгарии, Китая, Чехии, Ирана, Индии.

В 2015–2018 гг. разработан и изготовлен для Росэнергоатома комплект испытательных образцов с дефектами в виде трещин, в 2019–2021 гг. разработаны ГОСТ Р 50.05.02-2018 на ультразвуковой контроль сварных соединений и наплавов и ГОСТ Р 50.05.03-18 на ультразвуковой контроль толщины элементов АЭС.

Н.П. Разыграев постоянный участник и член оргкомитетов конференций УЗДМ в Санкт-Петербурге, он почетный член Болгарского общества ТД и НК, член оргкомитета и участник конференций «Дни НК и ТД БОНКиТД».

Н.П. Разыграев автор 177 научных трудов и публикаций, 14 авторских свидетельств СССР и 6 патентов на полезные модели, соавтор книги «Методические рекомендации по применению АРД-диаграмм при ультразвуковом контроле основного металла, сварных соединений и наплавки».

Труд Николая Павловича отмечен высокими правительственными наградами – он лауреат Премии Правительства РФ в области науки и техники (2011 г.), награжден орденом Мужества (1996 г.), орденом Дружбы (2017 г.), медалью «ЛПА ЧАЭС», нагрудными знаками «Е.П. Славский», «За заслуги перед атомной отраслью», «За ликвидацию радиационных аварий», «50 лет атомной энергетики России» и др.

Достойным соратником и продолжателем дел Николая Павловича стал его сын – сотрудник ЦНИИТ-МАШ канд. техн. наук Антон Разыграев.

АЛЕКСЕЮ ВАСИЛЬЕВИЧУ КОВАЛЕВУ – 75 ЛЕТ!



30 марта 2022 г. исполняется 75 лет со дня рождения известного ученого в области создания и внедрения уникальных специальных диагностических, поисковых и криминалистических технических средств, доктора технических наук, профессора, академика АЭН РФ и Академии проблем безопасности, обороны и правопорядка, лауреата Премии Правительства РФ Алексея Васильевича Ковалева.

Алексей Васильевич Ковалев родился 30 марта 1947 г. в пос. Тарасовский Тарасовского района Ростовской области, после окончания в 1965 г. средней школы проходил срочную службу (1966–1969 гг.) в Пограничных войсках Закавказского пограничного округа, завершив ее в должности старшины заставы.

В 1969 г. А.В. Ковалев поступил в Московский инженерно-физический институт, который окончил в 1975 г. по специальности «инженер-физик».

После окончания института А.В. Ковалев был приглашен для работы в одну из структур КГБ СССР. С апреля 1975 г. он сотрудник в/ч 35533, в 1978 г. – аспирант аспирантуры при в/ч 35533, которую успешно окончил

в 1981 г., защитив в 1982 г. диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук.

В 1983 г. канд. техн. наук А.В. Ковалев был откомандирован в НИИ интроскопии на должность начальника спецотдела. Основной задачей спецотдела было проведение в интересах органов безопасности исследований, разработки и выпуска специальных технических средств на основе радиоволнового, радиационного, акустического, теплового и оптического методов контроля. В конце 1990-х гг. спецотдел был преобразован в научно-исследовательский отдел № 6 НИИИНа, а А.В. Ковалев назначен руководителем отдела и одновременно первым заместителем директора института по научной работе. В период с 1983 по 2007 гг. коллективом, руководимым А.В. Ковалевым, были созданы первый отечественный активный портативный рентгеновский флуороскоп «Швертбот-3» (1985 г.) и мобильный активный рентгеновский флуороскопический комплекс «Очертание-К2» (1987 г.), носимая неохлаждаемая тепловизионная камера для решения специальных задач «Отблеск-1» (1986 г.), в развитие которой были разработаны модели ТН-1, ТН-3, ТН4604 и, наконец, портативные неохлаждаемые аппаратные средства серии «Катран». Криминалистические средства серии «Генетика», предназначенные для оснащения пограничных пунктов пропуска, разработанные в середине 1990-х гг. и прошедшие уже не одну модернизацию, эффективно используются для контроля паспортов, виз и других печатных материалов.

В 2007 г. на базе НИО-6 был создан научно-производственный центр антитеррористической и криминалистической техники «Спектр-АТ» (НПЦ «Спектр-АТ»), генеральным директором которого стал

А.В. Ковалев. НПЦ «Спектр-АТ» является в настоящее время одним из ведущих предприятий России по созданию, производству и поставкам в силовые и правоохранительные структуры, органы безопасности и правопорядка тепловизионной техники, специализированных средств наблюдения и контроля, поисково-досмотровой и криминалистической аппаратуры.

За время работы под руководством А.В. Ковалева создано значительное количество специальных технических средств, более трех десятков из которых приняты на вооружение и снабжение различных подразделений КГБ СССР, ФСБ, МВД, Росгвардии и МО России.

В 1998 г. в звании полковника А.В. Ковалев уволен с действительной службы.

В 1999 г. в диссертационном совете при НИИ интроскопии Алексей Васильевич успешно защитил диссертацию на соискание ученой степени доктора технических наук, ему присвоено ученое звание профессора. Под руководством А.В. Ковалева защищено 16 кандидатских диссертаций, он является научным консультантом семи соискателей докторских степеней.

А.В. Ковалев – действительный член (академик) Академии электротехнических наук Российской Федерации (АЭН РФ).

В 2005 г. коллектив ученых и специалистов под руководством А.В. Ковалева за создание и внедрение уникальных специальных диагностических, поисковых и криминалистических технических средств был удостоен Премии Правительства РФ в области науки и техники.

А.В. Ковалев является одним из инициаторов и организаторов в середине 1980-х гг. работ по исследованиям и созданию на основе акустического метода технических средств контроля бетона и композитных материалов. Это направление активно и успешно развивается в настоящее время специалистами фирмы «АКС».

Заслуги Алексея Васильевича Ковалева отмечены государственными и ведомственными наградами: медалями, почетными грамотами, знаками и благодарностями.

Алексей Васильевич счастливый семьянин – в 2021 г. отметил 50-летний юбилей семейной жизни, у него два сына и восемь внуков.

ВЛАДИМИРУ ЕВГЕНЬЕВИЧУ ПРОХОРОВИЧУ – 60 ЛЕТ!



7 февраля 2022 г. исполнилось 60 лет Владимиру Евгеньевичу Прохоровичу, доктору технических наук, профессору, директору НИЦ технологий контроля качества РКТ Университета ИТМО, председателю правления Учреждения науки ИКЦ СЭКТ, руководителю Подкомитета № 11 «Специализированные методы неразрушающего контроля» ТК № 371 «Неразрушающий контроль» при Росстандарте, вице-президенту РОНКТД.

Владимир Евгеньевич прошел путь от курсанта до заместителя начальника по учебной и научной работе Военно-космической академии им. А.Ф. Можайского, от рядового до генерал-майора. Он является автором более 60 научных работ, восьми авторских свидетельств и патентов. В.Е. Прохорович руководил и принимал непосредственное участие в разработке гибких стратегий эксплуатации сложных технических систем. За создание и внедрение в практику методологии научно-технического сопровождения эксплуатации объектов наземной

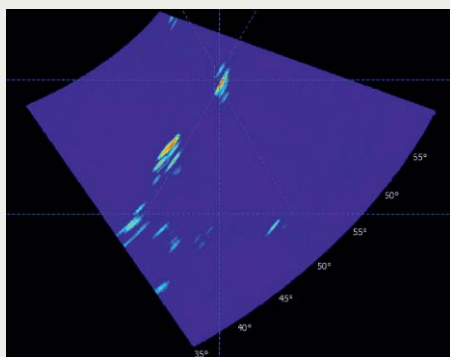
космической инфраструктуры с использованием современных средств неразрушающего контроля на примере стартового комплекса ракеты «Протон» на космодроме «Байконур» в 2000 г. Владимиру Евгеньевичу Прохоровичу присуждена Премия Правительства Российской Федерации в области науки и техники.

HARFANG VEO

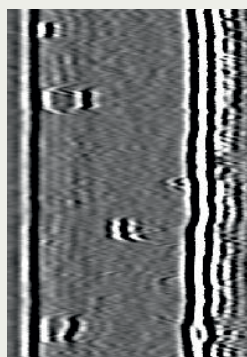
ТРИ... В ОДНОМ?!



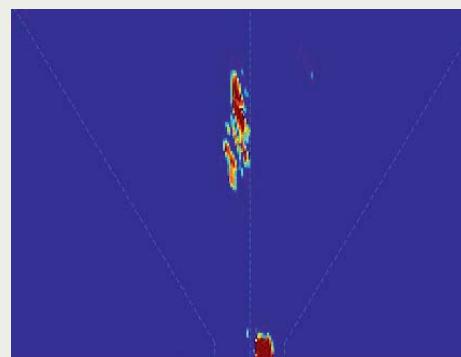
МЕТОД ФАЗИРОВАННОЙ
РЕШЕТКИ



ДИФРАКЦИОННО-
ВРЕМЕННОЙ МЕТОД



МУЛЬТИМОДАЛЬНАЯ
ЦИФРОВАЯ ФОКУСИРОВКА



ОДНОВРЕМЕННЫЙ КОНТРОЛЬ ТРЕМЯ МЕТОДАМИ ЗА ОДИН ПРОХОД



Официальный представитель Sonatest Ltd
+7 495 120-03-32 +7 495 587-82-98

ДЕЛОВАЯ ПРОГРАММА ФОРУМА «ТЕРРИТОРИЯ NDT – 2021»

ОТЧЕТЫ ПО КРУГЛЫМ СТОЛАМ* (продолжение)

ПСЕВДО-НК



СМОРОДИНСКИЙ Яков Гаврилович

Д-р техн. наук, профессор,
Институт физики металлов УрО РАН, Екатеринбург

В работе круглого стола «Псевдо-НК» приняли участие 32 специалиста из 25 ведущих организаций в области неразрушающего контроля промышленных объектов. В качестве экспертов выступили сотрудники ведущих российских научных организаций: гл. научный сотрудник кафедры «Приборы и методы измерений, контроля, диагностики» ИжГТУ имени М.Т. Калашникова (Ижевск), профессор Ольга Владимировна Муравьева, представитель Института физики металлов УрО РАН (Екатеринбург) зав. лабораторией интеллектуальных технологий диагностики Ольга Николаевна Василенко и руководитель группы электромагнитно-акустической дефектоскопии, член правления Свердловского регионального отделения РОНКТД, ст. научный сотрудник Алексей Вадимович Михайлов, ученый секретарь Института машиноведения УрО РАН (Екатеринбург) Анна Моисеевна Поволоцкая.

Основная проблема круглого стола была изложена модератором круглого стола Я.Г. Смородинским в его докладе. В первую очередь он отметил важную роль корректного переноса известных математических моделей на конкретные технические задачи. При формальном подходе, например, к

расчету нагрузок, оказываемых железнодорожным колесом на поверхность головки рельса, применяя, казалось бы, правильные математические зависимости, можно получить абсолютно абсурдные, стремящиеся к бесконечности результаты расчета.

В докладе особое внимание обращено на то, что зачастую интерпретация результатов неразрушающего контроля главным образом определяется квалификацией и опытом дефектоскописта. В связи со сказанным особое внимание должно быть уделено подготовке специалистов по неразрушающему контролю и технической диагностике в средних профессиональных и высших учебных заведениях.

В докладе в очередной раз была затронута тема недопустимости подмены понятий, названий видов и методов неразрушающего контроля, а также необходимости придерживаться терминологии и классификации, которые основаны на действующих нормативно-технических актах, в частности ГОСТ Р 56542–2019. Так, согласно ГОСТу, выделяют девять видов неразрушающего контроля: акустический, вихретоковый, магнитный, оптический, проникающими веществами, радиационный, радиоволновой, тепловой, электрический. В перечисленные виды контроля входят методы контроля, которые классифицируются: по характеру взаимодействия физических полей с контролируемым объектом, по первичному информативно-

* Начало см. «Территория NDT», 2021, № 4.



му параметру, по способу получения первичной информации.

Акцентируется внимание на то, что виды и методы, не описанные в актуальной версии ГОСТа, не были официально приняты научно-производственным сообществом. К использованию таких методов, а также к привлечению организаций, предлагающих услуги по реализации этих методов, нужно подходить максимально осторожно.

В конце доклада на примере «метода» магнитной памяти металлов, было показано, как за счет подмены понятий можно легко ввести заказчика в заблуждение и выдать смесь классических методов, например магнитного метода и метода остаточной индукции, за совершенно новый, никому ранее не известный метод. Докладчик напомнил участникам форума о решении от 2 марта 2017 г., принятом на заседании круглого стола «Магнитная память металлов», проведенного в рамках форума «Территория NDT», которое также было поддержано ведущими изданиями в сфере неразрушающего контроля и технической диагностики, такими как «Дефектоскопия» (Web of Science, Scopus), «Территория NDT», «Контроль. Диагностика» (RSCI, ВАК, РИНЦ), «В мире неразрушающего контроля» (РИНЦ), «Сварка и диагностика» (RSCI, РИНЦ).

В решении было отмечено, что так называемая «магнитная память металла» является фактически одной из форм известного в дефектоскопии эффекта рассеяния магнитного поля (MFL), т.е. по измеренному вблизи поверхности металла магнитному полю или его градиенту предлагается сделать заключение о наличии в металле зон концентрации напряжений. Однако на магнитное поле рассеяния могут влиять многие факторы: дефекты или их скопления, неоднородности структуры, последствия термической или механической обработки и т.п. Влияние указанных факторов может значительно превышать «эффект магнитной памяти металлов», который, по определению, наблюдается без приложения внешнего поля в магнитном поле Земли. Также в решении акцентируется внимание на отсутствии стро-

гой физической модели предлагаемого явления и достаточно слабой аргументации авторов, что вызывает большие сомнения в однозначности получаемых результатов. Утверждения авторов о широкой распространенности метода не могут быть основанием для признания его научной обоснованности. Предлагаемый метод магнитной памяти металлов не имеет метрологического обеспечения (стандартные образцы и меры, эталоны, методики) и не может предлагаться как метод диагностики без адекватного описания соответствующих методик и приложения достоверной статистики.

Круглый стол завершился оживленной дискуссией. Свою позицию по существу доложенного материала озвучил генеральный директор ЗАО «НПО «Алькор» Игорь Владимирович Разуваев. Он отметил, что ситуация с псевдо-НК типична не только для России, но и для многих зарубежных стран. Он подчеркнул необходимость донесения представленной на круглом столе информации до всех работников предприятий, занятых в сфере неразрушающего контроля. С экспертными мнениями и ответами на вопросы выступили научные сотрудники Института физики металлов Алексей Вадимович Михайлов и Ольга Николаевна Василенко. Поддержали актуальность проблемы круглого стола начальник лаборатории ООО «Тепловая экспертиза» Евгений Владимирович Горелов, сотрудник Института металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова РАН Марат Равилевич Тютин, а также начальник управления по г. Барнаулу Сибирской генерирующей компании Роман Викторович Рутковский. Был приведен еще один пример псевдонаучного метода – фононная диагностика. Также были озвучены реальные случаи по найму организаций, практикующих методы псевдо-НК, и была дана общая рекомендация: не заключать договоры с такими организациями.

*Отчет подготовили
А.В. Михайлов, О.Н. Василенко
Институт физики металлов им. М.Н. Михеева
УрО РАН, Екатеринбург*

МОБИЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ ТВЕРДОСТИ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ



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

Проведение данного мероприятия стало очередным шагом РОНКТД в деле организации обсуждения широким кругом специалистов вопросов, связанных с совершенствованием динамических методов и созданием современных приборов измерения твердости материалов, а также их метрологического обеспечения.

Круглый стол «Мобильные средства измерения твердости: состояние и перспективы» был ориентирован преимущественно на обсуждение научно-прикладных проблемных вопросов, в нем приняли участие более 20 представителей различных организаций (ООО «Константа», ООО «НТЦ «Эталон», АО «ОССЗ», НАЗ «Сокол» – филиал АО РСК «МиГ», Университет ИТМО, Санкт-Петербургский горный университет и др.).

Открывая работу круглого стола, его модератор – доцент факультета систем управления и робототехники Университета ИТМО А.В. Федоров кратко остановился на тенденциях развития динамических методов и мобильных средств измерения твердости материалов, а также на нововведениях в области их стандартизации и метрологического обеспечения и предложил провести заседание в формате «живого» дискуссионного и конструктивного обсуждения следующих вопросов:

1. Современное состояние и перспективы развития методов и мобильных средств измерения твердости материалов изделий;
2. Комплексное использование мобильных средств измерения твердости статического и динамического действия;
3. Актуальные вопросы стандартизации и метрологического обеспечения динамических методов и мобильных средств измерения твердости.

В начале дискуссии заведующий кафедрой метрологии, приборостроения и управления качеством Санкт-Петербургского горного университета К.В. Гоголинский указал на актуальные проблемы, возникающие при обработке исходной информации, получаемой с использованием мобильных средств твердости. Также он рассказал об определенных успехах в решении этих проблем, которые были получены совместными усилиями сотрудников Горного университета и ООО «Константа».



Вместе с тем А.Е. Ивкин (ведущий научный сотрудник ООО «Константа») в своем выступлении тоже затронул эту тему и сказал, что нужно очень рачительно относиться к измерению механических характеристик с использованием мобильных портативных приборов и осторожно осуществлять переход от динамических шкал твердости к статическим.

Сотрудники НАЗ «Сокол» – филиал АО РСК «МиГ» Д.М. Чехлов и Е.А. Староверов в своих комментариях отметили, что авиапромышленность весьма заинтересована в портативных средствах контроля физико-механических характеристик, при этом особое внимание должно быть уделено обеспечению заданной точности измерения их значений. Также Д.М. Чехлов дополнил, что НАЗ «Сокол» интересуют исключительно приборы российского производства.

А.С. Уманский (ассистент кафедры метрологии, приборостроения и управления качеством Санкт-Петербургского горного университета) отметил важность соответствия государственных поверочных схем текущим реалиям развития методов и средств твердости и других физико-механических характеристик материалов. В качестве примера А.С. Уманский сослался на государственную поверочную схему для средств измерений твердости металлов по шкале Шора D и шкалам Либа, приведенную в Приказе Росстандарта от 24.02.2021 г. № 158.

А.В. Ильинский (научный сотрудник ООО «НТЦ «Эталон») отметил ряд успехов, которых уда-

лось достичь в вопросе совершенствования метода динамического индентирования как в его методологической части, так и в приборной реализации. Также А.В. Ильинский отметил ряд вопросов, которые стоят на повестке в ООО «НТЦ «Эталон» и в ближайшее время будут реализованы.

П.Ю. Дужик (инженер АО «ОССЗ») рассказал об опыте применения метода и приборов определения твердости по Барколу на предприятии. Он отметил, что, несмотря на стандартизацию данного метода (ГОСТ Р 56761–2015), на предприятии остаются открытыми вопросы метрологического обеспечения приборов, а именно поверка (калибровка), наличие мер твердости и пр.

Отдельно был поднят вопрос, касающийся государственной поверочной схемы для средств измерений твердости металлов по шкале твердости Шора D и шкалам Либа. Участниками круглого стола было выражено общее мнение о том, что двухуровневая поверочная схема по шкалам Либа не удовлетворяет в полной мере требованиям для такой страны, как Россия, в схеме отражены только измерения по шкалам HLD и HLG. Также было выражено сожаление о том, что в работе круглого стола не принимают участие представители ВНИИ оптико-физических измерений.

Все участники круглого стола выразили согласованное мнение о необходимости дальнейшей проработки научных вопросов, которые связаны с



совершенствованием динамических методов контроля твердости и других свойств материалов.

Резюмируя состоявшуюся в рамках круглого стола дискуссию, стоит отметить прежде всего заинтересованность профессионального сообщества в обсуждении данной проблематики. Несмотря на отказ от формата заранее подготовленных презентаций, участники представили развернутые, содержательно насыщенные выступления. Не менее интересными оказались реплики, вопросы и микро-дискуссии, сопровождавшие всю работу круглого стола, и общее мнение его участников заключалось в необходимости продолжить эту дискуссию.

*Отчет подготовил А.В. Фёдоров,
д-р техн. наук,*

Университет ИТМО, Санкт-Петербург

ТЕНДЕНЦИИ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И СТАНДАРТИЗАЦИИ В ОБЛАСТИ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ И ЗАСЕДАНИЕ ТК 371

СЯСЬКО Владимир Александрович

Д-р техн. наук, профессор, ООО «КОНСТАНТА», Санкт-Петербург

Заседание ТК 371 было посвящено подведению итогов деятельности технического комитета за 2020 г. На заседании были заслушаны доклады ответственного секретаря и председателей подкомитетов ТК.

Секретарем ТК В.В. Алехнович была представлена информация о работе комитета, а именно по следующим вопросам:

- **структурные изменения.**

В связи с поставленными руководителем Росстандарта новыми задачами и указаниями были реализованы следующие меры:

1) составлена перспективная программа, положение ТК приведено к форме типового положения о ТК в соответствии с ГОСТ Р 1.1–2020

«Стандартизация в Российской Федерации. Технические комитеты по стандартизации и проектные технические комитеты по стандартизации. Правила создания и деятельности»;

- 2) упорядочен состав ТК и ПК, в частности в связи со вступлением в силу Федеральных законов от 31 июля 2020 г. № 247-ФЗ «Об обязательных требованиях в Российской Федерации» и от 31 июля 2020 г. № 248-ФЗ «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации», подкомитет № 7 «Квалификация персонала» расформирован и организован новый подкомитет «Подготовка, квалификация, аттестация и сертификация персонала»;
- 3) принят ряд новых членов ТК, общее число составило 100 организаций;



В.А. Сясько, В.В. Алехнович

• **участие ТК 371 в МТК 515.**

На правах члена-наблюдателя в МТК 515 Российской Федерацией была внесена тема в ПНС по разработке стандарта ГОСТ Р ИСО 9712 «Неразрушающий контроль. Квалификация и аттестация персонала» с последующим включением в Программу межгосударственной стандартизации и присвоением шифра;

• **состояние ПНС.**

На момент проведения заседания в ПНС за ТК 371 закреплено 40 действующих тем, из них: 25 – требуется перенос сроков; 5 – на стадии «публичное обсуждение»;

3 – на стадии «окончательная редакция»; 7 – добавлено на 2021 г.;

• **рассмотрение стандартов смежных технических комитетов:**

ТК 364 «Сварка и родственные процессы» – 1;
ТК 5 «Судостроение» – 5;
ТК 418 «Дорожное хозяйство» – 1;
ТК 045 «Железнодорожный транспорт» – 1;
ТК 357 «Стальные и чугунные трубы и баллоны» – 6;

• **рейтинг ТК 371.**

По результатам работы за 2020 г. ТК 371 занимает 65 место среди 262 национальных технических комитетов по стандартизации.



И.В. Разуваев



Д.И. Галкин



П.С. Сумкин



А.В. Муллин



В.Р. Гаврилов



Д.С. Померанцев

Далее были заслушаны доклады председателей 12 подкомитетов, в которых были освещены вопросы текущего выполнения ПНС. Затронуты темы взаимодействия со смежными, межгосударственными и международными техническими комитетами.

Совместно с председателями подкомитетов было проведено обсуждение вопроса о формировании рабочей группы по «НК 4.0» в соответствии с перечисленными задачами и дальнейшей целью создания нового подкомитета, отвечающего новым вызовам Индустрии 4.0.

Круглый стол «Тенденции метрологического обеспечения и стандартизации в области неразрушающего контроля» был проведен совместно РОНКТД и ТК 371. Были заслушаны доклады и организовано обсуждение по следующим темам:

1. «Стандартизация и метрологическое обеспечение измерительного НК. Международный и отечественный опыт» В.А. Сясько;
2. «Европейское метрологическое облако» В.В. Алехнович;

3. О разработке ГОСТ Р «Система государственных испытаний продукции. Общие требования к разработке и аттестации методик НК» А.В. Фёдоров.

На заседании круглого стола были подняты такие вопросы, как: взаимодействие с межгосударственными и международными техническими комитетами, необходимость выхода с предложениями по разработке международных стандартов в целях продвижения отечественных технологий на внешние рынки, необходимость взаимодействия со смежными техническими комитетами, занимающимися в том числе неразрушающим контролем, и заключения с ними соглашений о совместной работе в области стандартизации неразрушающего контроля материалов и изделий.

Отчет подготовила

В.В. Алехнович,

*ответственный секретарь ТК 371
alekhnovich.vv@gmail.com*

NDE 4.0 – ПЕРЕХОД ОТ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ К МОНИТОРИНГУ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКЕ

МАХУТОВ Николай Андреевич

член-корр. РАН, д-р техн. наук, профессор РАН, председатель комиссии РАН по техногенной безопасности, Москва

РАЗУВАЕВ Игорь Владимирович

ЗАО «НПО «Алькор», председатель ТК 371/ПК9, Дзержинск

В работе круглого стола (КС) приняло участие более 30 ученых и специалистов научно-исследовательских, проектных и экспертных организаций и предприятий промышленности.

Было сделано три обзорных доклада, после каждого из которых заседание круглого стола проходило в режиме свободной дискуссии.

В докладе «NDE 4.0 – интеграция комплексов мониторинга технического состояния промышленных объектов и систем прогнозной аналитики» генеральный директор ЗАО «НПО «Алькор» И.В. Разуваев показал, что технологии 4-й промышленной революции, развитие микроэлектроники, датчиков и методов анализа данных сделали возможным создание комплексов интегрального мониторинга технического состояния опасных производственных объектов (ОПО) в реальном времени. Эти комплексы с помощью системы датчиков контролируют техническое состояние ОПО в режиме реального времени. Они обнаруживают потенциальные дефекты на ранних стадиях их развития, задолго до перехода в предельное состояние. Непрерывный контроль параметров технологических процессов и внешних влияющих факторов обеспечивает идентификацию причин образования дефектов. Это позволяет оперативно формировать и выполнять компенсирующие мероприятия в рамках стратегии проактивного технического обслуживания и ремонта оборудования. Переход от стратегии ремонтов «по расписа-

нию» к стратегии ремонтов «по состоянию» обеспечивает значительное, в разы, увеличение периода работоспособности производств. Замена периодического контроля отдельных элементов ОПО дефектоскопистами к непрерывному инструментальному контролю всего объекта комплексом интегрального мониторинга многократно увеличивает объемы контроля и резко снижает влияние человеческого фактора, что обеспечивает существенное повышение уровня промышленной безопасности.

Системы прогнозной аналитики строятся в настоящее время по технологии нейросетей либо основаны на статистических методах анализа больших потоков данных. Они являются потенциально мощным средством анализа данных, генерируемых средствами неразрушающего контроля, и прежде всего комплексами мониторинга состояния оборудования. Однако отмечено, что фактическое состояние разработки многих таких систем пока еще не достигло необходимого для данного промышленного применения уровня. Отсюда следует вывод о необходимости совместных работ разработчиков этих систем и разработчиков комплексов мониторинга по их совершенствованию.

В докладе «Система дистанционного контроля промышленной безопасности на программной платформе «Зодиак» заместитель генерального директора ООО «Управление технологиями» О.В. Курпатов представил структуру и принципы функционирования созданной на программной платформе «Зодиак» системы дистанционного контроля состояния промышленной безопасности (СДК ПБ). Главной целью создания системы является проактивное управление рисками возникновения аварий, раннее распознавание предаварийных ситуаций, прогноз показателей промышленной безопасности. Первоочередные задачи СДК ПБ – ком-



И.В. Разуваев



плексный дистанционный мониторинг состояния объектов в режиме реального времени и обнаружение событий, потенциально ведущих к развитию аварийных ситуаций, на ранних стадиях развития. Данные для этого выдают системы управления технологическими процессами, контроля технического состояния и технического диагностирования. Одним из главных направлений развития СДК ПБ является реализация в ней систем прогнозной аналитики на основе данных, генерируемых комплексами мониторинга состояния оборудования. Система внедрена на ряде ведущих предприятий нефтехимии, добычи и переработки нефти, угольной промышленности и металлургии. Методология построения системы, технические аспекты ее реализации и практические результаты применения СДК ПБ неоднократно рассматривались и были одобрены рабочей группой Ростехнадзора.

В докладе «Техническая диагностика и оценка риска аварий» директор Центра анализа рисков НТЦ «Промбезопасность» М.В. Лисанов рассказал о современной методике количественной оценки риска аварии (КОР) как инструменте анализа промышленных опасностей. Эта методика может быть

эффективно применена в том числе для создания оптимальной структуры комплексной системы диагностирования и мониторинга технического состояния оборудования технологических установок.

В ходе дискуссий активно обсуждались вопросы по теме докладов.

Основное направление дискуссий – это применение систем и методов NDE 4.0 для проактивного управления техническим обслуживанием и ремонтом на основе данных технического диагностирования и мониторинга состояния оборудования.

Большое внимание было уделено вопросам нормативного обеспечения применения систем и методов NDE 4.0. Участниками КС было указано на необходимость создания соответствующих документов Ростехнадзора.

Представителями промышленных предприятий была отмечена высокая актуальность тематики КС для роста фондоотдачи производств, сбережения ресурса оборудования и обеспечения промышленной безопасности на современном уровне.

*Отчет подготовил И.В. Разуваев,
ЗАО «НПО «Алькор», Дзержинск*

КВАЛИФИКАЦИЯ, СЕРТИФИКАЦИЯ, АТТЕСТАЦИЯ ПЕРСОНАЛА



ГАЛКИН Денис Игоревич

Канд. техн. наук, ЗАО «НИИИИ МНПО «Спектр», Москва

В качестве экспертов круглого стола выступили: С.Н. Сидельников – директор ООО «Центр Контроля и Сварки», А.Б. Спирков – заместитель руководителя ОСП ООО «СЗ АНТЦ «Энергомонтаж», А.И. Чупрак – секретарь совета по профессиональным квалификациям в области сварки, заместитель генерального директора СРО Ассоциация «НАКС»,

Д.М. Шахматов – канд. техн. наук, директор ООО «ЦПС «Сварка и Контроль».

Модератором мероприятия стал руководитель методического центра СНК РОНКТД, директор ЗАО «НИИИИИ «МНПО «Спектр», канд. техн. наук Д.И. Галкин.

Основная часть мероприятия была посвящена вопросам, связанным с функционированием системы неразрушающего контроля РОНКТД, включающей систему неразрушающего контроля на опасных производственных объектах (СНК ОПО) и систему добровольной сертификации персонала НК (СДСПНК).

Во вступительном слове Д.И. Галкин обозначил причины и цели формирования СНК ОПО, рассказал о структуре и основных функциях участников СНК ОПО.

Отдельно спикер остановился на различиях СДСПНК и СНК ОПО: СНК ОПО ориентирована на подтверждение компетентности специалистов и лабораторий, осуществляющих НК на опасных производственных объектах, в то время как СДСПНК призвана удовлетворить потребность заказчиков, выполняющих работы в следующих производственных секторах:

- авиация (включая объекты инфраструктуры);
- объекты аэрокосмического комплекса (включая объекты инфраструктуры);



Структура СНК ОПО РОНКТД

- объекты морского регистра (включая объекты инфраструктуры);
- объекты речного регистра (включая объекты инфраструктуры);
- объекты железнодорожного транспорта (включая подвижной состав и объекты инфраструктуры);
- здания и сооружения (строительные объекты);
- объекты энергетики;
- общепромышленные объекты.

Д.М. Шахматов привел историческую справку о функционировании системы неразрушающего контроля в рамках Ростехнадзора (Госгортехнадзора) и рассказал участникам о состоянии нормативных требований к процедуре оценки компетентности специалистов и лабораторий НК, осуществляющих деятельность на ОПО, после отмены ПБ 03-440-02 и ПБ 03-372-00. В заключение на основании проведенного анализа спикер отметил, что действующее законодательство Российской Федерации в области промышленной безопасности не устанавливает обязательные требования к созданию и функционированию системы НК, сформированной в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 28 марта 2001 г.



№ 241. Подобный нормативно-правовой вакуум позволяет организациям, осуществляющим деятельность на ОПО, самостоятельно определять систему НК, в рамках которой должна быть проведена процедура независимой оценки компетентности специалистов и лабораторий НК как собственных подразделений НК, так и подрядных организаций. С.Н. Сидельников, являющийся руководителем АЦСНК-5, АЦЛНК-5 СНК ОПО, рассказал об опыте проведения аттестации специалистов и лабораторий, отметил положительный эффект от применения в СНК ОПО единой системы документооборота, оператором которой является ООО «НЭДК». Также спикер ответил на вопросы участников по процедуре признания аттестационных центров в СНК ОПО и о требованиях к подготовке кандидатов на аттестацию.

А.Б. Спирков поделился с участниками опытом проведения сертификации специалистов в СДСПНК, подробно пояснил схему сертификации, принятую органом по сертификации персонала ООО «СЗ АНТЦ «Энергомонтаж».

В своем выступлении А.И. Чупрак рассказал о применении профессионального стандарта «Специалист по неразрушающему контролю» в системе управления персоналом в условиях реализации Постановления Правительства РФ № 584 и отмены отдельных параграфов ЕТКС.

То, что темы, затронутые при проведении круглого стола, являются актуальными, показала живая дискуссия участников.

*Отчет подготовил Д.И. Галкин,
канд. техн. наук,
ЗАО «НИИИИ МНПО «Спектр», Москва*

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА РФ

ПРОХОРОВИЧ Владимир Евгеньевич

Д-р техн. наук, профессор, НИЦ технологий контроля качества РКТ Университета ИТМО, Санкт-Петербург

Проведение данного круглого стола явилось результатом долголетней совместной работы машиностроителей, станкостроителей и специалистов в области неразрушающего контроля в области решения научных, расчетно-конструкторских и инженерно-технологических задач по дальнейшему совершенствованию и внедрению технологии сварки трением с перемешиванием (СТП) в производство высокотехнологичных изделий оборонно-промышленного комплекса (ОПК).

В работе круглого стола приняли участие более 50 представителей различных организаций (АО «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева», ФГУП НПО «Техномаш», ФГУП «ЦАГИ», АО ПО «Полет» – филиала «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева», «НПК «НИИ-ДАР», ИМАШ РАН, «НИИ стали», ПАО «Туполев», АО «Компания «Сухой», ООО «НТЦ «Эталон», Учреждение науки ИКЦ СЭКТ, МГУ им. М.В. Ломоносова, Университет ИТМО, ООО «Сайнтифик» и др.).

Открывая работу круглого стола, его модератор вице-президент РОНКТД, директор НИЦ технологий контроля качества ракетно-космической техники Университета ИТМО д-р техн. наук, проф. Владимир Евгеньевич Прохорович отметил, что в процессе выполнения комплексной многолетней работы ГКНПЦ им. М.В.Хруничева в кооперации с предприятиями Роскосмоса и специализированными организациями удалось решить важные технологические задачи при производстве топливных баков РН семейства «Ангара». Решение актуальных задач в данной области не завершено, и требуется концентрация усилий разработчиков, научных организаций РАН, отраслевых институтов и вузов для продолжения работ:

- создания гибридных технологий сварки в твердой фазе пространственных конструкций и адаптивного фрезерования зон сварки, совмещенных со встроенными средствами НК;
- разработки технологий и оборудования сварки трением с перемешиванием основных корпусных деталей летательных аппаратов и легкобронированной техники, выполняемых из специ-



альных термически упрочненных алюминиевых сплавов.

В первой части круглого стола в докладе «Гибридные технологии сварки в твердой фазе пространственных конструкций и адаптивного фрезерования зон сварки, совмещенные со встроенными средствами неразрушающего контроля – ключевая технологическая основа облегчения и повышения несущей способности оболочек баков космических ракет-носителей» заместитель директора по НИОКР Учреждения науки ИКЦ СЭКТ, канд. техн. наук Владимир Анатольевич Быченко представил замысел работы по созданию комплектов средств контроля качества и оснастки для изготовления бака ракетного блока РН с использованием передовых технологий, инициированной в целях уменьшения стоимости, массы и повышения качества изготавливаемых и проектируемых изделий отечественной промышленности. В рамках диалога с участниками круглого стола более подробно были рассмотрены и обсуждены отдельные элементы этих гибридных технологий:

- комплексная технология обеспечения требуемого качества продольных, кольцевых и круговых сварных соединений топливных баков, выполняемых на установках СТП;
- роботизированное оборудование фрезерования и неразрушающего контроля качества внутреннего вафельного подкрепления обечаек баков в зонах кольцевых сварных швов;
- роботизированное оборудование точечной СТП, совмещенное с оборудованием НК для установки внешних и внутренних приварных элементов

на несущих (в том числе герметичных) конструкциях летательных аппаратов;

- автоматизированный лазерно-оптический контроль геометрических параметров внешних обводов несущих обечаек баков летательных аппаратов.

В обсуждении особенностей представленных технологий приняли участие:

- заведующий отделом ИМАШ РАН д-р техн. наук, профессор А.Ю. Албагачиев, который отметил, что встраивание таких технологий НК в общий технологический процесс является одним из обязательных условий качественной СТП, а также поднял вопросы, связанные с фундаментальными основами сварки в твердой фазе. Он отметил важность их решения наряду с прикладными исследованиями и обратил внимание слушателей, что ученые ИМАШ РАН поддерживают выполнение прикладных работ по СТП в данном направлении, а также сами спланировали и приступили к их фундаментальным проработкам;
- заместитель директора центра развития технологических компетенций организаций РКП НПО «Техномаш» Николай Юрьевич Афанасьев, который обратил внимание на актуальность автоматизированного УЗК качества сварного соединения, так как «ремонт» сварных соединений зачастую возможен только до снятия бака со сварочной оснастки, на необходимость внимательного рассмотрения дополнительной задачи, связанной с позиционированием установки и ее привязки к системе координат бака, а также на то, что при внедрении точечной СТП малонагруженные кронштейны потребуются снабдить «лапками» под приварку, что может увеличить массу конструкции. В процессе дискуссии он выразил свое мнение о том, что, возможно, имеет смысл выполнить частичный переход к точечной СТП, а отдельные виды сварных соединений выполнять с помощью АрДЭС. Также он обратил внимание слушателей на необходимость совместного решения данных за-

дач и готовности НПО «Техномаш» принимать в них участие;

- главный эксперт НПК «НИИДАР» Владимир Васильевич Браженко, подтвердивший актуальность данной измерительной задачи и отметил важность ее решения не только в процессе изготовления баков летательных аппаратов, но и на этапе эксплуатации, например в процессе заправки и пуска изделия. Он отметил, что аналогичная система могла бы контролировать топливно-динамические колебания, которые оказывают существенное влияние на геометрические параметры баков и могут являться причиной аварий при пуске;
- начальник научно-технического центра научно-производственного комплекса ЦАГИ д-р техн. наук Владимир Дмитриевич Вермель, который отметил важность и актуальность данной разработки, а также целесообразность расширения области ее применения для контроля геометрических характеристик изделий сложной геометрической формы, например крыла самолета. Также он подтвердил, что ЦАГИ полностью поддерживает и крайне заинтересовано в создании, совершенствовании и внедрении отечественных технологий СТП. Кроме того, он обратил внимание на важность решения задачи применения точечной СТП взамен заклепок в протяженных крупногабаритных конструкциях, а также на решение задач обеспечения трещиностойкости конструкций.

Участвуя в дискуссии, директор НИЦ технологий контроля качества ракетно-космической техники Университета ИТМО д-р техн. наук, профессор Владимир Евгеньевич Прохорович отметил высокую значимость участия в решении обозначенных вопросов организаций Российской академии наук, а также показал, что частичный переход к СТП исключает такое ее важное преимущество, как возможность использования при изготовлении баков алюминий-литиевых спла-



Н.Ю. Афанасьев



А.Ю. Албагачиев



В.В. Браженко



В.Д. Вермель

вов, применение которых дает значительный выигрыш в массе конструкции и в значительной степени компенсирует введение дополнительных элементов.

В завершение дискуссии на данную тему В.Е. Прохорович отметил, что задача контроля геометрических параметров пока решалась только применительно к геометрии топливного бака, но может быть проведена аналогичная работа и для других объектов контроля. Также он отметил, что в рамках проводимых работ пока рассматривается замена сплошной аргодуговой сварки на точечную СТП малогабаритных кронштейнов, а учитывая заинтересованность ЦАГИ и других организаций аэрокосмической промышленности, необходимо рассмотреть возможность консолидации усилий в данном направлении. В качестве примера он анонсировал создание межотраслевого технологического центра СТП в интересах разработки современных технологий СТП для обеспечения изготовления корпусных конструкций РКН, авиационной и легкобронированной техники с опорой на компетенции университетского центра «Национальные технологические инициативы», НОЦ «Сварочные и лазерные технологии» и центра «Кавасаки-Политех».

Во второй части круглого стола руководитель ЦТНК Учреждения науки ИКЦ СЭКТ, канд. техн. наук Игорь Владимирович Беркутов в выступлении «Разработка технологий и оборудования сварки трением с перемешиванием основных корпусных деталей летательных аппаратов и легкобронированной техники, выполняемых из специальных термически упрочненных алюминиевых сплавов» затронул следующие дискуссионные вопросы:

- особенности получения соединений деталей конструкций, проектируемых к изготовлению из термически упрочняемых алюминиевых, несвариваемых и разнородных сплавов;
- особенности проектирования и отработки технологического оборудования для сварки методом СТП корпусных конструкций легкобронированной техники.

В обсуждении приняли участие начальник научно-технического центра научно-производственного комплекса ЦАГИ д-р техн. наук В.Д. Вермель, заведующий отделом ИМАШ РАН д-р техн. наук, проф. А.Ю. Албагачиев, зам. директора центра развития технологических компетенций организаций РКП НПО «Техномаш» Н.Ю. Афанасьев, директор НИЦ технологий контроля качества ракетно-космической техники Университета ИТМО д-р техн. наук, профессор В.Е. Прохорович.

Проф. А.Ю. Албагачиев отметил, что силами ИМАШ РАН и ИФМ УрО РАН спланированы и начаты работы по изучению закономерностей технологий СТП в рамках 5-й области (п. 34) Подпро-

граммы № 6 ГП «Научно-технологическое развитие РФ» в части исследования физики возникновения новых привлекающих свойств сварных соединений, а также методов анализа и синтеза робототехнических и мехатронных комплексов для обеспечения разработки новых установок изготовления методом СТП корпусных ДСЕ из термически упрочняемых алюминиевых сплавов для ракетной, авиационной и легкобронированной техники.

Н.Ю. Афанасьев отметил, что в настоящее время по решению с ПАО «Курганмашзавод» Учреждением науки ИКЦ СЭКТ с привлечением кооперации заинтересованных предприятий (АО «НИИ Стали», ЦНИИ КМ «Прометей», ФГУП «НПО «Техномаш», СПбПУ, АО «ЦНИИМ», ООО «Перспектива», ИМАШ РАН, ИФМ УрО РАН) на основе имеющегося задела по технологиям СТП ДСЕ, полученным за последние 10 лет в АО «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева» и ЦНИИ КМ «Прометей», в инициативном порядке выполняются работы по опробованию технологии СТП термически упрочняемых броневых алюминиевых сплавов в интересах изготовления новых изделий ПАО «Курганмашзавод».

В завершающей части круглого стола ведущий менеджер по направлению «Промышленная компьютерная томография» ООО «Сайнтифик» Павел Сергеевич Иванов представил доклад на тему «Новые веяния в промышленной томографии для контроля высокотехнологичных и особо ответственных изделий», в котором раскрыл возможности компьютерных томографов, поставляемых компанией diondo (Германия), области их применения и конкретные примеры, а профессор физического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, д-р физ.-мат. наук, проф. Александр Алексеевич Карабутов представил доклад на тему «Лазерно-ультразвуковая структуроскопия напряженных состояний в сталях», в котором ознакомил присутствующих с методом лазерно-ультразвуковой структуроскопии напряженных состояний в сталях, основанной на явлении акустоупругости.

По результатам работы участники круглого стола выразили согласованное мнение, которое было зафиксировано в следующем решении:

1. Отметить важность и актуальность работ в области создания и внедрения технологий СТП.



А.А. Карабутов



2. Кооперации заинтересованных предприятий-участников (Учреждение науки ИКЦ СЭКТ, ГКНПЦ им. М.В. Хруничева, НПО «Техномаш», АО «Композит») продолжить проведение работ в области разработки гибридных технологий сварки в твердой фазе пространственных конструкций и адаптивного фрезерования зон сварки, совмещенных со встроенными средствами неразрушающего контроля.
3. Кооперации заинтересованных предприятий-участников (Учреждение науки ИКЦ СЭКТ, НПО «Техномаш», ПАО «Курганмашзавод», АО «НИИ Стали», ЦНИИ КМ «Прометей») продолжить проведение работ в области разработки технологий и оборудования сварки трением с перемешиванием основных корпусных деталей летательных аппаратов и легкобронированной техники, выполняемых из специальных термически упрочненных алюминиевых сплавов.
4. Поддержать создание межотраслевого технологического центра СТП в интересах разработки современных технологий СТП для обеспечения изготовления корпусных конструкций РКН, авиационной и легкобронированной техники с опорой на компетенции университетского центра «Национальные технологические инициативы», НОЦ «Сварочные и лазерные технологии» и центра «Кавасаки-Политех».
5. Поддержать инициативу ИМАШ РАН и ИФМ УрО РАН по работам, связанным с изучением закономерностей технологий СТП в рамках 5-й области (п. 34) Подпрограммы № 6 ГП «Научно-технологическое развитие РФ» в части исследования физики возникновения новых привлекательных свойств сварных соединений, а также методов анализа и синтеза робототехнических и мехатронных комплексов для обеспечения разработки новых установок изготовления методом

- СТП корпусных ДСЕ из термически упрочняемых алюминиевых сплавов для ракетной, авиационной и легкобронированной техники.
6. Рекомендовать СПбПУ с участием Учреждения науки ИКЦ СЭКТ, НПО «Техномаш» и совместно с НИИ «Стали» и ПАО «Курганмашзавод» организовать обращение в ВПК при Правительстве РФ и департамент обычных вооружений, боеприпасов и спецхимии МПТ РФ для планирования государственного финансирования выполнения работ в соответствии с результатами межотраслевого НТС и карточкой на ОКР «Разработка и внедрение технологии изготовления корпусных конструкций легкобронированной техники из специальных броневых алюминиевых сплавов методом сварки трением с перемешиванием на примере автоматизированных установок сварки редана и крышки корпуса изделий типа БМП-3».
7. Рекомендовать Учреждению науки ИКЦ СЭКТ совместно с ЦНИИ КМ «Прометей», СПб ПУ и НПО «Техномаш» в январе – феврале 2022 г. запланировать проведение межотраслевого НТС с демонстрацией технологий ТСП деталей из АМг6, а также представлением плана работ по обеспечению возможности замены традиционных технологий клепки деталей из термически упрочняемых алюминиевых сплавов типа Д16 на технологии ТСП применительно к сухим и переходным отсекам РН и РБ, разработки КБ «Салют» ГКНПЦ им. М.В. Хруничева и НПО им. С.А. Лавочкина.

*Отчет подготовил А.В. Федоров,
д-р техн. наук, Учреждение науки ИКЦ СЭКТ,
Санкт-Петербург*



только реальность

Ультразвуковой дефектоскоп УД9812 «УРАЛЕЦ»



ООО «Физприбор»

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

БЕСЕДЫ НА ФОРУМЕ «ТЕРРИТОРИЯ NDT-2021»



ПОНОМАРЕВ Сергей Александрович

Заместитель начальника Дирекции диагностики и мониторинга инфраструктуры ОАО «РЖД», Москва

В который раз вы на форуме «Территория NDT»?

Как официальный представитель и участник пленарного совещания от Центральной дирекции инфраструктуры ОАО «РЖД» я присутствую на форуме «Территория NDT» в первый раз. Однако при проведении предыдущих форумов я посещал выставочные экспозиции оборудования и технологий, что помогало оценивать тенденции в развитии средств неразрушающего контроля.

Ваше мнение о форуме «Территория NDT-2021». Какие темы особенно важны и актуальны сейчас? Что важно для вас?

Атмосфера, в которой проходил форум, деловая, неформальная и доброжелательная, как и положено, когда встречаются коллеги для обмена профессиональной информацией о достижениях и пройденном пути, что с учетом первоклассных участников, безусловно, важно и интересно. При этом программа форума позволяет каждому участнику сформировать для себя индивидуальный «сценарий» посещения мероприятий. Для меня, как представителя компании ОАО «РЖД», которая имеет значительнейшие объекты для неразрушающего контроля в России, наиболее интересны такие темы, как новые высокотехнологичные приборы НК, автоматизация и цифровизация НК, развитие компетенций персонала. Также на форуме для меня представляли интерес альтернативные для ОАО «РЖД» разработчики оборудования, такие как OLYMPUS и ЗАО «Ультракraft», актуальная научная и учебная литература ученых в области НК.

Расскажите о вашем участии в деловой программе форума.

Тема моего доклада на форуме посвящена развитию системы автоматизированной оценки и обработки результатов неразрушающего контроля для обеспечения анализа и прогнозирования состояния рельсов в путевом хозяйстве железных дорог ОАО «РЖД». Рассмотрены и определены основные пути развития системы автоматизированной оценки результатов НК, состоящей из трех направлений:

- паспортизация рельсового хозяйства, позволяющая сформировать единую базу данных, учитывающую состояние рельсового хозяйства по результатам проверки средствами диагностики, что в дальнейшем с использованием математического аппарата машинного обучения позволит выполнять прогноз деградации рельсов и момента перехода дефектов из допустимого состояния в недопустимое;
- автоматизированная расшифровка дефектограмм, исключая случаи нарушений технологии при расшифровке результатов НК;
- автоматизированная система управления (ЕК АСУИ ДМ НК) в части определения периодичности контроля рельсов и планирования работы средств дефектоскопии, оценки повторяемости непроконтролированных участков пути, выявления зон и факторов риска.

Как вы оцениваете развитие неразрушающего контроля с внедрением современных компьютерных технологий обработки данных и новых средств связи, а также развитие нового подхода в НК в рамках 4-й промышленной революции (Индустрии 4.0)?

Внедрение компьютерных технологий, в частности BigData, в систему диагностики и мониторинга инфраструктуры позволяет не только решать задачи контроля и анализа состояний объекта контроля, но и перейти на новый уровень управления, используя возможности предиктивного анализа по развитию недопустимых состояний в объекте контроля и машинного обучения по прогнозированию.

В чем, по вашему мнению, особенность НК на железнодорожном транспорте?

Особенности неразрушающего контроля в ОАО «РЖД» состоят в том, что объектом неразрушающего контроля является рельсовое хозяйство, функция которого — непосредственное обеспечение движения поездов. Соответственно, от результатов НК в прямой зависимости находится безопасность движения. Поэтому для ОАО «РЖД» всегда актуальны во-

просы развития и совершенствования систем НК, автоматизированной оценки и обработки результатов, позволяющие максимально исключить ошибки.

Какой метод НК, по вашему мнению, наиболее востребован для контроля рельсов и подвижного состава и почему? Какие перспективные направления НК вы могли бы отметить?

Все применяемые средства неразрушающего контроля рельсов в ОАО «РЖД» основаны на двух методах контроля – акустическом и магнитном, подразделяются на мобильные (ультразвуковые и совмещенные вагоны-дефектоскопы и автотриpsy) и съемные дефектоскопы (двухниточные сплошного контроля, одностичные и локального контроля). Все указанные применяемые средства обеспечивают реализацию утвержденных схем прозвучивания и нормативную технологию НК.

Перспективным средством НК для ОАО «РЖД» является высокотехнологичный дефектоскоп на фазированных решетках для диагностики элементов рельсового хозяйства, позволяющий повысить достоверность выполняемого контроля. Преимуществами таких дефектоскопов являются наглядность представления результатов контроля, возможность более точно локализовать определение места расположения дефектов в объекте контроля за счет фокусировки УЗ-пучка на конкретном участке зоны контроля и возможность оценки двух условных размеров дефекта (высоту и ширину) без выполнения дополнительного сканирования.

Ваша оценка развития железнодорожного транспорта в будущем, в том числе в свете мировой тенденции сокращения выбросов углерода?

Развитие железнодорожного транспорта и железных дорог – это в первую очередь развитие высокоскоростных и безопасных транспортных артерий, основанных на новых технологиях и технических средствах и управляющих информационных системах. Повышение эффективности и автоматизация НК – составная часть общей стратегии развития железнодорожного транспорта в стране.

Пожелания коллегам и организаторам.

Желаю коллегам и организаторам форума плодотворной работы в решении актуальных для промышленных отраслей и железнодорожного транспорта вопросов, направленных на конструирование новых высокотехнологичных приборов и разработку методов НК, учитывающих потребность в автоматизации процесса контроля. Организаторам также желаю выявлять и акцентировать внимание на ключевых для развития НК темах и, конечно, находить новые формы для обеспечения живого профессионального общения коллег.



МИСЕЙКО Андрей Николаевич,
Канд. техн. наук, генеральный директор,
ООО «НТЦ «Эгида», Москва

Вы уже принимали участие в форуме «Территория NDT»? Откуда узнали о форуме?

На форуме «Территория NDT» я уже в третий раз. Я стараюсь не пропускать такое важное для меня событие, как форум «Территория NDT», поскольку это мероприятие предоставляет прекрасную возможность пообщаться с настоящими профессионалами в области неразрушающего контроля и технической диагностики, увидеть и оценить перспективные разработки ведущих российских и зарубежных компаний. О форуме я узнал давно от нашего партнера – директора ООО «ИНТЕР-ЮНИС-ИТ» Сергея Владимировича Елизарова, который является постоянным участником форума.

Ваше впечатление от форума 2021 года. Насколько важна атмосфера на форуме? Какое значение имеет это мероприятие для специалистов НК? Насколько важны такие мероприятия, как форумы, выставки, конференции, для специалистов НК?

Я считаю, что данное мероприятие проводится на достойном уровне и организаторы отлично справились с этой непростой задачей в период эпидемиологических ограничений. Им удалось не только сохранить интерес к мероприятию со стороны прежних участников, но и привлечь новых. Меня радует позитивный настрой участников форума. Здесь присутствует много энтузиастов в области НК и ТД, что создает благоприятную атмосферу для общения и дискуссий. Безусловно, форум «Территория NDT», как и ряд подобных мероприятий, имеет большое значение для специалистов НК и ТД. Он является уникальной площадкой, на которой одновременно встречаются компании-производители средств НК, специалисты-практики сервисных компаний и представители производственных предприятий, ответственные за безопас-

ную эксплуатацию оборудования. Для меня участие в форуме — это возможность «сверить часы», узнать что-то новое и интересное, а также поделиться своим опытом и наработками с коллегами.

Участвуете в деловой программе?

Да, от лица ООО «НТЦ «ЭгидА» я принимаю участие в работе секции «NDE 4.0 — переход от неразрушающего контроля к мониторингу технического состояния и технической диагностике», поскольку данная тема входит в сферу моих научных и производственных интересов.

Какие темы особенно важны и актуальны сейчас? Что важно для Вас?

На сегодняшний день наибольшую актуальность имеет направление интеллектуализации и роботизации НК. Причем особую важность имеет не столько создание нового «железа», сколько разработка новых алгоритмов обработки информации, выделения диагностических признаков и формирования критериев оценки технического состояния объекта. Так как я сам являюсь специалистом 3-го уровня по методу акустической эмиссии (АЭ), то приведу близкий для меня пример. В частности, для повышения эффективности применения метода АЭ в промышленности огромное значение имеет разработка помехоустойчивых алгоритмов регистрации сигналов АЭ, а также алгоритмов автоматического ранжирования технического состояния объекта на основе АЭ-данных.

Расскажите о вашей работе. Какие задачи стоят сейчас перед компанией?

Наша компания совместно с ООО «ИНТЕР-ЮНИС-ИТ», единственным в России производителем цифровых систем комплексного диагностического мониторинга, ведет разработку инновационных технологий контроля оборудования «на режиме». За последние два года нами выполнен ряд научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ для крупнейших российских холдингов (ПАО «Татнефть», ПАО «Мосэнерго», ПАО «НК «Роснефть» и др.), результаты которых легли в основу новых методологических подходов и алгоритмического обеспечения. На текущий момент мы проводим апробацию и патентование наших технологий. Отмечу, что мы работаем с объектами, изготовленными из широкого спектра материалов, в том числе композитами и стеклопластиковыми. В этой связи я рад сообщить, что наш сотрудник Кирилл Алексеевич Медведев занял одно из призовых мест во Всероссийском конкурсе в области НК и ТД «Новая генерация — 2021» с работой «Разработка методики диагностирования стеклопластиковых промысловых трубопроводов методом акустической эмиссии».

Каковы, по вашему мнению, перспективы развития неразрушающего контроля в России и в мире?

На мой взгляд, в России и мире будет нарастать потребность в интеллектуальном неразрушающем контроле и мониторинге технического состояния, поскольку с каждым годом усложняется производственное оборудование, появляются уникальные сооружения и конструкции, а следовательно, задача повышения их надежности и безопасности приобретает все большую остроту. И в этом отношении метод АЭ имеет колоссальный потенциал.

Что бы вы могли пожелать коллегам и организаторам?

Я бы хотел пожелать всем участникам форума творческих успехов и новых оригинальных идей в области НК и ТД, а также максимального объединения усилий в деле контроля технического состояния производственного оборудования и объектов гражданской инфраструктуры. Отдельно я хочу выразить благодарность организаторам форума «Территория NDT» за удачно выбранный формат мероприятия и желаю продолжать высоко держать планку нашего форума.



КИСЕЛЕВ Вадим Сергеевич

Канд. техн. наук, руководитель АЦНК-20, ООО «ГАЦ АР НАКС», Барнаул

В который раз вы на форуме «Территория NDT»? Откуда узнали о форуме?

На форуме «Территория NDT» я впервые. О форуме я узнал по профессиональным каналам от своих коллег.

Что вы можете сказать о форуме «Территория NDT—2021» и его атмосфере?

Форум «Территория NDT 2021» порадовал деловой, но в то же время уютной атмосферой. Очень понравился высокий профессионализм участников, доступность и информативность стендов. Ко-

нечно, хотелось бы видеть подобные мероприятия в том числе и в нашем регионе.

Какое значение имеет это мероприятие для специалистов?

Форум крайне важен для специалистов в области неразрушающего контроля для повышения уровня знаний, а также производителей и дилеров для привлечения внимания к новинкам на рынке средств неразрушающего контроля.

Насколько важны такие мероприятия, как форумы, выставки, конференции?

Интернет не может заменить живого общения и обмена опытом. Очень ценно иметь представление о передовых образцах оборудования для неразрушающего контроля. Именно поэтому подобные мероприятия очень важны для профессионального сообщества дефектоскопистов.

Какие темы особенно важны и актуальны сейчас? Что важно для вас?

Актуальным сейчас является развитие системы неразрушающего контроля Российского общества по неразрушающему контролю и технической диагностике на опасных производственных объектах (СНК ОПО РОНКТД). Наиболее важно совершенствование системы образования в области неразрушающего контроля, а также скорейшее появление в России новых единых образовательных программ по всем методам неразрушающего контроля.

Как вы относитесь к идее проведения нескольких выставок одновременно в рамках Российской промышленной недели?

Проходящие в рамках Российской промышленной недели выставки очень интересны и затрагивают смежные отрасли промышленности. Это очень полезно для расширения кругозора и получения представления о состоянии дел в других областях промышленности.

С какими вопросами вы приехали? Расскажите о своей работе.

Я принимаю участие в Съезде организаций, участвующих в деятельности Системы аттестации сварочного производства (САСв), Совета по профес-

сиональным квалификациям в области сварки (СПКС) и Системы неразрушающего контроля РОНКТД на опасных производственных объектах (СНК ОПО РОНКТД) проводимом СРО Ассоциации «Национальное Агентство Контроля Сварки» в рамках проведения Международной специализированной выставки «Оборудование, технологии и материалы для процессов сварки и резки». Также я приехал поболеть за представителя Алтайского края Максима Геннадьевича Дерябина (ООО «Барнаульский котельный завод», Барнаул), который принимает участие в конкурсе «Дефектоскопист 2021» в номинации ВИК+УК.

Я являюсь руководителем центра по аттестации специалистов неразрушающего контроля АЦСНК-20, ООО «ГАЦ АР НАКС» в Барнауле, также преподаю в Алтайском государственном техническом университете им. И.И. Ползунова.

Каковы, по вашему мнению, перспективы развития неразрушающего контроля в вашей области?

Перспективы развития неразрушающего контроля, на мой взгляд, состоят в широком внедрении средств автоматизации и информационно-измерительных систем НК, а также актуализации нормативной документации по неразрушающему контролю.

Как вы оцениваете развитие неразрушающего контроля с внедрением современных компьютерных технологий обработки данных и новых средств связи, а также развитие нового подхода в НК в рамках 4-й промышленной революции (Индустрии 4.0)?

Развитие неразрушающего контроля в рамках 4-й промышленной революции по пути массового внедрения роботизированных средств в процесс приведет к абсолютным показателям надежности на опасных производственных объектах. При этом человек выступает уже не в качестве дефектоскописта, а в качестве оператора и программиста с высшим образованием, способного настраивать и следить за процессом неразрушающего контроля.

Что бы вы хотели сказать коллегам и организаторам форума?

В качестве идеи организаторам форума «Территория NDT» предлагаю рассмотреть возможность организации и проведения региональных мероприятий, например у нас, в Сибири. ■

Ответы на кроссворд

По горизонтали: 2. Индикатор. 8. Цвет. 10. Соленоид. 12. Фаза. 14. Сердечник. 15. Обмотка. 18. Намагниченность. 20. Интенсивность. 22. Балансировка.

По вертикали: 1. Наводка. 3. Дефектоскоп. 4. Компенсатор. 5. Работоспособность. 6. Зазор. 7. Электромагнит. 9. Структроскоп. 11. Фазовращатель. 12. Фильтр. 13. Напряженность. 16. Катушка. 17. Магнит. 19. Имитатор. 21. Строб.

ТРЕНДЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ В ОБЛАСТИ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ 2021 ГОДА



ЗАИТОВА Светлана Александровна

Президент СРО ОЮЛ КАЗАХСТАНСКИЙ РЕГИСТР, председатель МТК 515 «Неразрушающий контроль», председатель ТК 76 Республики Казахстан «Неразрушающий контроль, техническая диагностика и мониторинг состояния»/ Non-destructive Testing, Diagnostics and Condition Monitoring», Республика Казахстан

Год был богат на события в области стандартизации неразрушающего контроля как на отраслевые («Нефтегазстандарт 2021», XIV Форум KAZENERGY), страновые (РОНКТД, ASNT, ASTM), региональные (МГС)Ю, так и на международные (ISO).

Предваряя информацию о региональных и международных трендах стандартизации 2021 г. в области неразрушающего контроля (Коды МКС: 01.040.19 Испытания (Словари); 19.020 Условия и методики испытаний в целом; 19.100 Неразрушающие испытания; 77.040.20 Неразрушающие испытания металлов), необходимо дать историческую справку о Секретариате МТК 515 «Неразрушающий контроль»:

- В 2019 г. Решением 54 заседания МГС секретариат МТК 515 «Неразрушающий контроль» был закреплен за Республикой Казахстан.
- Современная история формирования профессионального сообщества в области неразрушающего контроля в Республике Казахстан начинается с 1999 г. с создания национального общества по неразрушающему контролю, члена РОНКТД–EFNDT–ICNDT–ASNT–ISCM.

- Особенностью профессионального сообщества в области неразрушающего контроля в Республике Казахстан является становление независимых экспертных организаций на базе испытательных лабораторий неразрушающего контроля (тогда еще регулируемые в системе Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Казахстан) для работы на инвестиционных проектах в области добычи, транспортировки, переработки углеводородов и твердых полезных ископаемых, особенно при строительстве магистральных трубопроводов.
- ТК 76 РК «Неразрушающий контроль, техническая диагностика и мониторинг состояния» был создан в 2011 г. группой экспертных организаций совместно с АО «НИИ промышленной безопасности Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Казахстан» (ликвидированный в 2017 г. приказом государственного уполномоченного органа).
- За время своей деятельности ТК 76 РК разработал (гармонизировал): 12 – ГОСТов, 59 – СТ РК и провел экспертизу: 65 – ISO, 9 – ГОСТов, 227 – СТ РК.
- ТК 76 РК представляет Республику Казахстан в ТК 135 ISO Non-destructive testing во всех подкомитетах.
- ТК 76РК участвует в формировании национальной части доказательной базы технических регламентов ЕАЭС со стороны входящей в его состав ОЮЛ КАЗАХСТАНСКИЙ РЕГИСТР.

Считаю эту информацию важной для понимания вопроса «откуда в Казахстане неразрушающий контроль», часто озвучиваемого представителями дружественных организаций.



Основными акторами в области стандартизации по неразрушающему контролю, как и всегда для нас, в 2021 г. выступают Международная организация по стандартизации ISO и Региональная организация по стандартизации МГС-ЕАС.

В октябре 2021 г. прошли заседания ТК 135 ISO Non-destructive testing» и его подкомитетов.

Основные тренды международной стандартизации в области неразрушающего контроля

- Интеграция региональной и национальных систем стандартизаций в единую глобальную систему ISO.
- Формирование новых направлений стандартизации при действующих подкомитетах ТК 135 ISO: создание субподкомитетов по разработке стандартизованных требований к оборудованию, работающему на методах неразрушающего контроля.
- Продолжается вытеснение методов разрушающего контроля за счет разработки новых технологий на основе методов неразрушающего контроля.
- Страновая специализация экспертного сообщества, доминирующая в формировании подходов к методам неразрушающего контроля и требованиям к оборудованию на них работающему (УТ – Германия; АТ – Китай, США; РТ, МТ – Франция; РТ – Бельгия, Великобритания; подготовка кадров – Великобритания, Россия).

Как видно по сводной информации ТК 135 ISO, 35 действующих членов и 32 наблюдателя разработали 97 стандартов, 11 стандартов находятся в процессе разработки. Новинками этого года являются:

- ISO/CD 24647. Non-destructive testing – Robotic ultrasonic test systems – General requirements от SC 3;
- ISO 23159:2020. Non-destructive testing – Gamma ray scanning method on process columns от SC 5;
- ISO/CD 24489. Non-destructive testing – Acoustic emission testing – Corrosion of atmospheric pressure metallic storage tank floor» от SC 9.

А также долгожданная редакция 2020–2021 гг. ISO/FDIS 9712. Non-destructive testing – Qualification and certification of

Systematic Review voting result

Item	For	Against	Abstain
1. Approval of the agenda	10	0	0
2. Approval of the agenda	10	0	0
3. Approval of the agenda	10	0	0

ISO/TC 135 Non-destructive testing

12. Any other business – if any

13. Approval of resolutions

15 minutes break

14. Closure of the meeting

From Chairperson: Dr. Norikazu Ooko

Code of Conduct For the technical work

- Respect others
- Behave ethically
- Escape and resolve disputes
- Work for the real benefit of the international community
- Uphold consensus and governance
- Agree to clear purpose and scope
- Participate actively and manage effectively representation

COUNTRIES REPRESENTED: Argentina, Canada, China, France, Japan, Kazakhstan, Malaysia, Mexico, Portugal, Russian Federation, South Africa, and the United States

The meeting was opened at 17H00 local JST time.

Resolution 1/2021-10
ISO TC 135/SC2 agrees to revise/amend ISO 3058

Resolution 2/2021-10
ISO TC 135/SC2 agrees to revise/amend ISO 3452-3, ISO 3452-4, ISO 12707 in a single working group to be led by ISO TC 135/SC2

97 PUBLISHED ISO STANDARDS related to the TC and its SCs

11 ISO STANDARDS UNDER DEVELOPMENT related to the TC and its SCs

35 PARTICIPATING MEMBERS

32 OBSERVING MEMBERS

REFERENCE #	TITLE	TYPE
ISO/TC 135/SC 2	Surface methods	Sub committee
ISO/TC 135/SC 3	Ultrasonic testing	Sub committee
ISO/TC 135/SC 4	Eddy current testing	Sub committee
ISO/TC 135/SC 5	Radiographic testing	Sub committee
ISO/TC 135/SC 6	Leak testing	Sub committee
ISO/TC 135/SC 7	Personnel qualification	Sub committee
ISO/TC 135/SC 8	Thermographic testing	Sub committee
ISO/TC 135/SC 9	Acoustic emission testing	Sub committee

NDT personnel от SC 7. Да, подкомитет SC 7 Personnel qualification приглашает специалистов по различным методам неразрушающего контроля присоединиться к новым рабочим группам по доработке проекта 9712.

Отдельно необходимо отметить, что TC 135 ISO формирует рабочую группу по актуализации основополагающих стандартов по терминологии методов: необходимо расширить классификацию методов, выделить в отдельные виды цифровые методы, актуализировать действующие.

В TC 135 ISO произошел транзит руководства: Dr. Norikazu Ooka, который возглавлял комитет с 1967 г., ушел на заслуженный отдых, а его место занял Dr. Takamasa Ogata, президент Японского общества неразрушающего контроля, несколько более молодого возраста.



Мы с вами живем и работаем в евразийском пространстве, и организационные проблемы межгосударственной стандартизации в области неразрушающего контроля являются для нас главными. Что здесь необходимо выделить:

- Участие в принятии решений в области стандартизации большого количества представителей (членов) МТК 515, не имеющих национального экспертного сообщества в области неразрушающего контроля, что формализует процесс разработки документов по стандартизации и превращает его в гонку за голосами в системе ИСС.
- Бюрократизация процесса разработки стандартов от внесения в ПМС до голосования в ИСС МГС.
- Дублирование МКС, закрепленными за МТК 515, другими МТК, а также национальными ТК смежных видов деятельности при формировании ПМС.
- Специфика самого ИСС МГС: закрытая для экспертного сообщества информационная база данных, которой оперируют национальные уполномоченные органы. Закрепленные по кодам МКС технические комитеты не видят формирования карточки тем и открытого голосования.
- Декларируемый приоритет на разработку межгосударственных стандартов и фактический крен в сторону разработки национальных стандартов.
- Отсутствие финансирования на актуализацию и разработку стандартов.

Тем не менее в 2021 г. МТК 515 в лице РПП КАЗ-СТАНДАРТА удалось разработать и принять следующие ГОСТы:

1	ГОСТ ISO 9934-1-2021	Контроль неразрушающий. Магнитопорошковый контроль. Часть 1. Общие принципы
2	ГОСТ ISO 9934-2-2021	Контроль неразрушающий. Магнитопорошковый контроль. Часть 2. Дефектоскопические материалы
3	ГОСТ ISO 17640-2021	Контроль неразрушающий сварных соединений. Ультразвуковой контроль. Методы, уровни контроля и оценка
4	ГОСТ ISO 17637-2021	Контроль неразрушающий сварных швов. Визуальный контроль сварных соединений, полученных сваркой плавлением
5	ГОСТ ISO 3452-1-2021	Контроль неразрушающий. Контроль методом проникающих жидкостей. Часть 1. Общие принципы
6	ГОСТ EN 14127-2021	Контроль неразрушающий. Ультразвуковой контроль толщины
7	ГОСТ ISO 9934-3	Контроль неразрушающий. Магнитопорошковый контроль. Часть 3. Оборудование

Межгосударственная стандартизация и ЕАЭС

Однозначно, что в 2021 г. продолжается глубокий системный кризис межгосударственной стандартизации. ЕАЭС не создает своей региональной организации по стандартизации и продолжает использовать плохо работающий механизм Бюро по стандартизации МГС для формирования доказательной базы к техническим регламентам ЕАЭС.

Согласно СТРАТЕГИИ развития Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации на период до 2030 г. (принято на 57-м заседании МГС 20 июля 2020 г.): миссией МГС является *обеспечение скоординированного развития технического регулирования, стандартизации, метрологии, оценки соответствия, аккредитации и наблюдения за рынком товаров и услуг (далее Инфраструктура качества), направленное на повышение качества жизни, экономический рост, развитие взаимной торговли, обеспечение вопросов безопасности через повышение эффективности производства и производительности труда, внедрение современных достижений науки и техники, широкую производственную и научно-техническую кооперацию.*

На практике согласованность остается заявленной на бумаге, а на деле МГС является бю-



рократической надстройкой для участия национальных органов и (до пандемии) дружественного туризма. Межгосударственные комитеты работают с Бюро по стандартизации через национальные органы по стандартизации, которые оперируют информацией и голосованием в системе ИСС. Информация до МТК и национальных ТК доходит с большим опозданием, а в ряде случаев даже не предоставляется. Ранее приоритетом для разработки документов по стандартизации являлись международные стандарты на основе новейших технологий, а также основополагающие стандарты. В 2020 – 2021 гг. государственное финансирование стран-разработчиков распространяется только на доказательную базу к техническим регламентам ЕАЭС.

Важно отметить, что доказательная база к ТР ЕАЭС формируется производителями. Ранее в публикациях мы предоставляли таблицу участия МТК и ТК в рабочих группах ТР ЕАЭС. Их там просто нет. В свою очередь производители не ориентируются на новые технологии в области неразрушающего контроля при освоении рынка ЕАЭС и не заинтересованы в сотрудничестве с техническими комитетами, им привычнее использовать существующие с советских времен технологические платформы и методы обеспечения безопасности продукции.

Особенности применения методов испытания (неразрушающего контроля) в доказательной базе ТР ЕАЭС:

- одновременное использование стандартов различных систем без проведения экспертного анализа и систематизации (ГОСТ-Р, EN, ISO и т.д.);
- исключение стандартов, которые не устанавливают требования по безопасности продукции, из Перечня доказательной базы ТР. Основополагающим стандартам там нет места;
- использование «старых», привычных для производителей стандартов, без актуализации и замены на новые методы и технологии;

ПЕРЕЧЕНЬ ТР ЕАЭС в области нефти и газа, где стандарты неразрушающего контроля являются основными при проведении испытаний

ТР ТС010/2011	О безопасности машин и оборудования
ТР ТС 012/2011	О безопасности оборудования для работы во взрывоопасных средах
ТР ТС 016/2011	О безопасности аппаратов, работающих на газообразном топливе
ТР ТС 032/2013	О безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением
ТР ЕАЭС 049/2020	О требованиях к магистральным трубопроводам для транспортирования жидких и газообразных углеводородов
Проект	О безопасности зданий и сооружений, строительных материалов и изделий

- доминирование национальных стандартов и длинное плечо перевода их в ГОСТ, что способствуют монополизации рынка отдельными производителями.

С системной точки зрения такой подход к применению стандартов в области неразрушающего контроля в рамках ЕАЭС ведет к утрате их актуальности у потребителей и разработчиков, стагнации в применении новых методов и подходов в обеспечении безопасности продукции и процессов, что делает сам экономический союз проигравшим в международной интеграции технологий и достижении ЦУР ООН.

Не случилось в 2021 г. долгожданной переработки ПМГ 15 «Требования к компетентности лабораторий неразрушающего контроля и технической диагностики», заявленных Рабочей группой по неразрушающему контролю НТКМетр на 22-м заседании РГ по неразрушающему контролю НТКМетр 6 января 2020 г. Нужно напомнить, что данные правила были разработаны в 1996 г., новая редакция которых должна аккумулировать комплекс требований на основе:

- ГОСТ ISO\IEC 17025–2019. Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий;
- ГОСТ ISO\IEC 17020–2013. Оценка соответствия. Общие требования к работе различных типов органов, проводящих инспекции;
- ГОСТ ISO\IEC 17065–2013. Оценка соответствия. Требования к органам по сертификации продукции, процессов и услуг;
- правил/требований в области промышленной безопасности.

Задача поставлена серьезная, рассчитываем, что будет реализована в 2022 г. НТКМетр под руководством ВНИИМ им. Д.И. Менделеева.

Практике применения американских стандартов в наших широтах в 2021 г. нужно отвести отдельную публикацию. Да, нет у нас своих API с их рекомендациями и мониторинговыми системами, но так и страхование рисков у нас не развито. А без системных изменений в данной области мы продолжим использовать стандарты иностранных организаций **в качестве добровольных**, не забывая условия распространения и авторские права. Благо, в Казахстане с 2021 г. вступили в силу изменения в Закон Республики Казахстан «О стандартизации», дающие право использовать стандарты международных организаций на основании договора с правообладателями (еще раз – в качестве добровольных).

Біз біргеміз!
www.kazregister.kz



**В наших силах
сохранить
этот мир**

constanta.ru





Уважаемые коллеги!

ПРИГЛАШАЕМ ВАС ПРИНЯТЬ УЧАСТИЕ
И ВЫСТУПИТЬ С ДОКЛАДОМ

на XXIV Петербургской научно-технической конференции «Инновационные средства и технологии ультразвукового контроля и диагностики» УЗДМ-2022

24 – 27 мая 2022, Санкт-Петербург

ТЕМАТИКА КОНФЕРЕНЦИИ

1. Новые принципы и технические решения электроакустических преобразователей, характеристики поля, примеры применения.
2. Высокоинформативные автоматизированные средства ультразвукового контроля. Структура, алгоритмы обработки сигналов, новые технологические возможности.
3. Технологии и опыт применения инновационных средств ультразвукового контроля металлов, перспективных материалов и соединений.
4. Ультразвуковой контроль в задачах диагностики.
5. Стандартизация и метрологическое обеспечение ультразвукового контроля. Терминология ультразвукового контроля (круглый стол).
6. Обучение, подтверждение квалификации, аттестация и сертификация персонала.

ПУБЛИКАЦИИ

Отбор докладов в программу конференции производится программным комитетом по предоставленным тезисам.

Требования к оформлению тезисов

http://www.ndt.sp.ru/index_ru.php3?pid=106

Сборник тезисов докладов будет сформирован и издан к началу конференции, а затем в установленном порядке размещен в национальной библиографической базе данных научного цитирования – РИНЦ.

По итогам выступления на конференции доклады, отобранные программным комитетом и оформленные в виде статей, будут опубликованы в изданиях информационных партнеров «УЗДМ-2022», зарегистрированных в разных системах индекса цитируемости.



МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ

Конференция будет проводиться в знаменитом пригороде Санкт-Петербурга – Петергофе, в отеле «Новый Петергоф»

Петергоф, Санкт-Петербургский проспект, 34.

Телефон: +7 (812) 319-10-90

E-mail: reservation@new-peterhof.com

Бронирование номеров участники конференции проводят самостоятельно.

ВАЖНЫЕ ДАТЫ

- Прием заявок до 01.03.2022.
- Прием тезисов докладов до 10.04.2022.
- Рассылка пригласительных билетов и программ до 05.05.2022.

КУЛЬТУРНАЯ И СПОРТИВНАЯ ПРОГРАММЫ

Для участников конференции и сопровождающих будут организованы экскурсии по дворцам и паркам Петергофа.

Во время конференции среди участников планируется проведение турнира по настольному теннису на «Кубок УЗДМ».

РЕГИСТРАЦИОННЫЙ ВЗНОС (без учета НДС):

- для участников – 29 000 руб.
- для аспирантов – 12 000 руб.
- для сопровождающих (без участия в работе конференции) – 6000 руб.

КОНТАКТНЫЕ ДАННЫЕ ОРГКОМИТЕТА

E-mail: uzdm2022@yandex.ru • **Телефон:** +7 (921) 938-43-13

При Вашем положительном решении об участии в работе «УЗДМ-2022» просим провести электронную регистрацию на сайте: www.ndt.sp.ru



С уважением и надеждой на Ваше участие в УЗДМ-2022,
органкомитет УЗДМ-2022

НАСТРОЙКА ДЕФЕКТΟΣКОПА OmniScan X3 для МЕТОДА TFM. СКОРОСТЬ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ВОЛН И ТОЛЩИНА ОБЪЕКТА КОНТРОЛЯ



ПЕПЕЛЯЕВ Андрей Валентинович
ООО «ТЕХКОН», Москва

На конкретных примерах показано, как точность настройки скорости ультразвуковых волн и толщины объекта контроля (ОК) влияет на результаты контроля, проводимого методом общей фокусировки TFM.

Метод TFM – новая и перспективная технология ультразвукового контроля. Подробнее об основах данного метода можно прочитать, например, в статьях [1, 4]. Но его применение имеет свои особенности. Одна из них – это существенная зависимость результатов контроля от точности настройки скорости ультразвуковых волн и толщины объекта контроля (ОК).

При контроле традиционным эхо-методом, без дополнительной обработки сигналов, ошибки в задании скорости и толщины влияют, как правило, только на точность определения координат отражателей. Для метода TFM неверно заданные скорость и толщина могут привести к тому, что на реконструированных сканах будут отсутствовать даже индикации недопустимых дефектов.

Для ответа на этот важный вопрос – как влияет точность настройки скорости ультразвуковых волн

и толщины ОК на результаты контроля методом TFM – мы провели эксперимент на образце сварного шва с дефектами.

Этот образец изготовлен компанией Sonaspection, он представляет собой стыковое сварное соединение пластин из углеродистой стали с V-образной разделкой кромок, с заложенными в сварном шве внутренними дефектами – несплошностями. Толщина сварного шва 12,0 × 12,0 мм. Поперечное сечение сварного шва с расположением дефектов показано на рис. 1.

Данный образец мы специально выбрали для того, чтобы изучить особенности метода TFM на реальных дефектах сварных швов.

Для экспериментов использовался дефект № 1 (Flaw # 1 на рис. 1). Это продольная трещина вертикальной ориентации, расположенная в корне шва, имеющая протяженность вдоль оси шва 11,5 мм и высоту 3 мм.

Применялось следующее оборудование производства компании Olympus:

- ультразвуковой дефектоскоп OmniScan X3 в режиме TFM;

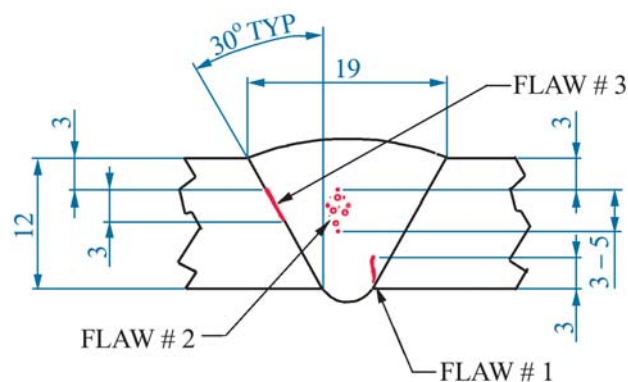


Рис. 1. Поперечное сечение сварного шва с дефектами



Рис. 2. Дефектоскоп OmniScan X3, ПФР и образец в ходе эксперимента

- преобразователь – фазированная решетка (ПФР) 5L32-A31 с рабочей частотой 5 МГц и апертурой 32 элемента 19,2×10,0 мм;
- призма SA31-N55S с базовым углом ввода 55° для поперечных волн в углеродистой стали.

Дефектоскоп OmniScan X3, ПФР и образец в ходе эксперимента показаны на рис. 2.

Сначала был выбран режим TFM. По результатам моделирования с помощью карты акустического воздействия AIM наибольшую чувствительность к выбранному дефекту – вертикальной трещине в корне сварного шва – обеспечивает режим TTT из группы «тандем». Этот режим описывает распространение поперечной волны T по траектории «поверхность ввода – донная поверхность – дефект – поверхность ввода» без трансформации поперечной волны в продольную при отражениях в ОК.

Экран дефектоскопа OmniScan X3 в режиме моделирования чувствительности с выбором режима и картой AIM показан на рис. 3.

Эксперимент по влиянию точности настройки скорости ультразвуковых волн и толщины ОК на результаты контроля состоял в следующем.

Прямыми измерениями было установлено действительное значение толщины пластин сварного соединения образца T_0 , которое составило 12,0 мм.

В качестве действительного значения скорости поперечных ультразвуковых волн в образце сварного шва C_{T0} было принято значение скорости поперечных волн в углеродистой стали, которое задано в базе данных дефектоскопа OmniScan X3 и равно 3240 м/с. Указанное значение C_{T0} подтверждено измерениями, которые были проведены в образце в основном металле и в зоне термического влияния сварного шва.

В соответствии с результатами моделирования чувствительности ПФР был установлен на расстоянии по оси индексирования (проекциином расстоянии) 17 мм между дефектом и передней гранью призмы ПФР (см. рис. 3). В ходе эксперимента ПФР был зафиксирован на поверхности образца, его положение относительно дефекта не менялось. В качестве контактной жидкости применялся глицерин.

Далее при настроенных действительных значениях скорости и толщины C_{T0} и T_0 регулировкой усиления дефектоскопа OmniScan X3 максимальная амплитуда сигнала от дефекта A_{max0} была установлена на уровень $100 \pm 1\%$ (здесь и далее значение амплитуды сигнала указано в процентах от полной высоты А-скана).

В ходе эксперимента в настройках дефектоскопа OmniScan X3 изменяли относительно действительных значений C_{T0} и T_0 либо скорость поперечных ультразвуковых волн в образце C_T , либо толщину образца T . При изменениях T высота зоны реконструкции устанавливалась равной T . Все остальные настройки дефектоскопа не изменяли.

Результаты эксперимента фиксировались в виде реконструированных End-сканов, полученных методом TFM, с цветовым отображением расчетного

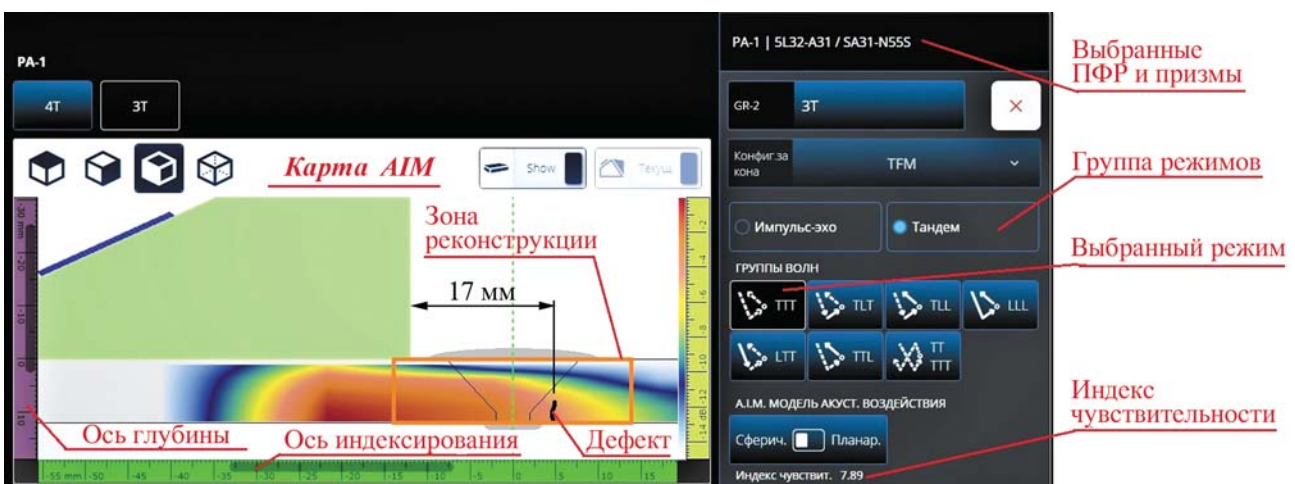


Рис. 3. Выбор режима TFM, моделирование чувствительности и карта AIM в дефектоскопе OmniScan X3

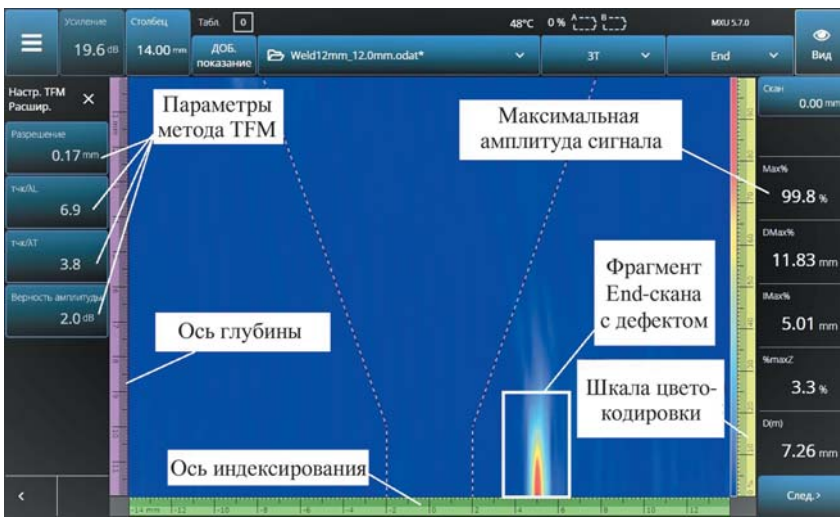


Рис. 4. End-скан образца с дефектом при настроенных значениях C_{T0} и T_0

значения амплитуды эхо-сигнала в каждой точке зоны реконструкции. End-скан («вид с торца») — это термин, который используется в дефектоскопе OmniScan X3 для режима TFM. В данном случае End-скан представляет собой поперечное сечение сварного шва, аналогичное показанному на рис. 1.

Кроме того, для каждого End-скана фиксировалось максимальное значение амплитуды эхо-сигнала от дефекта A_{max} , которое автоматически отображается в соответствующем поле индикации дефектоскопа OmniScan X3 (рис. 4).

На рис. 4 приведен End-скан образца с дефектом при настроенных действительных значениях скорости и толщины образца C_{T0} и T_0 . Данный End-скан получен в режиме полноматричного захвата FMC с использованием всех 32 элементов ПФР, а также с включенной функцией построения огибающей при реконструкции изображения.

В левой части экрана на рис. 4 указаны важные параметры метода TFM, которые определяются в дефектоскопе OmniScan X3. Это разрешение сетки реконструкции, количество точек реконструкции на длину продольной и поперечной волны λ_L и λ_T , а также верность (точность) амплитуды (максимальный разброс значений амплитуд в точках реконструкции). Указанные параметры в соответствии со стандартами ASME [2] и [3] определяют достоверность результатов контроля, полученных методом TFM.

В правой части End-скана на рис. 4 показана шкала цветокодировки, согласно которой темно-красный цвет индикаций соответствует амплитуде сигнала 100 % и выше, белый цвет — нулевой амплитуде, остальные цвета — промежуточным значениям амплитуды.

Результаты, полученные при изменениях значений скорости C_T и толщины T , приведены в табл. 1–3.

Для каждого из значений C_T и T представлен фрагмент End-скана с размерами 3×3 мм с индикацией дефекта. Положение этого фрагмента показано на рис. 4. Для всех фрагментов положение по оси индексирования и шкала цветокодировки одинаковы, а нижняя граница фрагмента соответствует заданному значению толщины образца T . Кроме того, во всех случаях указаны изменения ΔC_T и ΔT в процентах от C_{T0} и T_0 , а также значение A_{max} в процентах относительно полной высоты A-скана и в децибеллах относительно A_{max0} .

1. Результаты метода TFM при уменьшении скорости C_T относительно C_{T0}

C_T , м/с	3240	3224	3208	3191	3175	3159	3143	3127	3110
ΔC_T , %	0,0	-0,5	-1,0	-1,5	-2,0	-2,5	-3,0	-3,5	-4,0
A_{max} , %	100	95	84	71	54	41	29	23	15
A_{max} , дБ	0,0	-0,4	-1,5	-3,0	-5,4	-7,7	-10,8	-12,8	-16,5
End-скан									

2. Результаты метода TFM при увеличении скорости C_T относительно C_{T0}

C_T , м/с	3240	3256	3272	3289	3305	3321	3337	3353	3370
ΔC_T , %	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
A_{\max} , %	100	101	99	92	82	67	54	42	30
A_{\max} , дБ	0,0	0,1	-0,1	-0,7	-1,7	-3,5	-5,4	-7,5	-10,5
End-скан									

3. Результаты метода TFM при изменении толщины T относительно T_0

T , мм	9,6	10,2	10,8	11,4	12,0	12,6	13,2	13,8	14,4
ΔT , %	-20,0	-15,0	-10,0	-5,0	0,0	5,0	10,0	15,0	20,0
A_{\max} , %	32	49	65	89	100	94	86	61	37
A_{\max} , дБ	-9,9	-6,2	-3,7	-1,0	0,0	-0,5	-1,3	-4,3	-8,6
End-скан									

В табл. 1–3 зеленым цветом выделены ячейки, для которых изменения A_{\max} не превышают 1,5 дБ, красным цветом – ячейки, для которых изменения A_{\max} превышают 6 дБ, желтым цветом – остальные ячейки.

Выводы и рекомендации

1. При контроле методом TFM отклонения настроенных значений скорости ультразвуковых волн и толщины ОК от своих действительных значений не только влияют на точность определения координат отражателя, но также могут уменьшить расчетное значение амплитуды сигнала от дефекта. Ниже приведены основные результаты экспериментов по влиянию точности настройки скорости ультразвуковых волн и толщины ОК на результаты контроля методом TFM.
2. Если настроенное значение скорости ультразвуковых волн отличается от своего действительного значения не более чем на 1%, а настроенное значение толщины – не более чем на 5%, то вызванное этим уменьшение амплитуды сигнала от дефекта не превышает 1,5 дБ относительно значения амплитуды, полученного при действительных значениях скорости и толщины. При этом форма, размер и местоположение индикации дефекта на сканах существенно не изменяются. Вопрос о допустимости такого уменьшения амплитуды сигнала от дефекта должен рассматриваться отдельно для конкретных случаев применения метода TFM.

3. Если настроенное значение скорости ультразвуковых волн отличается от своего действительного значения более чем на 2,5%, а настроенное значение толщины – более чем на 15%, то вызванное этим уменьшение амплитуды сигнала от дефекта превышает 6 дБ относительно значения амплитуды, полученного при действительных значениях скорости и толщины. При этом амплитуда сигнала от дефекта, превышающая браковочный уровень, может опуститься ниже уровня фиксации. Кроме того, при этом отсутствуют четкие индикации дефекта. Поэтому такую точность настройки скорости ультразвуковых волн и толщины ОК уже можно считать недопустимой.
4. Приведенные результаты экспериментов получены ПФР определенной модели на образце сварного шва с конкретным дефектом, поэтому они не могут распространяться на все случаи применения метода TFM без дополнительной экспериментальной проверки. Но, как показано в данной статье, эксперименты подобного рода не являются слишком сложными и вполне реализуются на практике.
5. Один из основных параметров метода TFM – это скорость поперечных ультразвуковых волн в ОК. Для измерения скорости поперечных волн в образцах и непосредственно в ОК удобно применять прямые пьезоэлектрические преобразователи (ПЭП) поперечных волн. Они, в отличие от наклонных ПЭП поперечных волн, не требуют специальных отражателей, поскольку измерения скорости проводятся по донным сигналам. Это

же позволяет осуществлять измерения непосредственно в зоне термического влияния и в наплавленном металле сварного шва, где скорость ультразвуковых волн может отличаться от скорости в основном металле. Кроме того, прямые ПЭП поперечных волн позволяют определить скорость этих волн с более высокой точностью по сравнению с наклонными ПЭП. Для использования прямых ПЭП поперечных волн требуется специальная контактная жидкость с высокой вязкостью.

Библиографический список

1. Чи-Ханг Кван. Оптимизация выбора преобразователя для контроля методом TFM/FMC // Территория NDT. 2019. № 4. С. 36 – 43.
2. ASME Committee. ASME BPVC.V Article 4 Mandatory Appendix XI Full Matrix Capture / ASME, 2019.
3. ASME Committee. ASME BPVC.V Article 4 Non-mandatory Appendix F - Examination of Welds Using Full Matrix Capture / ASME, 2019.
4. Пепеляев А.В. Преимущества нового дефектоскопа с фазированными решетками OmniScan X3 и метода общей фокусировки TFM при ультразвуковом контроле сварных швов // Территория NDT. 2021. №4. С. 47 – 49.

ТЕХОН
ТЕХНИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ

OLYMPUS®
Official Distributor

Общество
с ограниченной ответственностью
«ТЕХКОНТРОЛЬ»

107023, г. МОСКВА, ул. Суворовская, д. 6, стр. 4

ИНН 7724316192 КПП 771801001

Тел.: +7(495) 133-58-62,

info@techkontrol.ru

techkontrol.ru



Спектр

Издательский дом

Галкин Д. И., Толстых О. А., Перфильев И. В., Шубочкин А. Е.

ВИЗУАЛЬНЫЙ И ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УНИВЕРСАЛЬНОГО ШАБЛОНА СПЕЦИАЛИСТА НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

ISBN 978-5-4442-0162-6. Формат - 60x88 1/8, 68 страниц, год издания - 2021.

В пособии приводятся основные сведения о технологии визуального и измерительного контроля сварных соединений, рассмотрены основные типы поверхностных дефектов и отклонений формы, возникающие на различных стадиях производства сварных металлоконструкций. Подробно описана последовательность выполнения измерений геометрических параметров с использованием универсального шаблона специалиста неразрушающего контроля.



650 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

*Более 15 лет
предлагаем решения
для самых сложных
проблем НК*

ТЕХЖОН
ТЕХНИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ



OmniScan X3

ФЛАГМАН ультразвуковых
ДЕФЕКТОСКОПОВ
с фазированными решетками



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

ПРОЦЕССЫ ФОРМИРОВАНИЯ СКРЫТОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ В РАДИОГРАФИЧЕСКИХ ПЛЕНКАХ



ШАБЛОВ Станислав Владимирович

Канд. техн. наук,
ООО «АСК-РЕНТГЕН»,
Санкт-Петербург

В ярусах эмульсионного слоя радиографической пленки расположены изолированные в желатине микрокристаллы галогенида серебра [1, 2]. Наиболее распространенные формы таких микрокристаллов приведены на рис. 1 и 2.

Кристаллическая решетка микрокристалла Ag^+Br^- ионной структуры с кубической гранецентрированной формой представлена на рис. 3.

При рассмотрении процессов в кристаллических структурах следует обратить внимание, что перемещение атомов, ионов, электронов и положительных дырок в кристаллах может происходить за счет кулоновских сил, диффузии и сил межатомного взаимодействия. Кроме того, следует учитывать, что в кристаллах AgBr всегда находится некоторое количество свободных электронов, а также свободных ионов серебра Ag^+ , часть которых выходит на поверхность микрокристаллов.

В практике радиографического неразрушающего контроля при выполнении операций в радиационной пленочной дефектоскопии дефектоскописту важно отчетливо понимать, какие процессы происходят на начальных этапах формирования центров скрытого изображения (ЦСИ) в микрокристаллах галогенида серебра, находящихся в эмульсии радиографической пленки. Их знание позволяет обдуманно подходить к выбору типов пленочных систем, режимов просвечивания и применять меры по улучшению показателей чувствительности контроля. В статье описан процесс взаимодействия единичного фотона ионизирующего излучения с кристаллической решеткой микрокристалла и далее, переходя к экспозиции и количеству фотонов, необходимому для образования ЦСИ, поэтапно и наглядно представлен весь процесс формирования этих центров.

Также важно иметь в виду, что идеальный кристалл может существовать только при температуре абсолютного нуля. При любых других значениях температуры все реальные кристаллы несовершенны, т.е. в них наблюдаются нарушения идеального расположения атомов, называемые дефектами. Основными видами таких дефектов являются: примесные, точечные, линейные, поверхностные, объемные. Точечные дефекты охватывают

один-два структурных узла или междоузлия в элементарной ячейке:

- 1) вакансии, т.е. незаполненные узлы решетки (дефекты Шоттки);
- 2) атомы, молекулы или ионы, расположенные не на своих позициях или в междоузлиях (дефекты Френкеля).

Поверхностные дефекты включают в себя главным образом границы зерен. На границах кристаллическая решетка сильно ис-

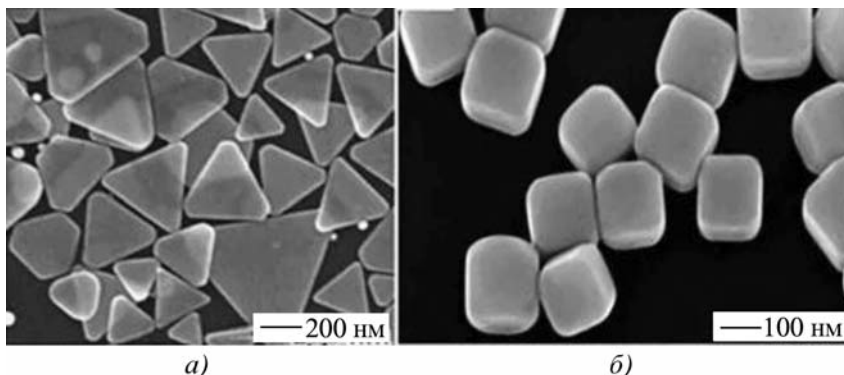


Рис. 1. Ярусы эмульсионного слоя пленки с микрокристаллами плоскостной (а) и кубической (б) форм

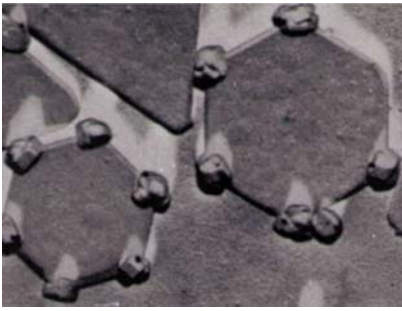


Рис. 2. Наращивание на поверхности микрокристалла эпитаксов различного галогидного состава, что приводит к значительному повышению общей чувствительности к излучению полученного композиционного кристалла

кажена возникающими дислокациями. Краевая дислокация обусловлена обрывами плоскости атомов, винтовая — взаимным сдвигом плоскостей решетки. Дислокации, выходящие на поверхность, например в виде ступеней, изломов или обрывов атомных рядов кристалла, обуславливают несовершенство поверхностей. Так как дефекты в ионных кристаллах несут на себе определенный заряд, то они играют важную роль при образовании потенциальных «ловушек» [3–5]. На рис. 4 показаны внутренние и краевые поверхностные кристаллические дефекты различной природы.

Теория скрытого изображения ученых Т.В. Grimley, N.F. Mott, R. Gerney [6, 7] исходит из подтвержденного факта, что в реакции $\text{AgBr} + h\nu$ образуются пары электрон–дырка. Электроны и дырки независимо друг от друга в разных местах кристалла AgBr улавливаются и нейтрализуются. Ловушками для образовавшихся фотоэлек-

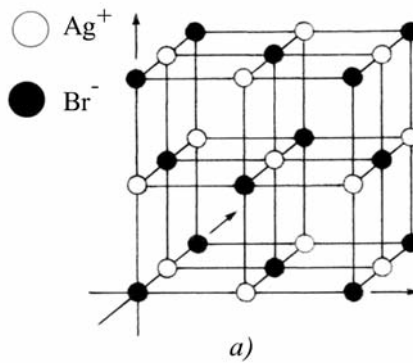
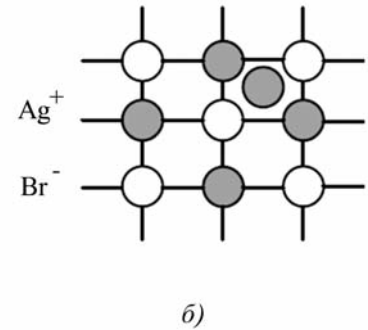


Рис. 3. Кристаллическая решетка микрокристалла Ag^+Br^- (а) и свободный ион серебра Ag^+ в межузельном пространстве кристалла (б)



тронов являются ионы серебра Ag^+ на углах и гранях микрокристаллов. Согласно этой теории, при поглощении кристаллом AgBr одного фотона образуется один электрон в зоне проводимости и дырка в валентной зоне. Часть электронов в зоне проводимости оседает на примесных поверхностных уровнях. Захваченные ловушками электроны взаимодействуют с межузельными свободными ионами Ag^+ , образуя на месте ловушки нейтральный атом Ag с малым временем жизни (до нескольких секунд). При повторении процесса на одном и том же месте образуется кластер из двух атомов Ag , время жизни которого определяется уже несколькими днями. Когда кластер разрастается до трех–четырех или более атомов, можно считать, что получено устойчивое скрытое изображение, пригодное для химического проявления, что особенно важно учитывать при выполнении практических работ по дефектоскопии [8, 9].

Теория Митчела (John Wesley Mitchell, 1957) также основана на представлении об образовании электронно-дырочных пар. По этой теории предполагается, что сначала межузельный Ag^- улавливается дефектом кристалла в решетке или на поверхности [3, 8]. Затем этот ион нейтрализуется электроном, и процесс повторяется до образования устойчивого скрытого изображения. В данном случае для дальнейшего рассмотрения несущественно, присоединяется ли ловушка к подвижному иону Ag^- или же, наоборот, ловушка движется к иону. Существенную роль в этом процессе играет электронно-дырочная схема перемещения зарядов и ионов.

Рассмотрим поэтапно процесс формирования центра чувствительности (ЦЧ) и его преобразование в центр скрытого изображения (ЦИ).

1. При попадании фотона излучения в кристаллическую решетку микрокристалла Ag^+Br^- происходит поглощение фо-

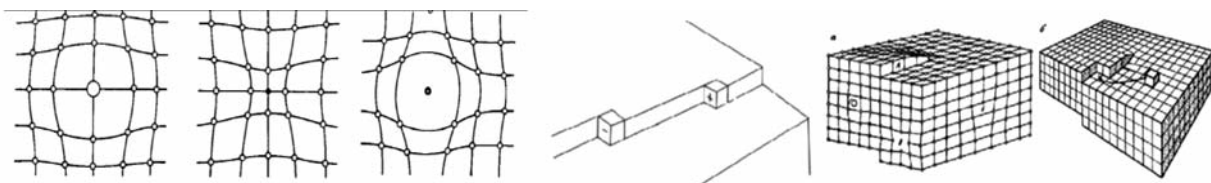


Рис. 4. Внутренние и поверхностные кристаллические дефекты

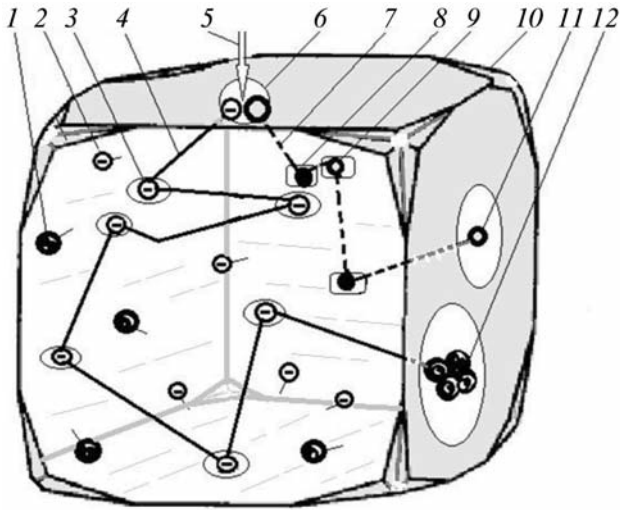
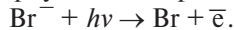


Рис. 5. Схема формирования центра скрытого изображения в микрокристалле:

1 — свободные положительные ионы серебра, не связанные в кристаллической решетке; 2 — электроны междуузельного пространства микрокристалла галогенида серебра; 3 — фотоэлектрон, временно находящийся в потенциальной ловушке; 4 — траектория фотоэлектрона, выбитого фотоном излучения из отрицательного иона брома на этапе трека электронной проводимости (сплошная линия); 5 — фотон излучения $h\nu$, взаимодействующий с ионом брома, находящимся в решетке микрокристалла (образование «положительной дырки» и свободного электрона); 6 — ион брома, взаимодействующий с излучением; 7 — траектория перемещения брома на этапе ионной проводимости (пунктир); 8, 9 — рекомбинация ионов и атомов брома в потенциальной яме (в ловушках) при их этапном перемещении в микрокристалле; 10 — тело микрокристалла AgBr кубической формы со скругленными гранями; 11 — атом брома, вышедший на поверхность микрокристалла и связанный желатиной; 12 — формирование в потенциальной яме центра чувствительности центра скрытого изображения (не менее четырех нейтральных атомов Ag) из положительных ионов серебра и электронов трека проводимости

тона излучения отрицательным ионом брома Br^- .

2. Внутренний фотоэффект. Поглощенный квант освобождает фотоэлектрон из оболочки отрицательного иона брома Br^- , образуя «положительную дырку» — атом брома:



3. В полосе электронной проводимости выбитый электрон последовательно попадает в «потенциальные ямы» и в итоге оседает в одной из наиболее глубоких, которые в большой степени вероятны на поверхности микрокристалла галогенида.
4. Электрон заряжает «потенциальную яму» (кристаллический дефект) отрицательным потенциалом и таким образом образует центр чувствительности.
5. Свободный положительный ион серебра из «межузельного» расположения решетки притягивается отрицательным зарядом центра чувствительности и присоединяет там электрон, образуя нейтральный атом серебра:

$$\text{Ag}^+ + \bar{e} \rightarrow \text{Ag}.$$
6. Формирование центра скрытого изображения в большинстве случаев возникает в кластерах на поверхности микрокристаллов, где расположены дефекты решетки в виде ступеней и изломов, представляющих собой поверхностные ловушки.
7. Предполагается, что при наличии в таком кластере — центре чувствительности числа нейтральных атомов серебра Ag^0 в количестве не менее четырех такой кластер приобретает свойства центра скрытого изображения ЦСИ, способного к химическому проявлению.

8. Отрицательный ион брома — «положительная дырка», отдав электрон, выбитый на первом этапе при фотоэффекте, по условиям ионной проводимости, последовательно и многократно обменивается электронами с находящимися ближайшими ионами и атомами и, становясь то ионом, то атомом, достигает поверхности микрокристалла в виде атома.
9. Положительные «дырки» и положительные ионы серебра в процессе перемещения по энергетическим ловушкам микрокристалла испытывают конкуренцию за нейтрализацию электрона в центре чувствительности — «потенциальной яме».
10. При выходе под воздействием сил межатомного взаимодействия за пределы микрокристалла нейтрализованный свободными электронами атом брома Br^0 связывается желатиновой средой эмульсионного слоя, а при фотообработке на стадии фиксирования будет удален: $\text{Br}^0 \rightarrow \infty$.

Процесс формирования в микрокристалле AgBr центра скрытого изображения на его поверхности схематически показан на рис. 5.

На рис. 6 представлен алгоритм формирования центра скрытого изображения в микрокристалле, а на рис. 7 показана схема его формирования.

Разбалансирование описанных процессов, например неверный выбор экспозиции, температурного режима и пр., может привести к недостатку или образованию излишнего количества свободных электронов и ЦСИ, которые вызовут рост оптической плотности эмульсии, непропорциональный интенсивности радиационного изображения, а также ускоренный рост вуали и образование других артефактов [2, 10].

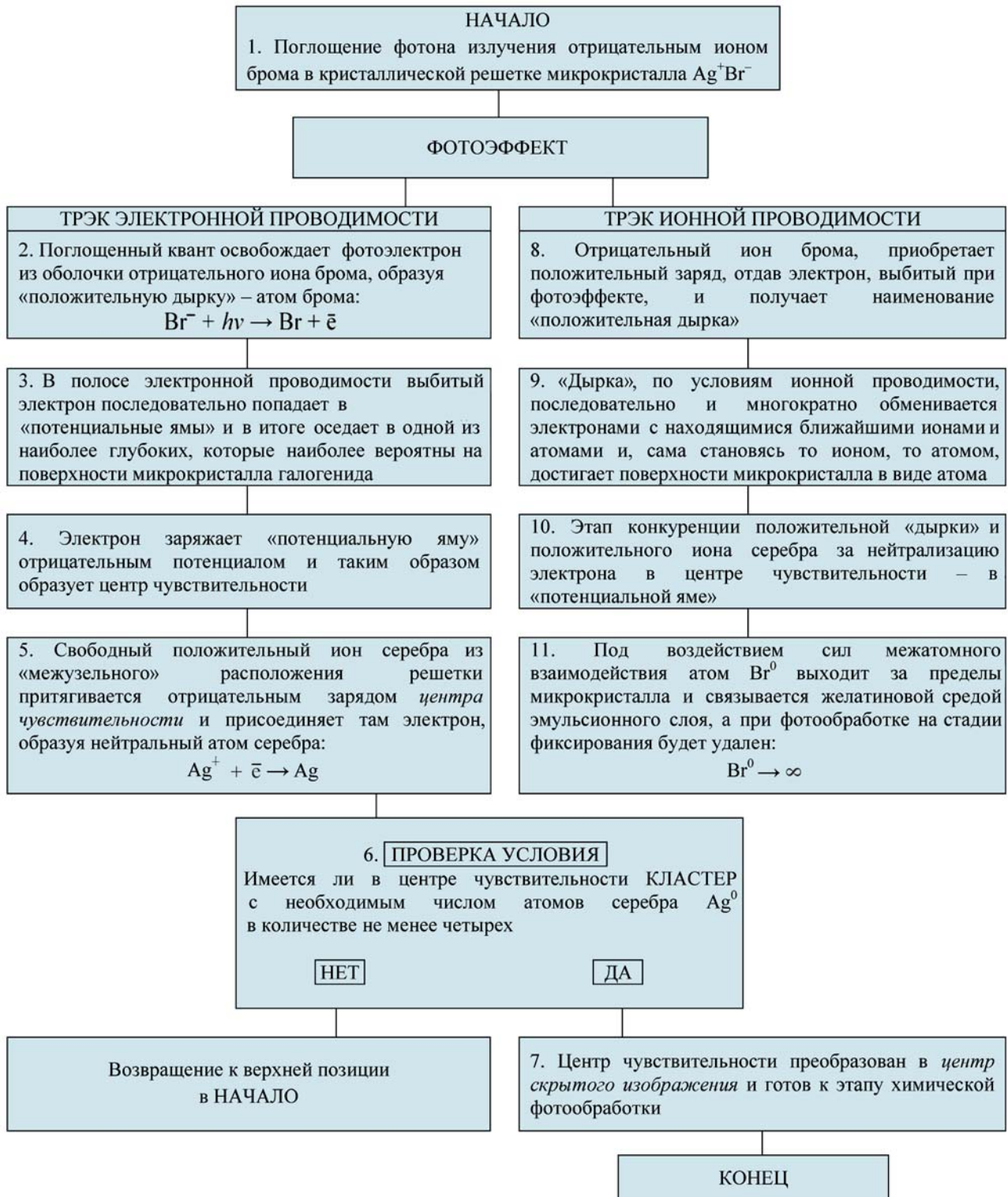


Рис. 6. Алгоритм формирования центра скрытого изображения

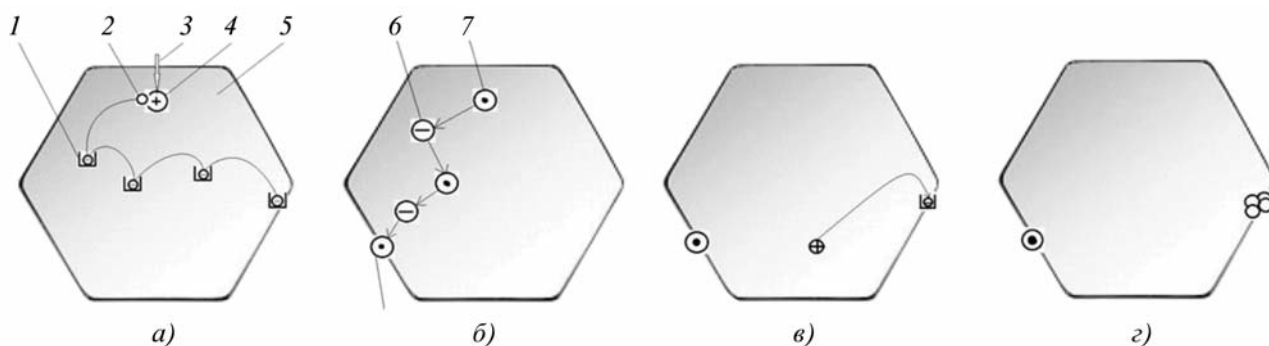


Рис. 7. Формирование центра скрытого изображения в микрокристалле галогенидосеребряной радиографической эмульсии [7]:

1 – электрон, попавший в 1-ю ловушку; 2 – электрон, выбитый из атома брома; 3 – фотон, выбивающий фотоэлектрон из атома брома; 4 – ион брома, потерявший электрон; 5 – микрокристалл эмульсии; 6 – отрицательный ион брома, участвующий в «эстафете» обмена атомов Br^0 на ионы брома $Br^- \rightarrow Br^0 \rightarrow Br^- \rightarrow Br^0$ и т.д.; 7 – атом брома Br^0 , находящийся в указанном на рисунке месте в начале «эстафеты»; а – перемещение электрона в ловушках по микрокристаллу и выход его на поверхность; б – эстафетный обмен атомов Br^0 с ионами брома: $Br^- \rightarrow Br^0 \rightarrow Br^- \rightarrow Br^0$; в – слева направо: атом Br^0 , связанный в желатине; ион Ag^+ , перемещающийся к электрону; электрон в ловушке на поверхности микрокристалла, ожидающий прихода иона Ag^+ ; г – центр скрытого изображения, образованный из четырех атомов металлического серебра Ag^0

Библиографический список

1. Колесников Л.В., Милешин И.В., Звиденцова Н.С. Фотоэмиссионные свойства однородных и композиционных микрокристаллов галогенидов серебра // ЖНИПФ. 1999. Т. 44, № 5. С. 11–18.
2. Шаблов С.В., Белобородов Н.В., Иваненко Л.А. Природа происхождения артефактов на радиографических снимках с галогенидосеребряными эмульсиями // В мире НК. 2020. Т. 23, № 2. С. 52–67.
3. Миз К., Джеймс Т.Х. Теория фотографического процесса. Л.: Химия, 1973. 576 с.
4. Ципинова А. Х., Шериева Э.Х. Оценка оптимального размера плоских микрокристаллов галогенида серебра для повышения светочувствительности и разрешающей способности фотопленок // Прикладная физика. 2018. № 5. С. 77–81.
5. Мейкляр П.В. Скрытое фотографическое изображение // Успехи физических наук. 1949. Т. XXXVIII, Вып. 1. С. 43–76.
6. Gurney R.W., Mott N.F. Electronic processes in ionic crystals. N.Y.: Oxford University Press, 1940. 232 p.
7. Мотт Н., Герни Р. Электронные процессы в ионных кристаллах / пер. под ред. и с предисл. акад. А.Ф. Иоффе. М.: Иностран. лит., 1950. 304 с.
8. Рентгенотехника: справочник: в 2 кн. / под ред. В.В. Ключева. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1992. 480 с.
9. Halmshaw R. Industrial Radiography. Mortsel: AGFA-GEVAERT N.V., 1986. 158 p.
10. Румянцев С.В., Штань А.С., Гольцев В.А. Справочник по радиационным методам неразрушающего контроля. М.: Энергоиздат, 1982. 210 с.

ЖУРНАЛ «ТЕРРИТОРИЯ NDT»

У нашей ТЕРРИТОРИИ нет границ – попасть на нее можно ИЗ ЛЮБОЙ ТОЧКИ МИРА.
Наша ТЕРРИТОРИЯ – это ОБЪЕМ и ПРОСТОР информации в области НК.



В свободном доступе
НА САЙТЕ
www.tndt.idspektr.ru



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



АРХИВЫ номеров
за 10 лет
[http://tndt.idspektr.ru/
index.php/archive](http://tndt.idspektr.ru/index.php/archive)

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

СРАВНЕНИЕ ИМИТАТОРОВ ИМПУЛЬСНЫХ СИГНАЛОВ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ



ПАНИН Владимир Иванович

Канд. техн. наук, директор независимых органов по аттестации персонала и лабораторий НК ООО «Аскотехэнерго-диагностика», Хабаровск

Имитатором акустической эмиссии (АЭ), согласно ГОСТ Р ИСО 12716–2021 [1], является устройство искусственного возбуждения в объекте контроля (ОК) акустических волн, моделирующих акустическую эмиссию. Наиболее характерным источником импульсной АЭ являются скачки трещины, развивающейся от поверхности ОК. Рассмотрим наиболее часто практически используемые в России имитаторы импульсов АЭ. К ним относятся «Имитатор АЭ «ИНТЕРЮНИС-ИТ» и «Имитатор Су–Нильсена». Включим в это рассмотрение также имитаторы АЭ-1 и АЭ-N, разработанные автором статьи.

Имитатор АЭ «ИНТЕРЮНИС-ИТ»

Имитатор АЭ «ИНТЕРЮНИС-ИТ», выпускаемый фирмой ООО «ИНТЕРЮНИС-ИТ» (Москва), выполнен в виде портативного переносного генератора электрических видеопульсов с внутренним электропитанием от батарейки «Крона» напряжением 9 В. Амплитуда электрических импульсов отрицательной полярности на его выходе регулируется в пределах от 10 до 300 В, а число импульсов в секунду в пределах от 1 до 10 шт. Для возбуждения акустического сигнала к этому генератору обычно подключают один из приемных пьезоэлектрических преобразователей (ПАЭ) многоканаль-

ной аппаратуры АЭ, который используют в режиме излучения. Форма электрического импульса на разъеме пьезоизлучателя зависит от типа подключаемого ПАЭ. Так, например, при подключении ПАЭ типа GT-200 электрический импульс возбуждения имеет крутой передний фронт длительностью ~5 мкс и плавно спадающий задний фронт длительностью > 1000 мкс. Аппроксимация такого импульса функцией Хевисайда («ступенька положения») позволяет считать, что его частотный спектр определяется функцией $1/f$ (где f – частота). Поэтому основная энергия электрического возбуждающего импульса сосредоточена на частотах ниже 20 кГц, хотя верхняя граница спектра теоретически не ограничена. Из этого спектра излучающий ПАЭ резонансного типа формирует акустический сигнал радиоимпульсной формы с неизвестной амплитудой и параметрами фронтов. При традиционном использовании жидкой или гелиевой контактной смазки между ПАЭ и ОК в ОК излучается преимущественно продольная волна в нормальном направлении к поверхности ввода. Исходя из перечисленного данный имитатор может моделировать лишь три параметра АЭ: местоположение источника АЭ, число событий АЭ в секунду (от 1 до 10) и относительное изменение амплитуды волны от источника АЭ в пределах 28 дБ. Но вследствие хорошей воспроизводимости жидкого акустического контакта (± 1 дБ) он дополнительно может быть использован для проверки идентичности чувствительности каналов АЭ многоканальных приборов, а также для оценки затухания и скорости звука в ОК на рабочей частоте ПАЭ.

Имитатор АЭ Су–Нильсена

Имитатор АЭ Су–Нильсена [2–4] генерирует акустический сигнал путем излома опирающегося на поверхность ОК грифеля цангового карандаша. Этот имитатор, с точки зрения автора статьи, является более близкой физической моделью реального импульсного источника АЭ, чем имитатор АЭ «ИНТЕРЮНИС-ИТ», но воспроизводит моделирование с худшей повторяемостью. Рассмотрим подробности этого предположения.

Лучшая степень физического моделирования в первую очередь обусловлена сходством физических процессов при скачке растущей трещины и изломе грифеля карандаша. Точечное импульсное воздействие конца грифеля в точке касания с ОК приводит к генерации в ОК продольной, сдвиговой и поверхностной волн. Этот процесс аналогичен генерации подобных волн от скачка развивающейся поверхностной трещины малого размера. В обоих случаях временная форма излучения имеет видеопульсный (а не радиопульсный) вид. Но в литературных источниках имеются различные предположения о форме генерируемого видеопульса и процессе его возникновения. Так, в работе [4] предполагается, что акустический сигнал возникает от места излома грифеля и что он соответствует акустическому сигналу от скачка трещины. В свою очередь в справочнике [5] считается, что акустический сигнал в ОК возникает в момент разгрузки поверхности ОК от давления конца грифеля, действующего перед его изломом; и параметры этого сигнала близки к параметрам скачка трещины размером, соответствующим диаметру стержня грифеля. Какие-либо экспериментальные факты по измерению фактического вида акустических сигналов от имитатора Су–Нильсена в точке ввода в литературе отсутствуют, за исключением работы [6]. Однако в работе [6] не описаны параметры пьезоприемника, который регистрировал акустические импульсы от имитатора Су–Нильсена через металлическую мембрану толщиной 0,5 мм, вследствие чего корректность измерений не определена.

Чтобы определить параметры акустического импульса от источника Су–Нильсена в точке ввода в ОК автор данной статьи провел прямой эксперимент по их измерению. В качестве широкополосного измерительного приемника звука использовался «тонкий» пьезоэлемент из керамики ЦТС–19 с серебряными электродами. Толщина пьезоэлемента была равна 0,37 мм (частота резонанса по толщине ~5 МГц), диаметр 3 мм (частота радиального резонанса ~740 кГц). Пьезоэлемент со стороны одного электрода был припаян к стальному блоку, а на второй электрод была напаяна медная фольга толщиной 20 мкм для защиты пьезоэлемента от механических повреждений торцом грифеля. Такой пьезоприемник имеет почти равномерную амплитудно-частотную характеристику в полосе частот до 1 МГц, если пренебречь радиальными колебаниями, а входной акустический импеданс практически равен акустическому импедансу стали в этом же диапазоне частот. Электрические провода, припаянные к стальному блоку (потенциальный) и медной фольге (корпусной), подключались к цифровому осциллографу АДС–2061М фирмы «АКТАКОМ». При изломе грифеля, опирающегося на медную фольгу, осцилло-



Рис. 1. Осциллограмма акустического импульса имитатора Су–Нильсена. Масштаб по вертикали 100 мВ/дел, масштаб по горизонтали 5 мкс/дел

граф регистрировал электрический сигнал, вырабатываемый пьезоэлементом. Фотография данного сигнала с экрана осциллографа приведена на рис. 1. Параметры источника Су–Нильсена, генерирующего данный сигнал, были следующие: диаметр грифеля 0,5 мм, длина отламываемого куска грифеля 2,5 мм, угол между осью грифеля и плоскостью пьезоэлемента 30°. Сигнал, изображенный на рис. 1, имеет форму сложного видеопульса, состоящего из двух частей. Сначала наблюдается короткий отрицательный видеопульс треугольной формы, который затем переходит в ступенчатый видеопульс положительной полярности. Отрицательный видеопульс соответствует акустическому импульсу сжатия, пришедшему к концу грифеля от места его излома со скоростью продольной волны в стержне грифеля. Второй ступенчатый положительный импульс расширения формируется за счет силы отталкивания отламываемого куска грифеля от точки ввода. Таким образом, оба механизма возникновения акустического сигнала в имитаторе Су–Нильсена, каждый из которых по отдельности предполагался в работах [4] и [5], присутствуют совместно. Небольшие колебания частотой ~300 кГц, присутствующие на переднем фронте ступенчатого видеопульса, соответствуют переотражениям импульса продольной волны в отламываемом куске грифеля; а наложенные на них колебания частотой ~740 кГц соответствуют радиальным колебаниям пьезоэлемента*. Спектры отдельных составных частей акустического видеопульса Су–Нильсена и спектр

* Проведение более подробного и тонкого анализа процессов возникновения акустических волн, генерируемых имитатором Су–Нильсена, не является задачей данной статьи.

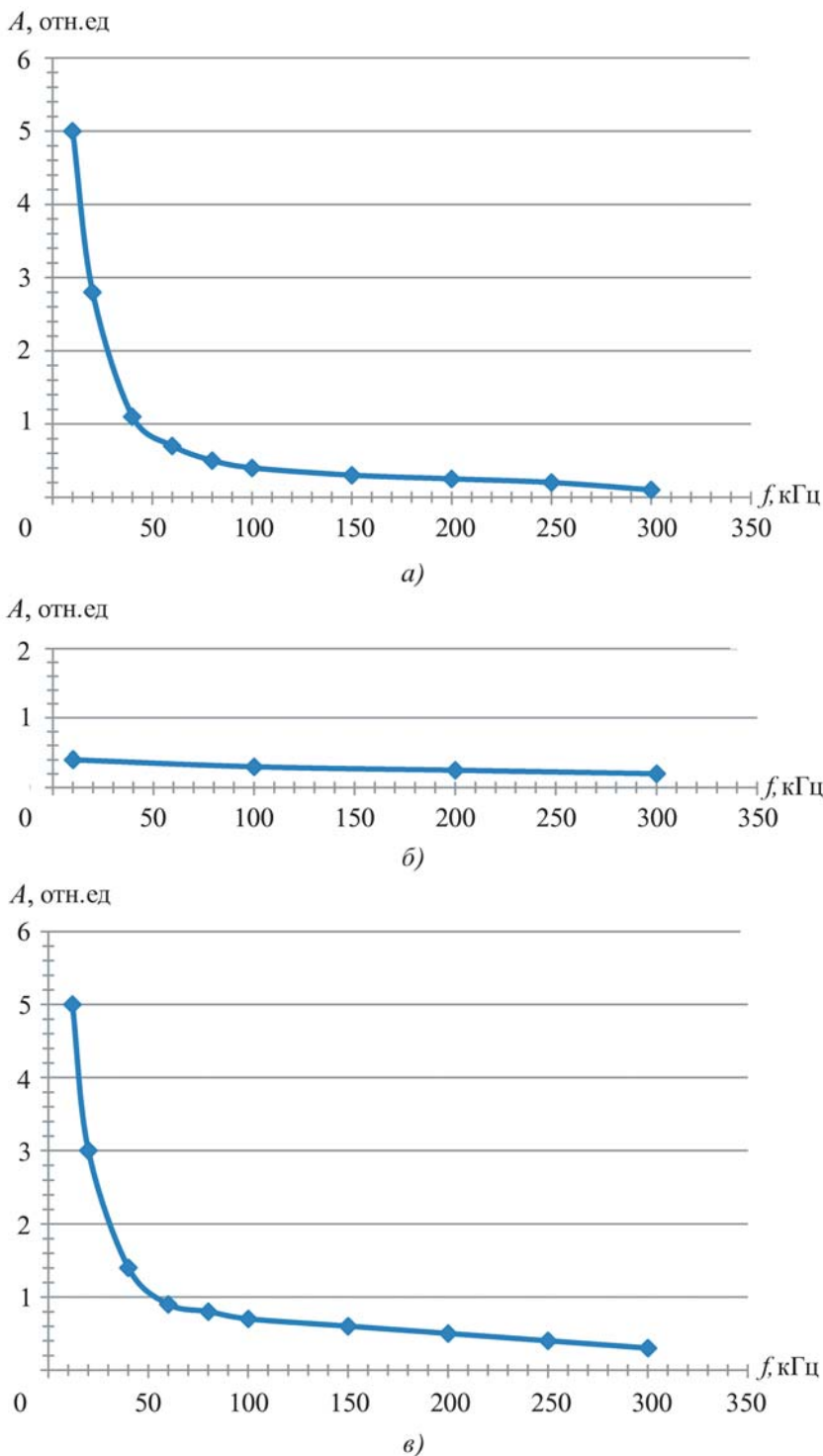


Рис. 2. Спектры акустического сигнала имитатора Су–Нильсена: а – ступенчатого положительного импульса, генерируемого оттапливанием отломанного конца грифеля от точки ввода; б – отрицательного импульса треугольной формы, генерируемого от места излома грифеля; в – суммарный (общий) спектр обеих частей генерируемого импульса. По оси ординат в линейном масштабе отложены относительные значения амплитуд A нормального смещения частиц поверхности стального твердого тела на разных частотах (в точке касания конца грифеля имитатора Су–Нильсена). По оси абсцисс в линейном масштабе, обозначены значения частот f в пределах рассматриваемого частотного диапазона спектра

полного импульса, рассчитанные по технологии быстрого преобразования Фурье в диапазоне частот до 300 кГц, приведены на рис. 2.

Для оценки амплитуды импульса в узаконенных физических единицах автором была проведена абсолютная калибровка описанного пьезоприемника акустических сигналов (тонкого пьезоэлемента на стальной основе). Калибровка была выполнена с помощью образцовой стержневой меры МСУС-3 [7], параметры которой были привязаны к Государственному первичному эталону амплитуды ультразвукового смещения [8, 9]. В результате калибровки тонкого пьезоэлемента на стальной основе была определена его чувствительность K на срединной частоте в 417 кГц, которая оказалась равной 0,03 В/нм. Соответственно амплитуда смещения на конце грифеля источника Су–Нильсена в точке ввода, рассчитанная по амплитуде электрического импульса на рис. 1, и при $K=0,03$ В/нм составила 7 нм для отрицательной части импульса треугольной формы и 10 нм для положительной части импульса в виде ступеньки. Соотношение амплитуд для положительной и отрицательной частей акустического импульса Су–Нильсена может изменяться. Так, при увеличении длины отламываемой части грифеля амплитуда положительной части импульса будет уменьшаться при сохранении амплитуды отрицательной части.

Подводя итог анализа данных, полученных при проведенном автором эксперименте, можно констатировать, что моделирование формы импульса скачка трещины источником Су–Нильсена осуществляется некорректно. Это обусловлено наличием двух источников возникновения акустического сигнала – из места излома грифеля и из места оттапли-

вания конца грифеля от точки ввода. Причем при длине отламываемого куска грифеля, равном 2,5 мм, основной вклад в энергию спектра, преимущественно сосредоточенного в низкочастотной области, вносит отталкивание конца грифеля (см. рис. 2).

Исследуем повторяемость сигнала имитатора Су–Нильсена при изломе одного и того же грифеля и его погрешность относительно амплитуды ультразвукового смещения при замене грифеля. Пятнадцатикратное повторение излома одного и того же грифеля, проведенное автором, привело к разбросу импульса отрицательной полярности в 5 дБ, а импульса положительной полярности – в 4,5 дБ. Длительность

импульса отрицательной полярности изменялась до 2 раз, а длительность фронта ступеньки – в 1,7 раза. Эти результаты получены при использовании приспособлений для фиксации угла наклона грифеля и длины отламываемого куска грифеля. Без таких приспособлений вариация амплитуды отрицательного импульса доходит до 10 дБ. Предположительно столь значительные величины разброса параметров импульса были обусловлены изменением формы наконечника грифеля после очередного излома, а также направления силы давления руки оператора на карандаш (поперек оси грифеля, поперек поверхности пьезоэлемента или под другим углом). В исследованной литературе автор не нашел упоминаний об этих факторах влияния и рекомендаций по их нормированию.

Рассмотрим возможные причины погрешностей для амплитуды УЗ-смещения имитатора Су–Нильсена (дополнительных к случайной погрешности воспроизведения при изломе одного и того же грифеля). Согласно ГОСТ 19445.1–95 [10], допуск на

диаметр грифеля составляет 10%; следовательно, сила, необходимая для его излома, пропорциональная 3-й степени диаметра, может изменяться на 33%; отклонение от указанной твердости грифеля допускается на одну градацию (в частности, 1Т вместо 2Т). Такой допуск, в соответствии с анализом данных, указанных в РСТ РСФСР 195–82 [11], приводит к изменению силы излома на 16%. На практике эта величина может быть большей, если выполнять излом грифелей разных производителей. Это было проверено автором при замене российских грифелей на идентичные китайские.

Подводя итог рассмотрению имитаторов Су–Нильсена, можно отметить, что ненормированная, изменяемая в значительных пределах величина амплитуды генерируемого импульса не позволяет их использовать в метрологических целях и зачастую даже при настройке приборов АЭ на контроль. Так, например, описанная в ПБ 03–593–03 [12] технология установки преобразователей акустической эмиссии с выбором расстояния между ними (опирающаяся неявным образом на постоянство амплитуды имитатора Су–Нильсена) должна быть, по мнению автора, откорректирована.

Имитаторы АЭ-1 и АЭ-N

Для улучшения моделирования импульсных сигналов АЭ с высокой воспроизводимостью амплитудных и временных параметров автором были разработаны имитаторы АЭ-1 (в нескольких модификациях) и АЭ-N, оба с сухим точечным контактом. Эти имитаторы метрологически обеспечены путем привязки их показаний к Государственному первичному эталону единиц амплитуды ультразвукового смещения [8].

Фотографии одной из модификаций имитатора АЭ-1, на-

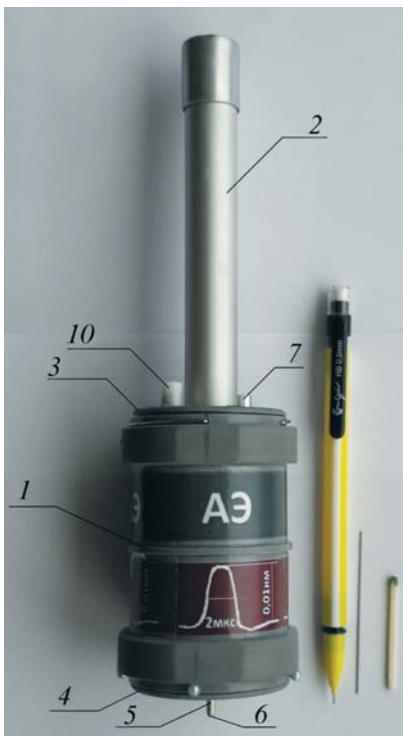
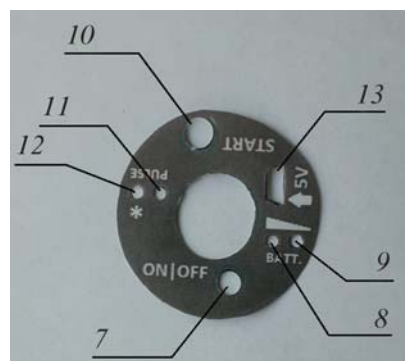


Рис. 3. Внешний вид имитатора АЭ-1:

1 – пластиковый корпус; 2 – дополнительная часть корпуса (дюралюминий, диаметр 19 мм, высота 170 мм); 3 – верхняя крышка корпуса (пластик); 4 – нижняя крышка корпуса (пластик); 5 – подвижный металлический стержень-волновод диаметром 3 мм; 6 – закругленный контактный конец стержень-волновода; 7 – кнопка с фиксацией для подключения электронной схемы к аккумулятору; 8, 9 – светодиодные индикаторы (белый и зеленый) контроля степени заряженности аккумулятора; 10 – кнопка для генерации одиночного импульса; 11 – красный светодиод, индицирующий готовность к генерации акустического импульса; 12 – зеленый светодиод, сопровождающий излучение акустического импульса вспышкой света; 13 – гнездо miniUSB для подключения зарядного устройства



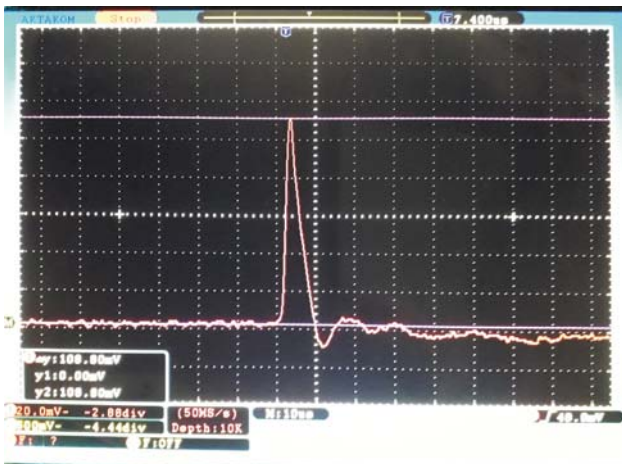


Рис. 4. Осциллограмма акустического импульса имитатора АЭ-1 (масштаб по вертикали 20 мВ/дел, масштаб по горизонтали 10 мкс/дел)

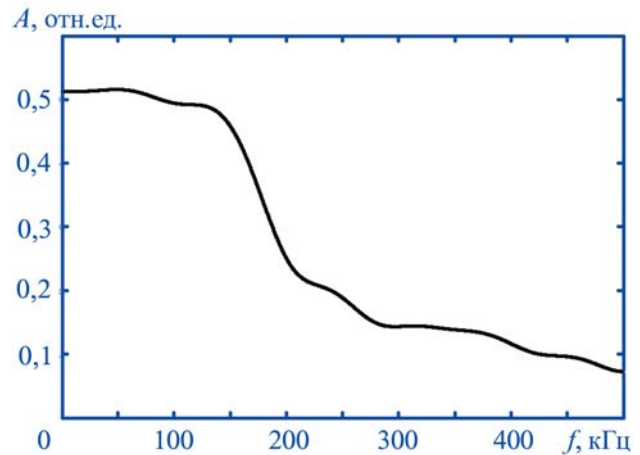


Рис. 5. Спектр акустического импульса имитатора АЭ-1. По оси ординат в линейном масштабе отложены относительные амплитуды A нормального смещения частиц поверхности стального твердого тела на разных частотах (в точке касания закругленного контактного конца стержня-волновода имитатора АЭ-1). По оси абсцисс в линейном масштабе обозначены значения частот f в пределах рассматриваемого частотного диапазона спектра

значением которого является генерация одиночных акустических видеоимпульсов, и его верхней крышки приведены на рис. 3. Внутри пластикового корпуса 1

расположены: источник электропитания напряжением 3,7 В (аккумулятор сотового телефона), генератор одиночного видеоимпульса (одновибратор на мик-

росхеме), усилитель мощности (на транзисторах) и электроакустический преобразователь, который во взаимодействии с усилителем мощности формирует в металлическом стержне-волноводе диаметром 3 мм акустический видеоимпульс треугольной формы. Этот акустический видеоимпульс в виде нулевой симметричной моды бегущей стержневой волны (продольная стержневая волна на низких частотах), распространяясь по стержню 5, поступает на его закругленный конец 6, центр которого является акустическим выходом АЭ-1. Имитатор АЭ-1 устанавливается крышкой 4 на объект контроля из стали, прижимаясь к нему встроенными внутри корпуса 1 постоянными магнитами. При этом подвижный стержень 5 вдвигается внутрь корпуса 1 и прижимается своим концом 6 к объекту контроля с нормированным усилием, с помощью встроенной в корпус 1 пружины. При нажатии фиксирующейся кнопки 7 электронная схема подключается к аккумулятору, а при повторном нажатии отключается. Свето-

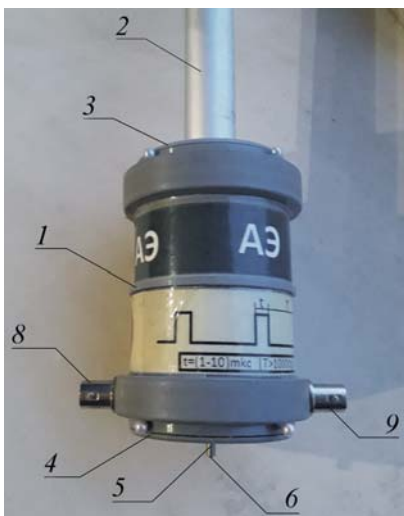


Рис. 6. Фотографии имитатора АЭ-1 и его верхней крышки: 1 – основная часть корпуса (пластик, диаметром 60 мм, высота 70 мм); 2 – дополнительная часть корпуса (дюралюминий, диаметр 19 мм, высота 170 мм); 3 – верхняя крышка корпуса (пластик); 4 – нижняя крышка корпуса (пластик); 5 – подвижный металлический стержень-волновод диаметром 3 мм, выступающий через отверстие в нижней крышке; 6 – закругленный контактный конец стержня-волновода; 7 – красный светодиод, индицирующий наличие электропитания; 8 – разъем для подключения электропитания напряжением 12 В; 9 – разъем для подключения внешнего генератора прямоугольных видеоимпульсов; 10 – зеленый светодиодный индикатор, излучающий импульс света в момент излучения акустического импульса

Таблица ориентировочных значений физических параметров имитаторов АЭ с потребительскими характеристиками и вариантами применения

Показатель	Имитаторы			
	Су-Нильсена	«ИНТЕРЮНИС-ИТ»	Панина	
			АЭ-1	АЭ-N
Физические параметры				
Форма акустического импульса:				
– однополярный треугольный	Нет	Нет	Да	Да
– двухполярный (треугольный переходящий в ступеньку)	Да	Нет	Нет	Нет
– радиои импульсный	Нет	Да	Нет	Нет
Длительность импульса, мкс	2,5+(>100)	–	Модификации от 1 до 5	1 – 10
Регулировка длительности импульса	Нет	Нет	Нет	Да
Амплитуда импульса, нм	~7	–	Модификации от 0,01 до 4	0,5 – 5
Стабильность воспроизведения амплитуды при многократных повторениях, дБ	±2,5	±1	±1	±1
Погрешность амплитуды по отношению к эталону, дБ	>6	–	<6	<6
Диапазон регулировки амплитуды импульса, дБ	0	28	0	20
Погрешность задания координаты точки излучения импульса, мм	0,5	Радиус ПАЭ	1	1
Диапазон регулировки частоты следования импульсов, Гц	Одиночный	1 – 10	Одиночный	1 – 100
Количество генерируемых импульсов при одной зарядке (одной заправке)	≤20	≤3 · 10 ⁴	≤3 · 10 ⁴	Неограниченно
Масса, г	~20	~300	~300	~250
Потребительские характеристики				
Максимальная степень моделирования импульса скачка поверхностной трещины (форма импульса и типы волн)	–	–	Да	Да
Работа без прикосновения руки оператора к имитатору в момент излучения импульса	Нет	Да	Нет	Да
Магнитное крепление к ОК	Нет	–	Да	Да
Низкая стоимость	Да	Нет	Нет	Нет
Простота приобретения	Да	Нет	Нет	Нет
Отсутствие дополнительных подключаемых устройств	Да	Нет	Да	Нет
Полнота и надежность метрологического обеспечения	Нет	Нет	Да	Да
Варианты применения				
Проверка работоспособности ПАЭ и каналов АЭ	Да	Да	Да	Да
Для выравнивания чувствительности каналов АЭ	–	Да	Да	Да
Установление расстояния между ПАЭ при настройке на контроль (выбор зон контроля)	–	Нет	Да	Да
Проверка правильности вычисления координаты источника АЭ	Да	Да	Да	Да
Возможность калибровки ПАЭ и каналов АЭ в импульсном режиме				
– по амплитудным параметрам	–	–	Да	Да
– по временным параметрам	–	–	Да	Да
– по счету импульсов	Да	–	Да	Да
– по счету событий	Да	Да	Да	Да
– по спектральным параметрам	–	Нет	Да	Да
Знак «—» означает неопределенность ответа.				

диодные индикаторы 8 (белый) и 9 (зеленый) используются для контроля степени заряженности аккумулятора. Гнездо 13 типа miniUSB используется для подзарядки аккумулятора от стандартного зарядного устройства для сотовых телефонов. Однократное нажатие и отпускание нефиксирующейся кнопки START сопровождается излучением одиночного акустического импульса. При этом красный светодиод 11 фиксирует готовность к генерации, а зеленый светодиод 12 дает вспышку в момент излучения акустического импульса. Один заряд аккумулятора обеспечивает генерацию не менее 30 000 импульсов. Фотография акустического импульса, излучаемого одной из модификаций АЭ-1, зарегистрированная тонким приемным пьезоэлементом и запоминающим осциллографом, приведена на рис. 4, а его спектр, рассчитанный по технологии быстрого преобразования Фурье, — на рис. 5. Амплитуда смещения импульса, привязанная к ГЭТ 194–2011 [8] с погрешностью, не превышающей 6 дБ, составила 3,9 нм. Воспроизводимость при 15-кратных измерениях находилась в пределах ± 1 дБ. Поэтому АЭ-1 по сравнению с имитатором Су–Нильсена лучше моделирует импульс скачка трещины, обладает хорошей повторяемостью, метрологической обеспеченностью. Следовательно, его целесообразно использовать вместо имитатора Су–Нильсена.

Фотографии имитатора АЭ-N и его верхней крышки приведены на рис. 6. Конструктивно он похож на АЭ-1, но имеет следующие отличия. Внутри корпуса 1 отсутствуют источник питания и генератор одиночных импульсов. Электропитание напряжением 12 В подается от внешнего источника через разъем 8, а запускающие видеосигналы — через разъем 9 от внешнего генератора видеосигналов. Красный свето-

диод 7 сигнализирует о наличии электропитания, а зеленый светодиод дает вспышку в момент излучения акустических импульсов. Частоту повторения импульсов можно регулировать от 1 до 100 Гц, длительность — от 1 до 10 мкс, а амплитуду — от 0,5 до 5 нм. Данный имитатор целесообразно использовать для импульсной калибровки ПАЭ и каналов аппаратуры АЭ.

При несложной доработке можно изготовить и другие варианты импульсных имитаторов с сухим точечным контактом. Так, АЭ-1 можно перестроить на излучение импульса другой длительности и амплитуды. А в корпус АЭ-N можно вмонтировать встроенный перестраиваемый генератор импульсов и источник электропитания.

Подводя итог рассмотрения описанных имитаторов АЭ, составим сводную таблицу ориентировочных значений их физических параметров, с дополнением потребительских характеристик и возможностей их применения в практике АЭ.

Библиографический список

1. ГОСТ Р ИСО 12716–2021. Контроль неразрушающий. Акустико-эмиссионный контроль. Термины и определения. М.: Стандартинформ, 2019.
2. US Patent 4018084A. Acoustic emission simulator / N.N. Hsu, 1977.
3. Nielson A. Acoustic emission source based on pencil lead breaking. Copenhagen: The Danish Welding Institute Publication, 1980.
4. Измайлова Е.В., Ваньков Ю.В. Реализация источника Су–Нильсена для проверки работоспособности АЭ-аппаратуры // Вестник ЮУрГУ. 2014. Т. 14, № 2.
5. Иванов В.И., Власов И.Э. Метод акустической эмиссии // Неразрушающий контроль: справочник: в 8 т. Т. 7. Кн. 1.

2-е изд., дораб. М.: Машиностроение, 2006. С. 235 – 236.

6. Овчарук В.Н. Акустико-эмиссионные информационно-измерительные системы. Пути и методы совершенствования. Хабаровск: Изд-во ТОГУ, 2013. 229 с.
7. Панин В.И., Константинов В.А. Образцовые меры для калибровки пьезопреобразователей акустической эмиссии // Тезисы II Всесоюз. науч.-техн. семинара «Неразрушающий контроль напряженно-деформированного состояния конструкционных материалов и изделий с использованием эмиссии волн напряжений», Хабаровск, октябрь, 1975 г. Хабаровск, 1975.
8. ГЭТ 194–2011. Государственный первичный талон единиц амплитуды ультразвукового смещения и колебательной скорости поверхности твердых сред / разработчики: В.Г. Бакшеев, В.И. Панин, В.Г. Троценко, А.В. Шулатов. Хабаровск: Дальневосточный филиал ВНИИФТРИ, 2011.
9. ГОСТ Р 8.826–2013. Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Государственная поверочная схема для средств измерений амплитуды ультразвукового смещения и колебательной скорости поверхности твердых сред. М.: Стандартинформ, 2014.
10. ГОСТ 19445.1–95. Механические карандаши. Часть 2. Черные грифели. Классификация и размеры. М.: Изд-во стандартов, 1994.
11. РСТ РСФСР 195–82. Стержни пишущие. Технические условия. М.: Госплан РСФСР, 1988.
12. ПБ 03-593–03. Правила организации и проведения акустико-эмиссионного контроля сосудов, аппаратов, котлов и технологических трубопроводов. М.: ПИО ОБТ, 2003. 55 с.

ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЙ КОМПЛЕКС ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ПОЖАРОВ

Автоматизированная мультисенсорная система раннего обнаружения дыма на расстоянии до 60 км



КУДРЯВЦЕВ Александр Николаевич
Руководитель отдела «Системы безопасности»
АО «ПЕРГАМ ИНЖИНИРИНГ», Москва

В конце 2021 г. в России стартовали продажи уникального оптико-электронного комплекса для обнаружения дыма на расстоянии до 60 км. Система разработана немецкой компанией IQ wireless GmbH в 2000 г. и на протяжении последних 20 лет постоянно совершенствовалась. На сегодняшний день комплекс IQ FireWatch – это сочетание современных мультиспектральных оптических датчиков с инновационной системой алгоритмов поиска дыма, основанных на искусственном интеллекте (ИИ).

Преимущества мультиспектрального оптического блока IQ FireWatch

Дым – первый видимый признак любого возгорания. Именно этот признак доступен нам при наблюдениях за обширными территориями, так как сам очаг возгорания скрыт за кроной деревьев.

Для обеспечения максимальной дальности наблюдения необходима прозрачная атмосфера. Однако идеальные условия встречаются редко. Уровень прозрачности атмосферы сильно зависит от воздействия различных природных факторов: температуры, времени суток, влажности воздуха, осадков, скорости и направления ветра и др.

Туман и осадки представляют большую проблему для дневных камер и тепловизоров. При таких условиях видимость дневной камеры может упасть до нескольких десятков метров независимо от мощности объектива. Тепловизор среднего или дальнего ИК-спектра также будет ограничен по дальности наблюдения, так как влажный воздух и осадки активно поглощают излучение в этом диапазоне.

В комплексе IQ FireWatch используется тепловизор ближнего ИК-спектра (NIR), что дает ему значительные преимущества прозрачности атмосферы при данных условиях наблюдения. Такой

тепловизор практически не замечает тумана и осадков, а наличие дополнительной сверхчувствительной дневной камеры усиливает эффект прозрачности атмосферы. При этом важно отметить, что тепловизор NIR в составе IQ FireWatch по-прежнему ищет очертания дыма, а не сам очаг пожара, который скрыт за листвой деревьев.

В условиях темного времени суток обычные дневные камеры ничего не видят без активной подсветки, дающей максимальную видимость до 100 м. Конечно, можно использовать мощные направленные прожекторы освещения, но даже при их помощи максимальная видимость дневной камеры не превысит 1 км.

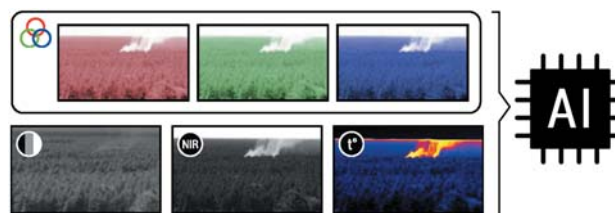
Включение в состав комплекса IQ FireWatch нескольких датчиков (камер) в различных спектральных диапазонах позволяет решить эту проблему. Работая одновременно, датчики формируют суммарно четкое изображение объекта, имея преимущество прозрачности в одном из спектральных диапазонов. Наличие тепловизора и сверхчувствительной камеры в составе комплекса позволяет быть ему эффективным даже в полной темноте.

За счет мультиспектральности IQ FireWatch компенсирует ухудшение постоянно изменяющейся атмосферы. Именно это и позволяет комплексу вести наблюдение на расстоянии до 60 км (в каждом конкретном случае итоговая дальность действия одного комплекса будет зависеть от рельефа местности и высоты установки оптического блока над землей).

Преимущества использования искусственного интеллекта при обработке изображений в комплексе IQ FireWatch

Достижение больших успехов в области машинного обучения и искусственного интеллекта позволило на порядки увеличить производительность процессов, связанных с обработкой большого мас-

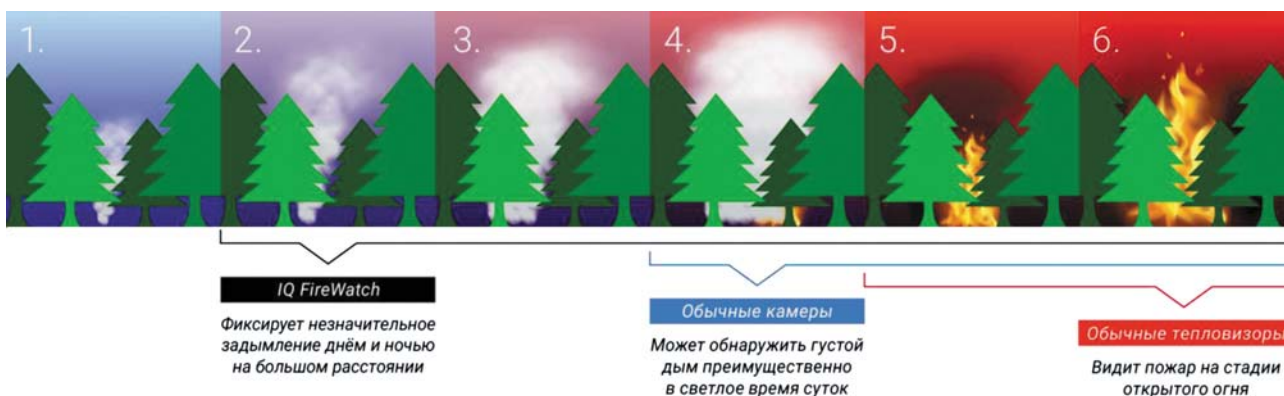
сива данных. В случае с обнаружением очагов природных пожаров речь идет об обработке и анализе большого количества изображений в единицу времени. Разработчикам комплекса удалось реализовать уникальный алгоритм обработки изображений, позволяющий распознавать очертания дыма на изображениях при любой погоде и независимо от времени суток. В поисках лучшей картинки искусственный интеллект комплекса анализирует до 6 различных кадров с 4 каналов: 1 кадр с монохромной сверхчувствительной дневной камеры; 1 кадр с тепловизора NIR-диапазона; 1 кадр – с обычного тепловизора (опционально) и 3 кадра с RGB дневной камеры.



Все камеры комплекса работают с частотой 50 кадров в секунду, таким образом, искусственный интеллект комплекса суммарно обрабатывает до 300 кадров в секунду в поисках дыма!

Такое решение позволяет автоматически, в режиме 24/7 решать задачу мониторинга пожаров на территории ~1 000 000 га в любую погоду, днем и ночью!

Машинное обучение проводилось на библиотеке из 20 000 000 изображений, полученных за многие годы эксплуатации комплексов IQ FireWatch по всему миру.



Сравнение классических систем наблюдения с IQ FireWatch

Искусственный интеллект и мультиспектральный оптический блок дают IQ FireWatch ощутимое преимущество на ранней стадии, когда появились только первые признаки возгорания. Максимальная дальность действия обычных дневных камер не превышает 2 км в хорошую погоду. Классический тепловизор действует только в зоне прямой видимости очага пожара.

Климатический проект – новая государственная инициатива, которая заключается в выполнении определенных добровольных действий, направленных на сокращение концентрации парниковых газов в атмосфере (уменьшение выбросов или увеличение поглощения лесами).

Одним из видов такой деятельности является защита лесов от пожара. Это лесной климатический проект.

Российская нормативная база в этом направлении только формируется, однако можно с уверенностью сказать, что процесс будет стремительным. Уже принят и вступил в силу рамочный закон «Об ограничении выбросов парниковых газов» (N 296-ФЗ). В июне текущего года будет принят ряд подзаконных нормативных актов, детально регламентирующих порядок реализации климатических проектов. Также будет опубликован перечень налоговых льгот и видов государственной поддержки для участников климатических проектов.

Участие в климатическом проекте поможет компаниям сократить углеродный след своей продукции; привлечь дополнительные инвестиции, в том числе с участием иностранного капитала; позволит стать участником перспективного рынка углеродных единиц.



Дворец Пена и Культурный ландшафт Синтры в Португалии



Национальный парк Бранденбурга. Германия



Дельта реки Парана, включая порт и городское поселение на северо-востоке Буэнос-Айреса, Аргентина



Пик Атлас в долине Напа, Калифорния. Это один из самых известных винодельческих регионов мира

Мировой опыт использования комплекса IQ FireWatch

Комплексы IQ FireWatch охраняют территории от пожаров в Германии, Испании, Португалии, США и еще 8 странах.

Технические характеристики комплекса IQ FireWatch

Параметр	Датчик монохромный сверхчувствительный	Датчик ночного видения (NIR)	RGB-датчик	Тепловизор LWIR (опционально)
Спектральный диапазон	0,4 – 0,9 мкм	0,9 – 1,3 мкм	0,4 – 0,9 мкм	7,5 – 13 мкм
Размер матрицы	1920 × 1080 px, 1/1,2"	1920 × 1080 px, 1/2,8"	1920 × 1080 px, 1/1,2"	920 × 1080 px
Частота кадров	47 кадр/с	53 кадр/с	47 кадр/с	53 кадр/с
Температурная чувствительность	—	—	—	0,08 °С
Режим накопления	Монохромный	—	Цветной	—

Технические характеристики опорно-поворотного устройства

Вращение горизонт/вертикаль	360° непрерывно / -90° ... +45°
Точность позиционирования	±0,02°
Потребляемая мощность	24 В, 20 Вт (без обогрева), 200 Вт (с обогревом)
Интерфейс управления	Ethernet
Температура эксплуатации	-50 ... +55 °С
Допустимая скорость ветра	52 м/с
Класс защиты	IP66



18 000 000 га — общая площадь лесных пожаров в 2021 г.



Поселок городского типа Кысыл-Сыр в Вилюйском улусе Якутии. 29 июля 2021 г. в Якутии пожар охватил 3 000 000 га леса, задымление наблюдалось в 100 населенных пунктах



Село Бяс-Кюель Горного улуса в Якутии. 250 пожаров на территории площадью 5720 кв. км



В Красноярском крае дым от пожаров накрыл почти 400 населенных пунктов



16 июня 2021 г. в Костромской области введен особый противопожарный режим

Лесные пожары в России в 2021 г.

Площадь пожаров в Сибири 2021 г. оказалась больше, чем все природные пожары в мире, вместе взятые! Некоторые данные по итогу 2021 г., связанные с лесными пожарами в нашей стране, представлены на рисунках.

Последние несколько лет площадь ежегодных лесных пожаров не падает ниже 15 000 000 га.

Всего с 2000 г. пожарами было уничтожено более 205 000 000 га леса!

Задать вопрос:



АО «ПЕРГАМ ИНЖИНИРИНГ»

Москва

IQ-FIREWATCH.RU • +7 (495) 775-75-25 • tndt@pergam.ru

ПАМЯТИ ЮЛИЯ ВИКТОРОВИЧА ЛАНГЕ



7 января 2022 года на 97 году жизни скончался известный ученый в области акустических методов неразрушающего контроля, доктор технических наук, почетный член Международной академии неразрушающего контроля и Академии электротехнических наук РФ, член Научного совета по автоматизированным системам диагностики и испытаний РАН, участник Великой Отечественной войны Юлий Викторович Ланге.

В 18-летнем возрасте в 1943 г. его призвали в действующую армию, сначала на 3-й Украинский фронт, после тяжелого ранения и излечения он оказался в частях, дислоцированных в Иране, где и закончил службу в 1946 г.

В 1952 г. Юлий Викторович с отличием окончил Всесоюзный заочный политехнический институт (ВЗПИ, Москва).

Трудовая деятельность Ю.В. Ланге началась в 1946 г. в Московском энергетическом институте, затем продолжилась во Всесоюзном институте авиационных материалов (ВИАМ), тогда в связи с необходимостью контроля сотовых конструкций авиационной техники Ю.В. Ланге предложил принципиально новый метод контроля, названный им импедансным. В 1960 г. Ю.В. Ланге передал образец импедансного дефектоскопа на завод «Электроточприбор» (Кишинев). Специалистами завода была выпущена опытная партия импедансного акустического дефектоскопа ИАД-1, разработаны дефектоскопы ИАД-2 и ИАД-3. Всего за 10 лет было выпущено около тысячи импедансных дефектоскопов. Наряду с импедансным в 1962 г. Ю.В. Ланге предложил велосиметрический метод НК, велосиметрический дефектоскоп УВФД-1 также серийно выпускался заводом «Электроточприбор».

В ВИАМе, в котором он проработал более 20 лет, прошло формирование Юлиа Викторовича как ведущего ученого в области неразрушающего контроля, основоположника принципиально но-

вого импедансного метода контроля, в течение многих лет кишиневское ПО «Волна» и МНПО «Спектр» (Москва), серийно выпускали импедансные дефектоскопы, ими были оснащены все предприятия авиационной промышленности СССР.

По результатам оригинальных исследований в 1970 г. в диссертационном совете ВИАМ Ю.В. Ланге успешно защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук. В 1972 г. Ю.В. Ланге был приглашен на работу в НИИ интроскопии, где продолжил исследования низкочастотных акустических методов контроля, опубликовал свою монографию «Акустические низкочастотные методы и средства неразрушающего контроля многослойных конструкций». Результаты многолетних исследований были обобщены Юлием Викторовичем в 1984 г. в диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук, защищенной в диссертационном совете при НИИ интроскопии по специальности 05.11.13 Ю.В. Ланге был активным автором, им опубликовано свыше 200 научных работ и получено около 20 патентов на изобретения. Ю.В. Ланге — участник многих международных и отечественных симпозиумов и конференций. Его научные статьи и изобретения широко известны ученым и специалистам.

Большое внимание Ю.В. Ланге уделял подготовке специалистов высшей квалификации, много лет он являлся членом диссертационного совета Д520.010.01 при НИИИН МНПО «Спектр», под его руководством подготовлены и защищены пять кандидатских диссертаций. Ю.В. Ланге принимал активное участие в работе редакционных советов научных журналов «Контроль. Диагностика», «Дефектоскопия», «В мире неразрушающего контроля», в течение ряда лет был региональным редактором по Восточной Европе международного журнала Nondestructive Testing and Evaluation. Совместно с И.Н. Ермоловым Юлием Викторовичем подготовлен уникальный 3-й том справочника «Неразрушающий контроль» — книга «Ультразвуковой контроль», переведенная на английский язык. Значителен вклад Юлиа Викторовича в развитие методологии неразрушающего контроля — он один из авторов ряда государственных стандартов СССР.

Ратные подвиги и научно-производственная деятельность Ю.В. Ланге отмечены высокими правительственными наградами — орденом Отечественной войны, медалью «За победу над Германией», двумя орденами Трудового Красного Знамени, медалями «За доблестный труд», «Ветеран труда».

Память о Юлии Викторовиче Ланге — выдающемся ученом, настоящем товарище, интересном собеседнике, прекрасном семьянине навсегда сохранится в наших сердцах. ■