

ТЕРРИТОРИЯ NDT

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ

3, 2016

июль – сентябрь (19)



СОВМЕСТНЫЙ ПРОЕКТ ОДИННАДЦАТИ НАЦИОНАЛЬНЫХ ОБЩЕСТВ ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ

ВЫСТАВКА СРЕДСТВ
И ТЕХНОЛОГИЙ НК



ОТРАСЛЕВЫЕ
КРУГЛЫЕ СТОЛЫ
«НК В ПРОМЫШЛЕННОСТИ»

1 - 3 МАРТА 2017, МОСКВА

ЕЖЕГОДНЫЙ ВСЕРОССИЙСКИЙ ФОРУМ

ДЕЛОВАЯ ПРОГРАММА

Круглые столы по вопросам применения НК в отраслях:

- | | | |
|--|--|--|
|  Авиация
и космос |  Атомная
промышленность |  Железнодорожный
транспорт |
|  Строительство |  Metallurgy
и машиностроение |  Нефтегазовый
комплекс |
|  Промышленная
безопасность |  Электроэнергетика |  НК в сварке |

Межотраслевые направления и специальные темы:

- | | | |
|---|--|--|
|  Антитеррористическая
безопасность |  Медицинская
диагностика |  Метрология
и техническое
регулирование |
|  Обучение |  Стандартизация |  Контроль
покрытий |

ВЫСТАВКА СРЕДСТВ И ТЕХНОЛОГИЙ НК

Площадь - 3000 кв.м.

Более 100 экспонентов

Более 3200 посетителей



МОСКВА, ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»

www.expo.ronktd.ru

ОРГАНИЗАТОР



XXI ВСЕРОССИЙСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКЕ

1 - 3 МАРТА 2017

МОСКВА, ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»

Всероссийская конференция по неразрушающему контролю и технической диагностике – крупнейшее в России и одно из наиболее значимых в Европе научных событий в области НК и ТД. Первая конференция состоялась в 1956 году в г. Ленинграде, и с того времени РОНКТД проводит ее раз в три года.

В 2017 году на конференции запланировано более 250 научных докладов в 15 секциях по основным методам контроля.

Участие во Всероссийской конференции по НК и ТД – уникальная возможность обсудить насущные вопросы с коллегами, обменяться новостями, представить свою точку зрения на решение различных проблем в сфере неразрушающего контроля, а также познакомиться с последними разработками в обеспечении промышленной, техногенной, антитеррористической, экологической диагностики и безопасности.

Конференция - это шанс для молодых ученых быть услышанными профессиональным сообществом, а для опытных коллег - ещё одна возможность рассказать о своих достижениях. Все специалисты в области контроля и диагностики смогут подискутировать с ведущими учеными, разработчиками, производителями из России, а также коллегами из других стран.

БОЛЕЕ 15 СЕКЦИЙ

БОЛЕЕ 200 ДОКЛАДЧИКОВ

БОЛЕЕ 1500 ПОСЕТИТЕЛЕЙ

БОЛЕЕ 15 СТРАН-УЧАСТНИЦ

РАЗДЕЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ:

Неразрушающий
контроль

Техническая
диагностика

Промышленная
безопасность

Обучение
и сертификация

Стандартизация

РЕГИСТРАЦИЯ ТЕЗИСОВ ДО 15.10.2016

РЕГИСТРАЦИЯ ДОКЛАДОВ ДО 15.01.2017



www.conf.ronktd.ru



OLYMPUS

IPLEX NX

ФЛАГМАН.
БЕССПОРНО.

- + Матрица высокого разрешения – XGA (1024×768)
- + Большой сенсорный экран – 8,4 дюйма
- + Расширенные возможности измерений
точка-точка, точка-линия, глубина, площадь
- + Промышленное исполнение IP55
- + Широкий выбор сменных зондов
- + Оптические адаптеры девятого поколения
с лазерно-диодным освещением
- + TrueFeel – чуткая реакция дистальной части
зонда на действия оператора
- + Ghost Image – наложение ранее сохранённых
изображений объекта на его текущий вид
- + Беспроводная передача данных – Wi-Fi

Территория NDT

СОДЕРЖАНИЕ

№3 (июль – сентябрь), 2016

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)
Клюев С.В.
(Россия, вице-президент РОНКТД)
Кожаринов В.В.
(Латвия, президент LNTB)
Маммадов С.
(Азербайджан, президент АОНК)
Миховски М.
(Болгария, президент BSNT)
Муравин Б.
(Израиль, зам. президента INA TD&CM)
Ригишвили Т.Р.
(Грузия, президент GEONDT)
Зайтова С.А.
(Казахстан, президент КАНКТД)
Ткаченко А.А.
(Молдова, президент НОНКТД РМ)

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

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

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

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

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

Корректор Смольянина Н.И.
Компьютерное макетирование Смольянина Н.И.
Сдано в набор 15.07.2016
Подписано в печать 15.08.2016
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»
105187, г. Москва,
ул. Вольная, д. 28, стр.10

НОВОСТИ

Азизова Е.А. Совещание по вопросам НК в строительстве в Международном агентстве по атомной энергии (МАГАТЭ) 3

Цомук С.Р. Петербургская конференция по УЗК 4

Современные средства защиты от коррозии представили в Петербурге 6

Международная специализированная выставка «Металлообработка-2016» 7

ВЫСТАВКИ, СЕМИНАРЫ, КОНФЕРЕНЦИИ

Отчет о работе 19-й Всемирной конференции по неразрушающему контролю 10

Матвеев В.И. Контрольно-диагностическое оборудование на Международной выставке «КОМПОЗИТ – ЭКСПО 2016» и IV Международная конференция «Новейшие технологии контроля НТК – 2016» 16

Итоги Международной конференции «Диагностика оборудования и изделий машиностроения с использованием метода магнитной памяти металла» 22

ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ

Быстрова Н.А., Травкин А.А. Особенности аттестации специалистов, проводящих акустико-эмиссионный контроль опасных производственных объектов, в соответствии с ПБ 03-440-02 «Правила аттестации персонала в области неразрушающего контроля» 24

Батов Г.П. Личный опыт сдачи экзаменов на III квалификационный уровень в соответствии с требованиями SNT-TC-1A 28

Ермаков Е. Л. Внедрение технологий Advanced NDT в Казахстане. Опыт работы GE Inspection Technologies и КАНКТД 30

МЕТОДЫ, ПРИБОРЫ, ТЕХНОЛОГИИ

Марченко В.Г., Норченко Ю.Г., Семеренко А.В., Чащин С.Б. Автоматизированная вихретоковая система ELO 3T для контроля оболочек твэлов 32

Дубов А.А. Исследование процесса усталостного разрушения стальных образцов с использованием метода магнитной памяти металла 40

Мессер А. Использование ультразвукового оборудования для улучшения смазки ... 44

Кузнецов К.А., Быков С.П., Трутаев С.Ю. Подходы к оценке технического состояния технологического оборудования, зданий и сооружений промышленных предприятий при внедрении на предприятиях новых стратегий ТОиР 48

Потрахов Н.Н., Грязнов А.Ю., Жамова К.К., Бессонов В.Б., Потрахов Ю.Н. Микрофокусная рентгенография: результаты исследований Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина) 54



ЕРОСН 650

Современный ультразвуковой дефектоскоп

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

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

СОВЕЩАНИЕ ПО ВОПРОСАМ НК В СТРОИТЕЛЬСТВЕ В МЕЖДУНАРОДНОМ АГЕНТСТВЕ ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ (МАГАТЭ)

Без сомнений, применение методов неразрушающего контроля необходимо как на стадии непосредственно строительства зданий и сооружений, так и в процессе их эксплуатации. Сообщения об обрушении зданий, мостов, других строительных конструкций, приходящие из разных стран, не позволяют отнестись к данной проблеме без внимания.

Департамент технического сотрудничества Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ) в июне текущего года организовал в штаб-квартире МАГАТЭ в Вене совещание, пригласив для участия в нем технических экспертов из шести стран, в том числе из Узбекистана. По результатам совещания для руководства МАГАТЭ был составлен подробный отчет, в котором экспертами был дан обобщенный анализ применения НК в строительстве, были сформулированы имеющиеся недостатки и предложены пути их устранения.

Правильно выполненный контроль в процессе возведения объекта гарантирует безопасную и длительную его эксплуатацию. Не менее важно не забывать о неразрушающем контроле и впоследствии: многие сооружения в промышленном и гражданском строительстве (здания, мосты и другие объекты), изготовленные из бетона, металла и железобетона, нуждаются в обязательной периодической проверке в целях определения соответствия их прочности эксплуатационным требованиям. Это особенно важно в районах с высокой сейсмической активностью, а также при необходимости убедиться в целостности структуры сооружения после сильного незапланированного воздействия (взрыв, пожар, землетрясение, затопление и т.п.).

Отсутствие своевременного контроля или его некачественное выполнение могут привести к авариям, крушениям, экологическим катастрофам и даже человеческим жертвам.

В промышленном и гражданском строительстве применяются как неразрушающие методы контроля, когда не наносится никакого повреждения бетону или металлу, так и разрушающие испытания. При этом, если неразрушающие методы позволяют оценить качество и прочность бетонных, железобетонных, кирпичных, металлических, сварных и других конструкций непосредственно на объекте, в их окончательном виде, то разрушающие методы позволяют судить о качестве лишь отдельной пробы материала или образца изделия. Качество готового строительного сооружения при этом не гарантировано.

Строительные лаборатории в основном выполняют контроль строительных материалов и изделий строительной индустрии. Неразрушающие методы для испытаний законченного объекта применяют только 2–3 % лабораторий.

Во многих странах действуют различные стандарты по методам контроля строительных материалов и конструкций неразрушающими методами. Однако требования по применению неразрушающих методов при приемке в эксплуатацию готовых объектов граждан-



данского строительства отсутствуют. Это объясняет имеющееся отставание в развитии системы НК в сфере строительства:

- 1) отсутствие учебных программ для методов НК в строительстве;
- 2) отсутствие специализированных учебных центров;
- 3) отсутствие схемы сертификации персонала НК для строительства, соответственно, не гарантирован уровень квалификации такого персонала;
- 4) отсутствие нормативных требований по выполнению контроля качества строительных объектов методами НК.

В итоговом отчете совещания предложены рекомендации МАГАТЭ для содействия устранению перечисленных недостатков, в том числе:

1. Организовать региональный проект, направленный на развитие системы НК в строительстве.
2. Рекомендовать национальным регулирующим органам разработать требования по проведению контроля строительных объектов.
3. Спонсировать издание учебных программ и учебных материалов по контролю НК строительства.
4. Обратиться в комитет по стандартам ISO с предложением внести в текст ISO 9712 «Квалификация и сертификация персонала неразрушающего контроля» для традиционных методов НК дополнительный сектор civil engineering (строительство) и продукт «бетон\железобетон».
5. Организовать исследовательский международный проект по разработке требований к учебным и экзаменационным образцам для сектора «строительство».

Руководство Департамента технического сотрудничества Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ) намерено продолжить содействие развитию системы НК в строительстве в странах-участниках.

*АЗИЗОВА Елена Александровна,
заместитель председателя УзО НК*

ПЕТЕРБУРГСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО УЗК



Открытие конференции

С 24 по 27 мая в пригороде Санкт-Петербурга прошла традиционная, уже XXII научно-техническая конференция «Ультразвуковая дефектоскопия металлов и перспективных материалов – УЗДМ-2016». УЗДМ, организованная НИИ мостов и Петербургским государственным университетом путей сообщения при поддержке Национального Агентства Контроля Сварки, Объединения производителей железнодорожной техники, РОНКТД и секции «Не разрушающие физические методы контроля» Научного совета по физике конденсированных сред РАН, собрала на этот раз 144 специалиста из 62 научных и производственных организаций 7 стран и 26 городов (16 российских и 10 зарубежных).

Финансовую поддержку «УЗДМ-2016» оказали: НП «НАКС», НПП «MDR grup» (Кишинёв), ЗАО «Ультракraft» (Череповец), Группа компаний «ТВЕМА» (Москва), ООО «НПК «ЛУЧ» (Москва), а информационную поддержку – журналы «В мире НК», «Сварка и Диагностика», «Контроль. Диагностика» и «Территория NDT».

Работа конференции проходила в виде пленарных, секционных и стендовых заседаний. Основная, из отобранных программным комитетом 66 докладов, часть была рассмотрена и обсуждена на шести секциях:

- С1. Методические решения УЗК на базе новых технических возможностей;

- С2. Новые методики и особенности УЗК металлов и перспективных материалов;
- С3.1. Новые технологии и опыт УЗК объектов энергетики, машиностроения и трубопроводного транспорта;
- С3.2. Новые технологии и опыт УЗК продукции для железнодорожного транспорта;
- С4. Актуальные проблемы стандартизации и метрологического обеспечения УЗК;
- С5. Квалификация персонала УЗК.

Наибольшее число докладов сделали специалисты НПО «ЦНИИТМАШ», ИжГТУ, НУЦСК при МГТУ, ООО «АКС», ПГУПС/НИИ мостов.



С.Р. Цомук (НИИ мостов), Н.П. Разыграев («ЦНИИТМАШ»)



Пленарное заседание



Приветственное слово В.А. Бритвина («Ультракрафт»)



А.Х. Вopilкин («НПЦ «ЭХО+»), Г.С. Пасси (Sonotron NDT, Israel), Г.Я. Дымкин (НИИ мостов)



А.С. Анненков («АЛТЕС»), В.А. Бархатов («ИЦ Физрибор»)



Л.В. Воронкова («ЦНИИТМАШ»), К.Е. Аббакумов (ЛЭТИ), И.Ю. Смирнова («Ижорские заводы»)



Участники конференции после заключительного заседания

На заседании стендовых докладов участники конференции в непосредственном общении с авторами 21 доклада обсудили и теоретические вопросы, и вопросы изготовления, улучшения характеристик преобразователей для УЗК, и опыт контроля различных объ-

ектов, а также ознакомились с новым оборудованием на двух презентациях продукции (ООО «Олимпас Москва», ООО «Локус»).

На заключительном заседании участники отметили высокий уровень и организационный уровень «УЗДМ-2016» и выразили на-

дежду встретиться через три года на гостеприимной питерской земле на очередной конференции – «УЗДМ-2019».

Заместитель председателя оргкомитета «УЗДМ-2016» ЦОМУК Сергей Роальдович

СОВРЕМЕННЫЕ СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ОТ КОРРОЗИИ ПРЕДСТАВИЛИ В ПЕТЕРБУРГЕ

Более 60 компаний продемонстрировали профессиональное оборудование и противокоррозионные материалы и технологии на выставке-конгрессе «Защита от коррозии» с 17 по 20 мая в новом конгрессно-выставочном центре «Экспофорум». В деловой программе приняли участие около 200 делегатов из 50 регионов России, а также Беларуси, Эстонии, Финляндии, Германии, Молдавии, Азербайджана, Армении.

В этом году свою инновационную продукцию представили такие лидеры отрасли, как «ЦИТ-Э.С.», «Трубопроводные системы и технологии», ЗАО «Химсервис», ООО «Энергофинстрой» и многие другие. Особое внимание было уделено отечественным разработкам и инновационным решениям, способным полностью локализовать российское производство, потеснив зарубежные аналоги. В частности, НПО «Нефтегазком-

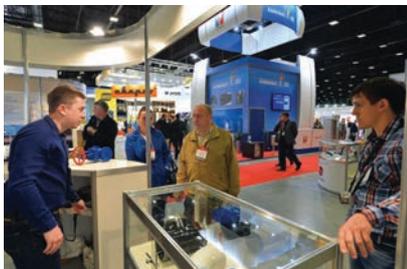
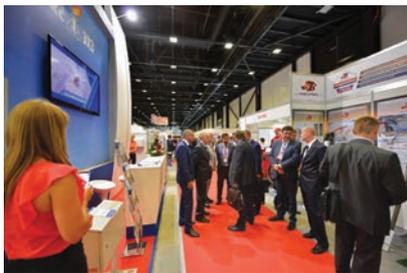
плекс-ЭХЗ» презентовал на выставке новейшее оборудование для электрохимической защиты (ЭХЗ) трубопроводов: комплексы модульного оборудования ЭХЗ с системой дистанционного коррозионного мониторинга. Компания «Подземная геолокация» привезла инновационный диагностический комплекс магнитной локализации «Орион-3М», который позволяет проводить диагностику систем коррозионной защиты и оценку состояния изоляционных покрытий подземных металлических трубопроводов.

В ходе конгрессной программы состоялась **Международная конференция по актуальным вопросам противокоррозионной защиты**. В мероприятии приняли участие первый заместитель начальника Департамента ПАО «Газпром» Сергей Алимов, начальник отдела Департамента ПАО «Газпром» Виктор Олексейчук, исполнительный директор СРО «СОПКОР» Николай Петров, а также руководители отечественных предприятий по производству оборудования ЭХЗ и материалов противокоррозионной защиты. Эксперты отметили, что защита металлооборудования от коррозии — одна из важнейших проблем энергетических компаний на сегодняшний день. Коррозия приводит не только к безвозвратным потерям металлооборудования, но и к рискам преждевременного выхода из строя технологического оборудования на сооружениях. «Эта проблема актуальна в том числе для компании «Газпром», которая объединяет 171,2 тыс. км газопроводов, 250 компрессорных станций с общей мощностью 46,2 МВт, 47 090 км внутрипромысловых газопроводов, 22 ПХГ. Поэтому рационально организованная защита от коррозии является сегодня частью обязательных мер по обеспечению безопасного надежного функционирования газотранспортных систем», — считает начальник отдела защиты от коррозии ОАО «Газпром» Виктор Олексейчук.

По мнению участников конференции, сократить коррозионные потери и снизить затраты энергокомпаний позволит применение новых высококачественных защитных покрытий, унификация оборудования электрохимической защиты, введение систем дистанционного контроля, расширение областей применения ингибиторов коррозии.

В ходе **Международной научно-технической конференции «Современные технологии, оборудование и материалы для противокоррозионной защиты сооружений, технологического оборудования и трубопроводов»** обсуждались вопросы обеспечения надежности работы объектов нефтегазовых комплексов, формирования и разработки новых технологий, оборудования, материалов противокоррозионной защиты, обеспечения качества строительства систем противокоррозионной защиты и последующего их сервисного обслуживания, проблемы формирования рынка противокоррозионных услуг, подготовка квалифицированных кадров и др.

Об использовании изоляционных и защитных покрытий, ингибиторов коррозии шла речь на заседании **секции «Изоляционные и защитные покрытия, ингибиторы коррозии»**. По оценке участников, повышение эффективности систем противокоррозионной защиты — первоочередная задача многих компаний. «Ежегодно мы ремонтируем около 200 км магистралей, — говорит Ирина Лешинская, главный специалист ОНИР КТУ АО «Газпром СтройТЭК Салават». — По нашей статистике, наиболее оптимальный вариант — использовать комбинированное покрытие. К сожалению, основные производители внутренних гладкостных покрытий от коррозии — иностранные компании. Но есть и наши разработки. Так, недавно «Газпром СтройТЭК Салават» представил собственную разработку — эмаль



«Эпотек». По результатам тестов она показала результаты даже лучше импортных материалов».

Новинкой этого года стал **Центр деловых контактов**, в рамках которого прошло порядка 700 переговоров между производителями, поставщиками оборудования, материалов и технологий для защиты от коррозии и закупщиками, среди которых крупнейшие заводы-производители: ООО «Газпром Трансгаз», ОАО «АК «Транснефть», ПАО АНК «Башнефть», ООО «Газпром ВНИИГАЗ», АО «Центр технологии судостроения и судоремонта», АО «Концерн «НПО «Аврора» и др.

Выставка-конгресс «Защита от коррозии» единственное в России мероприятие, сфокусирован-

ное на важнейшей научно-технической, экономической и экологической проблеме — антикоррозионной защите металлов и материалов, которое проходит при поддержке ПАО «Газпром» при участии Торгово-промышленной палаты РФ и Российского союза промышленников и предпринимателей.

Соорганизатор выставки — Ассоциация содействия в реализации инновационных программ в области противокоррозионной защиты и технической диагностики «СОПКОР» при участии Торгово-промышленной палаты РФ и Российского союза промышленников и предпринимателей.

ООО «ЭкспоФорум-Интернэшнл»



МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА «МЕТАЛЛООБРАБОТКА-2016»

С 23 по 27 мая 2016 г. в ЦВК «Экспоцентр» проходил самый масштабный отечественный смотр в области станкостроения — 17-я Международная специализированная выставка «Оборудование, приборы и инструменты для металлообрабатывающей промышленности» — «Металлообработка-2016».

Организованная АО «Экспоцентр» и Российской ассоциацией производителей станкоинструментальной продукции «Станкоинструмент», выставка проходила при поддержке Министерства промышленности и торговли РФ, Союза машиностроителей России, под патронатом Торгово-промышленной палаты РФ и ведущих международных отраслевых ассоциаций.

В церемонии открытия выставки приняли участие министр промышленности и торговли **Денис Мантуров**, председатель Комитета Государственной Думы ФС РФ по промышленности **Сергей Собко**, президент Торгово-промышленной палаты РФ **Сергей Катырин**, президент Российской ассоциации производителей станкоинструментальной продукции «Станкоинструмент» **Георгий Самодуров**, врио губернатора Ульяновской области

Сергей Морозов, статс-секретарь, заместитель председателя Банка России **Александр Торшин**, ректор Московского государственного технологического университета «Станкин» **Сергей Григорьев**, генеральный директор АО «Экспоцентр» **Сергей Беднов** и другие официальные лица.

Выставка «Металлообработка-2016» по основным показателям превысила достигнутые параметры прошлого года. На общей площади более 83 тыс. кв. м около 1000 компаний и предприятий из 32 стран продемонстрировали свои новейшие разработки, технологии, услуги в области станко- и машиностроения. При поддержке отраслевых ассоциаций на выставке были сформированы семь национальных экспозиций, представлявших **Беларусь, Германию, Италию, Китай, Чехию, Францию, Швейцарию**. Тайваньские производители станкоинструментальной продукции организовали коллективный стенд. Департамент содействия экономике Саксонии, по поручению Саксонского государственного министерства экономики, труда и транспорта, представил **совместный стенд компаний из Саксонии**.



«Металлообработка-2016» отразила растущую заинтересованность в российском рынке со стороны участвовавших в ней крупнейших мировых производителей, таких как: Alfleth Engineering AG, Amada, Balluff GmbH, Bystronic Laser AG, DMG MORI, Galika AG, M&D Gertner, Grob Werke, Handtmann, Hoffmann Group, Emag ECM, Junker, Mazak, Mitsubishi Electric Europe B.V., Mori Seiki,



Sandvik Coromant, TL Technology, Trumpf, Willemin Macodel, WFL Millturn Technologies и др.

ОАО «Институт БЕЛОРГСТАНКИНПРОМ» организовало стенд коллективной экспозиции Республики Беларусь. Свое оборудование показали такие крупнейшие станкостроительные и инструментальные

белорусские предприятия, как ОАО «МЗАЛ им. П.М. Машерова», ОАО «Станкостроительный завод им. С.М. Кирова», ОАО «МЗОР» — управляющая компания холдинга «Белстанкоинструмент», ОАО «ВИСТАН», ОАО «Завод «ВИЗАС», ОАО «Станкозавод «Красный Борец», ОАО «СтанкоГомель», ОАО «Гомельский завод станочных узлов», ОАО «Оршанский инструментальный завод», ОАО «Гродненский завод токарных патронов «БелТАПАЗ», ОАО «Барановичский завод станкопринадлежностей», ОАО «Гомельский литейный завод «Центролит», ОАО «Гомсельмаш» — филиал «Гомельский завод специнструмента и технологической оснастки», ОАО «Гомельский завод литья и нормалей».

Машиностроительный комплекс России представили более 450 отечественных экспонентов, среди которых — ведущие станкоинструментальные предприятия и компании из многих российских регионов: группа «СТАН», включающая в себя пять российских предприятий: Ивановский завод тяжелых станков, Рязанский станкозавод, НПО «Станкостроение» (г. Стерлитамак), «Шлифовальные станки» (г. Москва), «Станкотех» (г. Коломна); а также Владимирский станкозавод «Техника», ВНИИТЭП, «Дельта-Тест», Кировградский завод твердых сплавов, «МСЗ-Салют», «НИИ измерения», «Саста» «Станкозавод ТБС», «Стан-Самара», Ковровский электромеханический завод, «КР-Групп», «Лазерный центр», Московский инструментальный завод, «МСЗ «Тяжмехпресс», «Тяжпрессмаш», Ульяновский станкостроительный завод и др.

Один из разделов выставки был посвящен вопросам подготовки рабочих кадров, инженеров и тех-

нологов для машиностроительных производств, а также современным образовательным технологиям и специализированному учебному оборудованию, предназначенному для этих целей. Ведущие технические университеты и колледжи, представленные в разделе выставки «Наука, профильное образование и производство», продемонстрировали современные виды учебного оборудования, предложили методические пособия и учебное мультимедийное программное обеспечение, ознакомили с образцами продукции двойного назначения — учебного и производственного.

Успеху проекта «Металлообработка-2016» способствовала масштабная деловая программа, посвященная ключевым вопросам развития отрасли. В рамках выставки состоялись форумы, семинары, конференции и презентации компаний-участниц, деловое общение и обмен практическим опытом проходили в различных форматах.

На выставке состоялась церемония награждения победителей конкурса «Лучший инновационный проект в области металлообработки-2016». Конкурс проводится МГТУ «Станкин» при поддержке АО «Экспоцентр».

Машиностроительная тематика получит дальнейшее развитие на Международной специализированной выставке «Оборудование и технологии обработки конструкционных материалов» — «Технофорум-2016», которая будет работать с 24 по 27 октября 2016 г. в ЦВК «Экспоцентр».

Следующая выставка, «Металлообработка-2017», состоится в Москве в ЦВК «Экспоцентр» с 15 по 19 мая 2017 г.

Пресс-служба АО «Экспоцентр»

8-я МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ ТОРЖЕСТВЕННОЕ ОТКРЫТИЕ КОНФЕРЕНЦИИ IIIAE и 23-й МЕЖДУНАРОДНЫЙ СИМПОЗИУМ ПО АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ



5–8 декабря 2016 г.,
Киото, Япония

Подробная информация
о мероприятии на сайте:
www.iiiae.org/iiiae2016/index.html





АКУСТИЧЕСКИЕ КОНТРОЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

Приборы для неразрушающего
контроля металлов, пластмасс
и бетона

115598, МОСКВА, УЛ. ЗАГОРЬЕВСКАЯ, Д. 10, КОРП. 4
ТЕЛ./ФАКС: +7 (495) 984-74-62 (МНОГОКАНАЛЬНЫЙ)
WWW.ACSYS.RU | MARKET@ACSYS.RU

A1270



**ПЕРВЫЙ В МИРЕ ЭМА ТОЛЩИНОМЕР
С ТЕХНОЛОГИЕЙ ИМПУЛЬСНОГО
ПОДМАГНИЧИВАНИЯ**



УДОБСТВО В РАБОТЕ

- **БЕЗ ЖИДКОСТИ**
- **БЕЗ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ ПОВЕРХНОСТИ ОБЪЕКТА КОНТРОЛЯ**
- **БЕЗ ПРИТЯЖЕНИЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ К ПОВЕРХНОСТИ ОБЪЕКТОВ ИЗ СТАЛЕЙ**
- **БЕЗ РЕЗКОГО УДАРА ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ О ПОВЕРХНОСТЬ ОБЪЕКТА КОНТРОЛЯ**
- **БЕЗ НАЛИПАНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ СТРУЖКИ НА ПРОТЕКТОР ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ**

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Диапазон измеряемых толщин: преобразователем S3850 5.0A0D8ES	0,5 – 50 мм
Диапазон частот преобразователя	2,5 – 5,0 МГц
Основная погрешность измерений толщины X, мм, не более:	±(0,01X+0,1)
Диапазон настройки скорости ультразвука	1 000 – 9 999 м/с
Размер и тип дисплея	3,5" TFT, антибликовый цветной
Количество запоминаемых результатов	50 000 измерений 4 000 А-Сканов
Номинальное значение напряжения аккумулятора	13,2 В
Время непрерывной работы от аккумулятора, не менее	9 ч
Интерфейс для связи с компьютером	USB
Габаритные размеры электронного блока, мм	190 x 87 x 40
Масса электронного блока, не более	900 г
Диапазон рабочих температур	от – 30 до +50 °С



ОТЧЕТ О РАБОТЕ 19-Й ВСЕМИРНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ



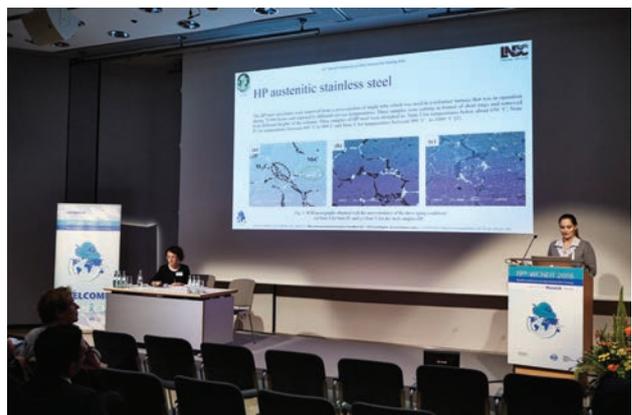
13 – 17 июня в Мюнхене состоялась Всемирная конференция по неразрушающему контролю (НК) и технической диагностике, которая явилась крупнейшим международным событием в области НК за последние 2 года. На рассмотрение 144 секций конференции было представлено 673 устных и 180 стендовых докладов, в которых были освещены новейшие теоретические и прикладные исследования в области НК на сегодняшний день.

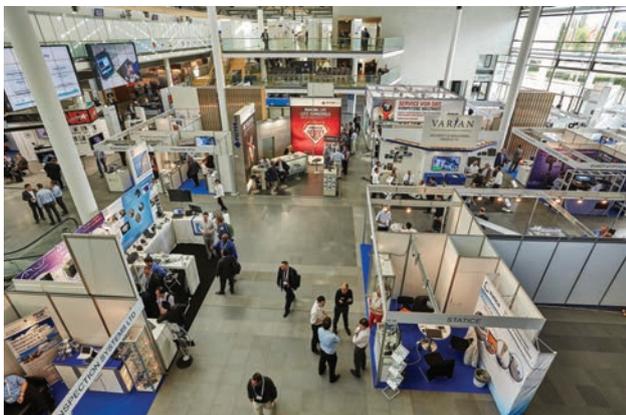


В мероприятии приняли участие 31 специалист из России, а также 27 коллег из Беларуси, Украины и Литвы. Российские доклады прозвучали в секциях по термографии, ультразвуковому, вихретоковому, акустическому, рентгенологическому методам контроля, методу магнитной памяти металла, контролю трубопроводов, контролю на объектах атомной отрасли, моделированию и обработке данных, обеспечению общественной безопасности, а также посвященных сертификации, квалификации и обучению персонала и других.

Мнение участника. Г.П. Батов, НУЦ «Качество»:

«Секция «Сертификация и квалификация персонала» проходила под модерацией РОНКТД. Первую часть секции вел член правления РОНКТД, руководи-





тель органа по сертификации «Контроль и диагностика» А.В. Муллин, а третью часть секции – член правления РОНКТД заместитель генерального директора НУЦ «Качество» Г.П. Батов.

Одним из ключевых вопросов, которые рассматривались на секции, была концепция дистанционного обучения. Доклады, относящиеся к этой тематике, демонстрировали разработанные учебные планы, материалы для подготовки, включающие в себя: наглядные пособия, тренажеры, имитирующие работу на оборудовании, текстовые материалы и системы для контроля усвояемости материала и времени, потраченного слушателем на изучение материала. Пример одного из самых технологичных подходов к дистанционному обучению представлен N. Harrar из Кембриджского университета в докладе о подготовке персонала по ультразвуковому контролю с применением фазированных решеток.

Сообщения вызвали дискуссии о приемлемости проведения дистанционной подготовки и возможности признания такой подготовки органами по сертификации персонала. Большинство участников дискуссий были солидарны в том, что такая подготовка может частично заменить теоретическую подготовку в учебном центре органа по сертификации, сократить время отрыва от производства специалистов и снизить командировочные расходы. Вопрос о частичной замене практической подготовки воспринимался негативно практически всеми участниками секции».

Важной частью мировой конференции стала выставка оборудования и технологий в области НК, на которой было представлено 273 экспонента.

Россия была представлена компаниями, являющимися признанными лидерами на внутреннем рынке и активно продвигающими свои технологии на международный, это «ИНТРОН ПЛЮС», «Акустические Контрольные Системы», «Энергодиагностика».



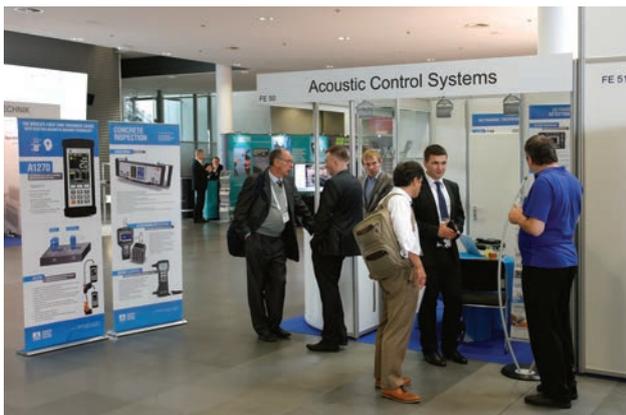
ВЫСТАВКИ, СЕМИНАРЫ, КОНФЕРЕНЦИИ



Мнение участника.

А.А. Дубов, ООО «Энергодиагностика»:

«Делегация специалистов ООО «Энергодиагностика» приняла активное участие в работе выставки с основной темой «Metal magnetic memory method – New Trend in NDT». На выставке были представлены новые приборы контроля по методу МПМ и их практические возможности с демонстрацией на образцах. В течение всех пяти дней работы конференции выставка привлекала внимание специалистов, и стенд «Энергодиагностика» посетили около 100 человек из Германии, Польши, Чехии, Индии, Канады, США, Китая, Украины и других стран. Большинство специалистов интересовали технология и оборудование для бесконтактной магнитометрической диагностики подземных участков трубопроводов.»



В рамках выставки была развернута масштабная деревня национальных сообществ НК – в ее состав вошло 36 стендов. Участникам конференции и посетителям выставки была предоставлена уникальная возможность встретиться в одном месте с представителями большинства мировых обществ НК. Организаторы 18-й Европейской конференции приглашали всех посетителей в Гетеборг в 2018 г. А Корейское общество НК представляло следующую мировую конференцию, которая пройдет в Сеуле в 2020 г.



ВЫСТАВКИ, СЕМИНАРЫ, КОНФЕРЕНЦИИ



На стенде РОНКТД была представлена информация обо всех направлениях деятельности общества. Повышенное внимание у посетителей вызвали Всероссийская конференция и Форум по НК, а также автоматизированная система обучения.

Российское общество по неразрушающему контролю и технической диагностике стало инициатором проведения «Русского баварского вечера», собравшего более 80 участников российской делегации, а также коллег и друзей из других стран. Мы благодарим представителей НУЦ «Качество», ЗАО «Синтез НДТ», ООО «Ньюком НДТ», ПА «Мега», ООО НПЦ «Эхо +», ООО «Константа», НИИИИ МНПО «Спектр», УН ИКЦ «СЭКТ», НУЦ «Контроль и диагностика», а также президентов национальных обществ НК Украины, Казахстана, Грузии, Беларуси и Азербайджана за отклик на наше предложение и прекрасную встречу.

В рамках 19th WCNDT традиционно прошли заседания генеральных ассамблей Международного комитета по НК (ICNDT), Европейской (EFNDT) и Азиатско-Тихоокеанской федераций (APFNDT) по НК. На генеральной ассамблее ICNDT была определена страна – хозяйка 21-й Мировой конференции по НК в 2024 г. Претендентами на проведение выступили Американское



ВЫСТАВКИ, СЕМИНАРЫ, КОНФЕРЕНЦИИ



общество НК (ASNT), которое представляло Майами, и Аргентинское общество НК, представляющее Буэнос-Айрес. В ходе тайного голосования с преимуществом в 7 голосов победил Буэнос-Айрес.

Большое внимание организаторы уделили неформальному общению участников во время гала-ужина и баварского вечера. Оба мероприятия были по-своему интересны и самобытны. На гала-ужине была создана атмосфера настоящего рок-фестиваля, проходящего на знаменитой Альянц-арене, а во время баварского вечера участники оказались на настоящем Октоберфесте.

Организаторы 19-й Всемирной конференции по неразрушающему контролю выражают признательность всем участникам мероприятия и передают эстафету проведения 20-й Всемирной конференции по неразрушающему контролю, которая состоится в Сеуле 8 – 12 июня 2020 г., Корейскому обществу по неразрушающему контролю (<http://www.wcndt2020.com/>).

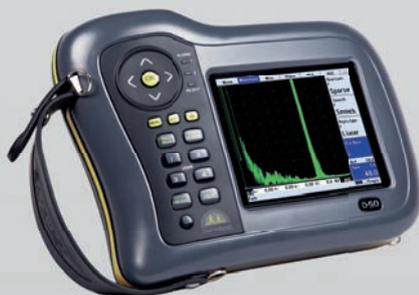
*Дирекция РО НК ТД
(Фотографии DGZfP, РО НК ТД)*



УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ ДЕФЕКТОСКОПЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Контроль сварных швов, основного металла, поковок, отливок,
составление карты коррозии, контроль композитов

SONATEST 500M/D50



- Частоты 1–20 МГц
- Развертка 5–5 000 мм (сталь)
- Слежение за акустическим контактом
- Встроенное ПО: АРУ, АРД, ВРЧ, DAC, AWS, API, В-скан
- Сенсорное управление
- Работа при t от –20 до +70 °С До 16 ч автономной работы
- Исполнение IP67
- Масса 1,7 кг, включая батарею

HARFANG PRISMA UT

*Ваша задача –
наше решение!*



SONATEST 700M/D70



- Частоты 0,5–35 МГц
- Развертка 1–20 000 мм (сталь)
- Слежение за акустическим контактом
- Встроенное ПО: АРУ, АРД, ВРЧ, DAC, AWS, API, В-скан
- DryScan для контроля композитов
- Работа с ЭМАП без контактной среды
- Амплитуда зондирующих импульсов до 450 В
- Работа при t от –20 до +70 °С До 16 ч автономной работы
- Масса 2,5 кг, включая батарею

Особенности:

- Работа с одноэлементным роликовым преобразователем
- Два независимых УЗ канала
- 3-D моделирование процесса контроля
- Запись всего объема полученных результатов в виде А-сканов
- Встроенное ПО для измерения размеров дефектов TOFD-методом
- Возможность работы с фазированными решетками в конфигурации 16:16, или 16:64
- Получение А, В и С-сканов в реальном времени
- Работа с ЭМАП на различных материалах (углеродистая и нержавеющая стали, алюминий, медь, титан)
- ПО Узкарта для моделирования процесса контроля всех типов сварных соединений и проведения обучения
- Получение автоматического отчета о результатах контроля

КОНТРОЛЬНО-ДИАГНОСТИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ НА МЕЖДУНАРОДНОЙ ВЫСТАВКЕ «КОМПОЗИТ – ЭКСПО 2016» и IV МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «НОВЕЙШИЕ ТЕХНОЛОГИИ КОНТРОЛЯ НТК-2016»



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

Контрольно-диагностическое оборудование на Международной выставке «КОМПОЗИТ – ЭКСПО 2016»



9-я Международная специализированная выставка «КОМПОЗИТ-ЭКСПО 2016» состоялась в Москве 17–19 февраля в выставочном комплексе «Крокус Экспо». В мероприятии приняли участие более 120 российских и зарубежных компаний.

Неметаллические материалы: пластмассы, резина, полиуретан, композиты получают все большее развитие и применение в авиационно-космической отрасли, судостроении, гражданском строительстве, на объектах ядерной и химической промышленности и т.д. Их использование в ряде случаев позволяет оптимально решать технологические проблемы, связанные с устранением коррозии, уменьшением

массы, улучшением физико-механических свойств и т.п.

На выставке российскими и иностранными компаниями достаточно полно были представлены инновационные технологии изготовления конструкций из современных композиционных материалов, производственное оборудование и образцы изделий.

В качестве примера можно привести российскую компанию ОАО «ЦНИИСМ», показавшую: стендовое входное устройство для испытаний турбореактивных двигателей, металлокомпозитный бак высокого давления, адаптер полезной нагрузки, спицы силового каркаса рефлектора космической антенны, а также возможности композитов в изде-

лиях ОПК. При формировании материала в основе используются углеродные либо стекловолоконные, пропитанные эпоксидным связующим. В других случаях применяют порошковые композиции для термореактивных пенопластов конструктивного назначения. А в последнее время ведутся перспективные разработки с применением нанокompозитов (АО «Ижевский электромеханический завод «Купол») для повышения прочности стеклопластиков, адгезионной прочности компаундов холодного отверждения, создания радиопоглощающих покрытий и материалов, а также реализации других многочисленных возможностей.

В любом случае качество готовых изделий оценивают различными испытаниями и применением приборов неразрушающего контроля и технической диагностики, основанных на различных физических методах: радиационных (рентгеновских), акустических (ультразвуковых), электромагнитных, тепловых и оптических. Данные методы и приборы традиционно демонстрируются на ежегодных международных выставках контрольно-диагностического оборудования [1–3].

Естественно, ряд компаний предложили разнообразное контрольно-измерительное и диагностическое оборудование для использования в производственных технологических процессах и испытаниях конечной продукции.

Так, компания «МЕЛИТЭК» представила целую линейку рентгеновских спектрометров и дифрактометров, оптико-эмиссионных спектрометров, анализаторов газов и элементов для проведения химического и структурного анализа. Например, новейший рентгенофлуоресцентный спектрометр S1 TITAN (в ручном исполнении) позволяет проводить быстрый и точный количественный анализ пластика, стекла и керамики при готовой калибровке типа Restricted Materials.

Рентгеновские дифрактометры модели D2 PHASER решают задачу анализа структуры веществ. Данное оборудование (от фирмы Bruker Materials) является весьма надежным и получило широкое признание. Все большее распространение находит материалогия с использованием оптико-цифровых микроскопов, например универсального инвертированного микроскопа GX71 (фирмы OLYMPUS), или электронных микроскопов, например модели Verios (компании FEI).

Востребованными остаются приборы измерения твердости материалов, в том числе композитов. Здесь компания «МЕЛИ-

ТЭК» предложила ряд модификаций классических твердомеров (от австрийской компании EM-COTEST) для стандартизованных измерений твердости по Роквеллу, Бринеллю, Виккерсу и Кнупу. В частности, вызвали интерес портативные твердомеры серии N4 для измерения твердости по Роквеллу.

Компания MILLAB, в свою очередь, показала возможности новых образцов оборудования известной фирмы Agilent Technologies, например ИК-Фурье-спектрофотометра «Аджилент» Cary 630 (для измерения оптических свойств жидких составов) и двух моделей гелиевых течеискателей для точного контроля герметичности объектов из композиционных материалов.



Портативный спектрометр 4300 Handheld FTIR (MILLAB)

Большое внимание организаторы выставки уделили испытательному оборудованию. Компания «МЕЛИТЭК» (от швейцарской фирмы Walter+bai ag) представила целый модельный ряд универсальных систем для испытания материалов: электромеханические и сервогидравлические испытательные машины, динамические многоцелевые испытательные системы, маятниковые копры, специальные испытательные машины, камеры для климатических испытаний и многое другое. Здесь же можно было увидеть высокочастотные резонансные испытательные системы RUMUL для усталостных испытаний.

На стенде ООО «ЭКСИТОН ТЕСТ» также можно было озна-

комиться с испытательными системами мировых производителей, это универсальные электро-механические или гидравлические машины с комплексным программным обеспечением NORIZON и новые современные видеоэкстензометры для бесконтактного измерения деформации образцов от компании Tinius Olsen, а также машины для испытания материалов на ползучесть, длительную прочность, релаксацию напряжения и деформации фирмы Applied Test Systems Inc. Такое разнообразие испытательной техники позволяет выбрать оптимальные варианты для любых, в том числе и специальных, испытаний при особых условиях.

Термический анализ полимеров приобретает все большее значение при тестировании современных композиционных материалов и их составляющих. Известная компания NETZSCH предложила комплексное решение DSC 214 Polyma для дифференциальной сканирующей калориметрии, позволяющей точно и быстро определять чистоту материалов и фазовые переходы в твердых телах.

Вызвали интерес современные технологии мониторинга отверждения полимеров путем измерения изменений в их диэлектрических свойствах. Прибор DEA 288 Epsilon позволяет точно определять параметры отверждения, контролируя изменения вязкости и степени отверждения термореактивных смол, клеев, красок, композиционных и других видов полимеров и органических веществ с помощью измерения изменений их диэлектрических свойств. Часто полимеры достигают максимальных эксплуатационных характеристик благодаря смешиванию с активными добавками. Такие добавки служат для целенаправленной корректировки морфологии или архитектуры полимера. С помощью прибора DEA 288 Epsilon можно быстро



Стенд и оборудование компании NEVA TECHNOLOGY

и надежно измерить эффективность ускорителей, ингибиторов, антиоксидантов, а также влияние наполнителей, что позволяет значительно сократить производственные затраты в процессе разработки новых материалов.

Существенное развитие получила шерография при неразрушающем контроле композитных материалов. Российская компания NEVA TECHNOLOGY показала мобильную установку для демонстрации возможностей шерографии. Шерография – это разновидность интерферометрических методов неразрушающего контроля (методов дефектоскопии), с помощью которого внутренние разрушения или дефекты компонентов могут быть выявлены посредством измерения и анализа поверхностных деформаций. Деформации образуются как ответная реакция внутренней структуры на некоторую внешнюю незначительную нагрузку. Совмещая полученные изображения объекта (например, соговой конструкции) в ненагруженном состоянии с изображением в нагруженном состоянии, можно определить изменение любой заданной точки изображения. При субмикронной чувствительности даже сравнительно невысокая нагрузка компонента (нагрев лампой накаливания в течение 1–2 с) приводит к одно-

значным результатам измерений при проведении неразрушающего контроля объекта. Данные системы позволяют своевременно обнаруживать такие дефекты материала, как нарушения сцепления, расслоения, воздушные пузыри, пористость, замятия заполнителя или включения инородных частиц.

Еще одним важным направлением диагностики материалов и конструкций является применение оптоволоконных систем высокоточных измерений, которые демонстрировались на стендах двух компаний: NEVA TECHNOLOGY и ФГУП «ВИАМ».



Стенд ФГУП «ВИАМ»

Чувствительным элементом оптоволоконных датчиков является оптическая решетка Брэгга. При прохождении света по оптоволокну происходит его частичное отражение от неоднородностей в сердечнике оптоволокна, т.е. от Брэгговской решетки.

Длина волны отраженного света кратна периоду неоднородностей в решетке. При деформации оптоволоконного датчика деформируется решетка Брэгга, изменяя период неоднородностей в решетке, и, как следствие, изменяется отраженная длина волны датчика. По величине изменения отраженной длины волны определяется величина относительной деформации. Из множества примеров практического применения можно назвать мониторинг нагрузок в реальном режиме времени и контроль формы крыльев самолета в режиме полета.

Компания ООО «Совмест АТЕ» (Курск) представила оборудование для измерений и неразрушающего контроля в виде стереомикроскопов, цифровых и промышленных микроскопов для проведения оптического контроля изделий из композиционных материалов. Цифровой микроскоп ShuttlePixP-400R (Япония, Nikon) позволяет получать высокое разрешение увеличенных изображений, а также захват изображений с расширенной глубиной фокуса. Кроме того, вызвали интерес системы рентгеноскопии и компьютерной томографии промышленного применения серии XT H Nikon.

В связи с этим в компании «Совмест АТЕ» создан **Центр технологий неразрушающего контроля**, одним из направлений которого стала 4D-томография. В отличие от традиционной компьютерной томографии, где образец должен находиться в статическом состоянии, на образец ока-



Стенд компании «Совмест АТЕ»



зываются различные воздействия с помощью специальной оснастки. Данная технология 4D-томографии позволяет воздействовать на образец, не повреждая его. Таким образом, становится возможным исследование процесса изменения материалов образца во времени.

Определенный интерес у посетителей выставки вызвал чешский портативный прибор ATLAS F-11 (фирма VÜTS, a.s.), предназначенный для динамич-

ного измерения и регулирования тягового усилия утка, основы и нити при производстве нитей и тканей разного назначения, что лежит в начале процесса изготовления большинства композиционных материалов.

Выставка показала перспективу и возможности развития производства современных композиционных материалов в целях их более широкого применения во всех отраслях промышленности.

Библиографический список

1. Матвеев В.И. Форум «Территория NDT – 2015» // Мир измерений. 2015. № 2. С. 55 – 61.
2. Матвеев В.И. «ЭКСПО КОНТРОЛЬ – 2015» // MEGATECH. 2015. № 2 – 33. С. 68 – 76.
3. Клюев В.В., Матвеев В.И., Артемьев Б.В. Выставки «Testing&Control – 2015» и «NDT Russia – 2015» // Приборы. 2015. № 12. С. 47 – 55.

IV Международная конференция

«Новейшие технологии контроля НТК – 2016»

6 апреля 2016 г. в Москве, в бизнес-центре «ИнфоПространство», «Группа компаний Остек» провела очередную конференцию по новейшим технологиям контроля. В первой половине дня прошло общее пленарное заседание по девяти актуальным темам, было рассказано об изменениях, произошедших в НТК за минувший год, представлены новые виды деятельности, в частности контроль геометрии тел вращения. После перерыва параллельно работали три секции, на заседаниях которых участники ознакомились с результатами работ в конкретных областях промышленности: в области материаловедения и металлооб-

работки, в нефтегазовой промышленности, электронике и микроэлектронике.

Вопросы обеспечения качества продукции являются ключевыми для повышения конкурентоспособности предприятий и требуют тщательной проработки на каждой стадии производственного процесса. Все более

жесткие требования, предъявляемые к качеству в приборостроении, машиностроении, на металлообрабатывающих производствах, более сложные задачи исследований в геологии и материаловедении бросают вызов традиционным методам контроля. Отвечая современным тенденциям, данная конферен-



Пленарное заседание

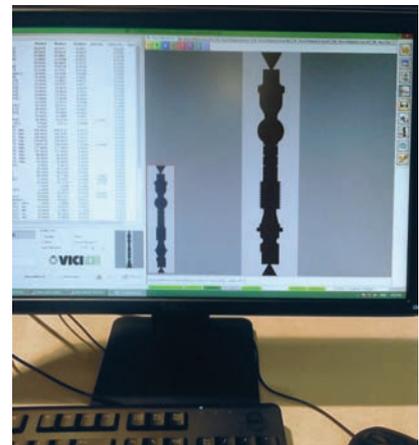


ция вышла на новый уровень, предложив к обсуждению не только вопросы рентгеноскопии и компьютерной томографии [1], но и новые технологии, в том числе лазерное 3D-сканирование, портативные беспроводные КИМ, оптические автоматические системы для измерения геометрии валов и др.

К началу 2016 г. усилиями «Остек» в России установлено более 100 рентгенотелевизионных систем и томографов различного типа. Рентгеновский контроль позволяет обнаруживать как поверхностные, так и внутренние дефекты, благодаря чему успешно применяется в самых разных отраслях промышленности: металлообработке, нефтегазовой сфере, электронике, материаловедении.

Компьютерная томография существенно расширяет возможности рентгеновского контроля и имеет колоссальный потенциал для проведения неразрушающих исследований во многих отраслях науки и промышленности. Уже доказана эффективность применения компьютерной томографии в металлообработке, литье, материаловедении, электронике, палеонтологии и ряде других отраслей. Компьютерная рентгеновская томография позволяет обнаруживать и измерять трехмерные микроскопические дефекты: трещины, поры и раковины. Оборудование на данной основе является эффективным инструментом для решения различных задач контроля в процессе производства, например при изготовлении деталей из пластиков, композитов, металлических отливок и прецизионных изделий (топливные форсунки и турбинные лопатки), изделий точной механики и электроники.

По теме **промышленной компьютерной томографии** в целом было заслушано и обсуждено 24 доклада. Речь шла о работе



Оптическая измерительная система

самых современных установок рентгеновского контроля и компьютерной томографии – v|tome|x c450, v|tome|x m300, x|cube XL225 и др. Особый интерес вызвали доклады Egbert J. Schache (General Electric) и В. Becker, S. Rumyantsev (Volume Graphics GmbH) о новом программном обеспечении для визуализации и анализа данных компьютерной томографии VGStudio-MAX 3.0 [2].

Рентгеновский контроль и компьютерная томография позволяют проводить контроль литья, форм и механических деталей с визуализацией и анализом пустот и включений, измерением линейных и угловых размеров, соосности, цилиндричности и толщины стенок.

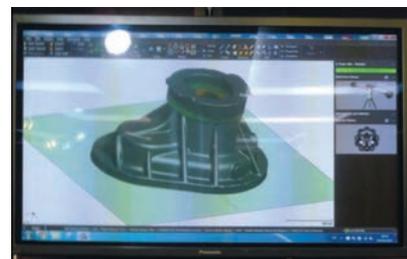
Также эффективен контроль электронных и электротехнических изделий, включая контроль печатных плат и компонентов, контроль качества пайки и выявление непропаев, оценку качества металлизации переходных отверстий и послойный анализ изделий. Метод также перспективен в исследовании пород, кернов и объемной микроструктуры об-

разцов с оценкой структуры образца, схем распределения различных фаз и литотипов, физических и петрофизических свойств пород и пористости. Перспективен и в палеонтологических исследованиях, искусствоведении и музейном деле для изучения ископаемых, расшифровки свитков и исследования предметов живописи.

В докладах обсуждались схемы установок рентгеновской инспекции и, прежде всего, установок компьютерной томографии. Приводились многочисленные наглядные результаты томографических исследований и измерений.

В направлении применения и развития автоматических **оптических измерительных систем** ViciVision также прозвучал ряд докладов об измерениях геометрических параметров деталей сложного профиля – валов различного назначения и сложных деталей плоской формы.

На фотографии приведены внешний вид манипулятора серии MTL (слева) и результат контроля тела вращения с отчетом о проведении измерений (справа). Так можно оценить про-



Оптический 3D-сканер

цесс инспекции геометрии распредвала с помощью MTL1 непосредственно в цеховых условиях.

Измеряемая деталь фиксируется в манипуляторе и вращается вокруг своей оси. Деталь освещается светодиодным осветителем, излучение которого преобразуется посредством оптической схемы в параллельный пучок света. Тень объекта анализируется с помощью линейной камеры, собранные данные обрабатываются компьютером с формированием отчета об измерениях. В полученных данных указаны точные размеры диаметра, длины, углов, радиусов, симметричность, параллельность, перпендикулярность, шаг и число витков резьбы, круглость, соосность, цилиндричность, биение и другие требуемые параметры. Повторяемость измерений находится в пределах 0,4 мкм.

Для контроля плоских деталей сложной формы разработана серия манипуляторов МТР, в них измеряемая деталь располагается на предметном столе, при этом возможна загрузка и одновременная проверка большого количества мелких деталей. Дополнительно возможно обнаружение признаков стачивания инструмента для свое-

временной корректировки работы обрабатывающего станка. Одна система позволяет осуществлять обслуживание большого парка станочного оборудования.

Значительное внимание было также уделено **оптическим 3D-сканерам**, осуществляющим технологии трехмерных измерений. Трекер C-Track отслеживает взаимное расположение сканера MetraSCAN и сканируемой детали, используя триангуляцию. C-Track выполняет привязку системы координат к объекту за счет определения размещенных на нем отражателей, что дает возможность свободно перемещать трекер, сканер и сам объект в пространстве в процессе сканирования.

ИК-светодиоды, используемые в трекере для подсветки отражателей, позволяют отстроиться от внешних источников освещения видимого диапазона и нивелировать их влияние на результаты сканирования.

Важными примерами высокоскоростного получения информации о поверхности исследуемого объекта являются 3D-модель внутреннего пространства самолета, форма хвостовой части самолета, а также панели приборов вертолета. Среди очень важных примеров применения данных технологий можно назвать контроль оснастки, первого изделия, контроль в сборочных операциях, качества продукции по-

ставщиков, анализ деформации и износа, выполнение обратного проектирования (реверс-инжиниринга) в целях создания параметрической 3D-модели существующего физического объекта.

Оба принципа оптического контроля наглядно демонстрировались в фойе бизнес-центра «ИнфоПространство» в реальных условиях на изделиях сложной формы.

Практическая часть конференции прошла 7 апреля на территории Центра технологий контроля Остек-СМТ, расположенного в г. Владимир. Там участники ознакомились с работой современного оборудования, приняли участие в мастер-классах, провели исследования собственных образцов.

Конференция вновь стала источником эксклюзивной информации о новейших технологиях контроля и площадкой для обмена опытом между специалистами отечественных предприятий, научными сотрудниками крупнейших вузов страны и представителями ведущих мировых производителей контрольно-измерительного оборудования.

Библиографический список

1. «Группа компаний Остек». URL: www.ostec-ct.ru
2. 4-я Международная конференция «Новейшие технологии контроля»: Тезисы докл. М.: ВЕСТА-ПРИНТ, 2016.



ИТОГИ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «ДИАГНОСТИКА ОБОРУДОВАНИЯ И ИЗДЕЛИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА МАГНИТНОЙ ПАМЯТИ МЕТАЛЛА»

Международная конференция «Диагностика оборудования и изделий машиностроения с использованием метода магнитной памяти металла» состоялась с 19 по 20 мая 2016 г. в Будапеште, Венгрия. Инициатором ее проведения были Венгерская ассоциация по неразрушающему контролю (MAROVISZ, Будапешт) и ООО «Энергодиагностика» (Москва, Россия) при спонсорстве Европейской федерации по неразрушающему контролю (EFNDT). Поддержку в организации конференции оказали Российское общество по неразрушающему контролю и технической диагностике (РОНКТД), Российское научно-техническое сварочное общество (РНТСО), Венгерская ассоциация сварки (MAHEG) и Венгерская ассоциация по контролю материалов (MAE).

В работе конференции приняли участие специалисты из Аргентины, Венгрии, Германии, Индии, Индонезии, Литвы, Монголии, Омана, Польши, России, Словакии, Финляндии, Чехии.

На конференции были заслушаны доклады по следующим темам:

- Физические основы метода магнитной памяти металла (МПМ). Экспериментальные исследования физико-механических свойств металлов с использованием метода МПМ;
- Магнитоупругий, магнитомеханический эффекты и доменные структуры;
- Бесконтактная магнитометрическая диагностика подземных трубопроводов, основанная на методе МПМ;





- Оценка напряженно-деформированного состояния оборудования и конструкций;
- Контроль качества изделий машиностроения по структурной неоднородности и остаточным напряжениям;
- Опыт применения метода МПМ при контроле и оценке ресурса трубопроводов, оборудования и конструкций;
- Критерии предельного состояния металла при оценке остаточного ресурса;
- Использование метода МПМ в соответствии с инструкциями по эксплуатации и в системах управления качеством;
- Обучение персонала по методу МПМ и в области контроля напряженно-деформированного состояния и технической диагностики;
- Итоги развития метода МПМ в Европе, России и других странах.

Всего было заслушано 20 докладов ученых и практиков. Среди докладчиков пленарной сессии были:

- **Dr. Péter Trampus**, профессор, президент EFNDT, Венгрия;
- **Dr. Anatoly Dubov**, профессор, генеральный директор ООО «Энергодиагностика», Россия;
- **Gerd Dobmann**, профессор, старший научный консультант, Германия;
- **Dr. Gábor Vértesy**, профессор Центра энергетических исследований Венгерской академии наук.

После всех презентаций прошли интенсивные дискуссии.

В связи с расширением числа стран, в которых получила распространение технология НК на основе метода МПМ (35 стран по состоянию на май 2016 г.), а также с возрастающей потребностью в подготовке и сертификации персонала предложено включить Программу подготовки специалистов по методу МПМ в документ ISO/TR 25107.

Общим было мнение участников конференции о необходимости дальнейшего практического внедрения метода МПМ как эффективного метода ранней диагностики металла и сварных соединений сосудов, трубопроводов и прочего оборудования различного промышленного назначения, продолжение теоретических и экспериментальных исследований для совершенствования метода и критериев контроля. Участники конференции из Аргентины, Венгрии, Германии, Индии, Индонезии, Литвы, Монголии, Омана, Польши, России, Словакии, Финляндии, Чехии предложили включить метод МПМ в перечень методов НК, по которым выполняется сертификация специалистов в соответствии с Международным стандартом ISO 9712, и организовать международную группу специалистов по методу МПМ в рамках Международного комитета неразрушающего контроля (ICNDT).

Предложено направить данную резолюцию в ICNDT и в Международный комитет ISO ТК-135.



ВЫСТАВКИ, СЕМИНАРЫ, КОНФЕРЕНЦИИ

ОСОБЕННОСТИ АТТЕСТАЦИИ СПЕЦИАЛИСТОВ, ПРОВОДЯЩИХ АКУСТИКО-ЭМИССИОННЫЙ КОНТРОЛЬ ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ, В СООТВЕТСТВИИ С ПБ 03-440-02

«ПРАВИЛА АТТЕСТАЦИИ ПЕРСОНАЛА В ОБЛАСТИ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ»



БЫСТРОВА
Наталья Альбертовна

Д-р техн. наук, руководитель



ТРАВКИН
Андрей Александрович

Канд. техн. наук, заместитель
руководителя

Подразделение «СертиНК» ФГАУ «НУЦСК
при МГТУ им. Н.Э. Баумана», Москва

В настоящее время наблюдается интенсивное развитие метода акустической эмиссии. Метод акустической эмиссии — пассивный метод неразрушающего контроля — основан на регистрации ультразвуковых колебаний, излучаемых самим дефектом, предназначенный для обнаружения дефектов в конструкции, влияющих на показатели надежности эксплуатируемого объекта.

Развитие метода акустической эмиссии обусловлено преимуществами акустико-эмиссионной диагностики по сравнению с другими методами неразрушающего контроля, например метод обладает высокой чувствительностью. Акустико-эмиссионный контроль регистрирует не факт наличия дефекта, а факт его роста, поэтому размер дефекта не является определяющим с точки зрения чувствительности. Вторая особенность метода заключается в возможности контроля всей конструкции без перемещения преобразователей. Данное преимущество значительно снижает трудозатраты на проведение технического обследования конструкции и делает метод безальтернативным при техническом диагностировании крупногабаритных, протяженных объектов. Третье преимущество акустико-эмиссионной диагностики заключается в регистрации только разви-

вающихся дефектов, что дает возможность классифицировать дефекты по склонности их к развитию и, как следствие, по степени их опасности.

К недостаткам метода акустической эмиссии следует отнести сложность выделения полезного сигнала из помех и необходимость механического нагружения контролируемой конструкции. Сигналы акустической эмиссии, излучаемые дефектами, по своей природе относятся к шумоподобным сигналам. Для реализации механизма выделения полезных сигналов из помех используется достаточно сложный математический аппарат и приборная база. Кроме того, отфильтрованные сигналы от дефектов подлежат дальнейшей обработке, задачей которой является оценка по параметрам сигналов акустической эмиссии степени опасности дефекта. Такая обработка проводится специалистом в большинстве случаев в режиме нагружения объекта, которое, достигая при акустико-эмиссионных испытаниях значительных превышений рабочих нагрузок, может привести к катастрофическому разрушению объекта контроля.

Указанные недостатки метода обуславливают повышенные требования к квалификации специалистов, проводящих акустико-эмиссионную диагностику. Специалист, выполняющий акустико-эмиссионный контроль, должен, используя достаточно сложное программное обеспечение, в режиме реального времени в процессе нагружения объекта быстро выделить полезные сигналы из помех, по параметрам этих сигналов определить степень опасности дефекта, являющегося источником данных сигналов, и предотвратить катастрофическое разрушение объекта контроля в случае развития активных источников акустической эмиссии. Высокая квалификация специалиста по акустико-эмиссионному контролю обеспечивает не только достоверность полученных результатов акустико-эмиссионной диагностики, но и безопасность акустико-эмиссионных испытаний.

В настоящее время наблюдается увеличение количества аварий, происходящих во время акустико-эмиссионных испытаний. К сожалению, большинство катастрофических разрушений конструкции при проведении акустико-эмиссионной диаг-

ностики вызвано низкой квалификацией специалистов, проводящих акустико-эмиссионные испытания, что делает вопрос о качестве подготовки специалистов акустико-эмиссионного контроля особенно актуальным.

В соответствии с документом ПБ 03-440-02 «Правила аттестации персонала в области неразрушающего контроля» только специалист, аттестованный на II уровень квалификации, имеет право самостоятельно выполнять неразрушающий контроль и делать выводы по полученным результатам.

Аттестация специалистов в области неразрушающего контроля проводится в независимых органах по аттестации персонала. Аттестация включает в себя предварительную подготовку в объеме не менее 80 ч и сдачу квалификационного экзамена. Кроме того, документом ПБ 03-440-02 предусмотрено наличие у кандидата в специалисты неразрушающего контроля предварительного производственного опыта в размере не менее 12 мес. для аттестации на II уровень квалификации.

Таким образом, процесс аттестации специалистов в области неразрушающего контроля выглядит следующим образом: кандидат в специалисты неразрушающего контроля, работая в своей организации, участвует в проведении операций неразрушающего контроля в качестве стажера, приобретает знания и умения. Получив необходимый производственный опыт, кандидат направляется на аттестацию в независимый орган по аттестации персонала, где подтверждает свою квалификацию. Такой подход вполне обоснован, так как обучить специалиста, не имеющего предварительных навыков работы, самостоятельно проводить акустико-эмиссионный контроль реальных объектов в течение 80 ч не представляется возможным.

В реальных условиях процедура аттестации специалистов в области неразрушающего контроля отличается от процедуры, предусмотренной нормативными документами. Руководителям лабораторий неразрушающего контроля, организаций, выполняющих работы по неразрушающему контролю, с финансовой точки зрения не выгодно держать в штате стажера, выплачивать ему заработанную плату за то, что он нарабатывает производственный опыт, но не приносит при этом конкретной прибыли. Поэтому руководители лабораторий, организаций, выполняющих работы по неразрушающему контролю, подменяя слово «аттестация» словом «обучение», направляют специалистов, не имеющих опыта проведения работ по неразрушающему контролю, в независимые органы по аттестации персонала для получения квалификационного удостоверения.

В таких ситуациях независимый орган по аттестации персонала обязан отказать специалисту в аттестации. На практике же всегда найдется независимый орган, приоритетом для которого является получение прибыли, и такой независимый орган предоставляет возможность аттестации специалистов без

предварительного производственного опыта. Возможность аттестации специалистов в области акустико-эмиссионного контроля без производственного опыта во многом обуславливает увеличение количества аварий на опасных производственных объектах в процессе акустико-эмиссионных испытаний.

Несмотря на то что аттестацию специалистов в области неразрушающего контроля следует рассматривать не как процедуру обучения, а как процесс подтверждения уровня компетентности специалиста, в рамках аттестации предусмотрена предварительная подготовка, включающая в себя практический и теоретический курсы.

Теоретический курс подготовки по акустико-эмиссионному методу должен быть построен в соответствии с типовой программой подготовки и освещать основные вопросы, касающиеся физических основ акустико-эмиссионного контроля, принципов построения акустико-эмиссионной аппаратуры и технологии проведения акустико-эмиссионной диагностики конкретных опасных производственных объектов. Теоретический курс должен быть рассчитан на специалистов, имеющих предварительные знания в области акустико-эмиссионного контроля.

Особое внимание при подготовке специалистов необходимо уделять практическому курсу. Несмотря на то что многие акустико-эмиссионные системы способны в автоматическом режиме выполнять предварительные операции при проведении акустико-эмиссионного контроля, для понимания физической сущности процессов в рамках практической подготовки полезна отработка кандидатами в специалисты операций: по расстановке преобразователей, измерению уровня шумов, построению кривой затухания, измерению скорости распространения ультразвуковых волн, калибровке преобразователей на реальных объектах и конструкциях. Так как проведение работ по акустико-эмиссионной диагностике в значительной степени зависит от программного обеспечения акустико-эмиссионной аппаратуры, то практические занятия не следует привязывать к конкретному типу акустической системы. Независимый орган по аттестации персонала должен располагать несколькими типами систем акустической эмиссии или иметь возможность организовать практические занятия, используя аппаратуру заказчика.

Для выработки у кандидатов в специалисты навыков проведения обработки и анализа данных акустико-эмиссионного контроля независимый орган по аттестации должен иметь базу данных по типовым источникам акустической эмиссии. Демонстрация параметров сигналов акустической эмиссии от процесса роста трещины, пластической деформации, процесса истечения жидкости или газа через сквозное отверстие формирует у специалистов систему классификации источников акустической эмиссии, а раскрытие зависимости параметров сигнала от типа источника вырабатывает поря-

док действий при обнаружении того или иного источника акустической эмиссии.

После прохождения предварительной подготовки кандидат в специалисты акустико-эмиссионного контроля сдает практический экзамен, в рамках которого аттестуемый должен продемонстрировать достаточные знания и навыки для получения достоверных данных по результатам акустико-эмиссионных испытаний. Для этого необходимо предоставить кандидату возможность выполнить самостоятельно следующие операции:

- выбор графика нагружения;
- определение акустических свойств материала и контролируемого объекта, включая необходимые для выполнения АЭ-контроля скорости и коэффициенты затухания волн;
- выбор схемы расположения преобразователей акустической эмиссии и определение количества антенных групп;
- проверку работоспособности АЭ-аппаратуры и калибровку каналов;
- регистрацию, идентификацию и минимизацию шумов;
- локацию источников акустической эмиссии;
- определение степени опасности источника в режиме реального времени в процессе нагружения объекта контроля;
- обработку и анализ данных по результатам испытаний;
- классификацию источников АЭ и оценки результатов контроля.

Способность выполнять отдельные операции кандидат может продемонстрировать только при проведении АЭ-контроля реального объекта (сосуда, трубопровода). В отличие от активных методов контроля (ультразвуковой, радиационный, магнитный и пр.) в данном случае должен использоваться образец с развивающимся в процессе нагружения дефектом. То есть необходимо, во-первых, обеспечить нагружение объекта контроля, а во-вторых, локальную перестройку кристаллической структуры материала объекта контроля в процессе нагружения. При этом, так как речь идет о паспортизованном экзаменационном образце, необходимо управлять как типом источника АЭ, так и условиями его срабатывания.

Реализовать это можно, только используя образец с имитаторами источников АЭ. В качестве имитаторов применяются стационарно расположенные внутри объекта контроля преобразователи АЭ, каждый из которых подключен к отдельному генератору импульсов. Блок с генераторами импульсов доступен экзаменатору, который может отключить один или несколько имитаторов или с помощью генератора импульсов задать определенные характеристики генерируемым в объект контроля сигналам.

В процессе сдачи практического экзамена кандидат на аттестацию получает исходные данные на объект контроля и оборудование для проведения

контроля. Задачами кандидата на первом этапе являются выбор параметров и режимов контроля, разработка технологической карты, расстановка преобразователей АЭ на объекте контроля и проведение предварительных операций. Кандидат разрабатывает программу нагружения, в соответствии с которой «виртуально» проводится нагружение объекта контроля. Источники АЭ включаются только при достижении определенного давления и времени выдержки, т.е. если схема нагружения выбрана неверно, источники АЭ могут не сработать. Основной задачей кандидата является определение степени опасности обнаруженного источника в режиме реального времени в процессе нагружения объекта контроля и определение по результатам испытаний координат и типа (дискретный, непрерывный) работающих источников АЭ. Организация проведения акустико-эмиссионного контроля реального объекта позволяет оценить уровень подготовки кандидата в специалисты акустико-эмиссионного контроля.

Проверка наличия у аттестуемого навыков обработки данных акустико-эмиссионного контроля, умения реализовывать различные схемы фильтрации и проводить классификацию источников акустической эмиссии осуществляется при работе кандидата над экзаменационным образцом, представляющим собой файл данных акустико-эмиссионного контроля. Расшифровка файла данных акустико-эмиссионного контроля проводится в программе постобработки, и основными задачами кандидата при проведении расшифровки являются выделение полезных сигналов из общего массива сигналов, сопровождающих акустико-эмиссионный контроль, и классификация источников акустической эмиссии.

Выводы

- Акустико-эмиссионный контроль — не только сложный, наукоемкий, но и опасный метод, при проведении которого возможно катастрофическое разрушение объекта.
- Безопасное проведение акустико-эмиссионных испытаний во многом определяется квалификацией персонала, проводящего акустико-эмиссионную диагностику.
- Независимым органам по аттестации персонала следует выработать жесткую политику по выполнению требований, касающихся наличия у кандидатов в специалисты производственного опыта в части проведения акустико-эмиссионного контроля.
- При организации предварительной подготовки специалистов в области акустико-эмиссионной диагностики особое внимание следует уделять практическому курсу, используя при этом отработку операций по проведению акустико-эмиссионного контроля реальных конструкций и анализу файлов данных, полученных от типовых источников акустической эмиссии. ■

+7 (499) 267-34-56

WWW.SERTINK.RU



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
АВТОНОМНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«НАУЧНО-УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР
«СВАРКА И КОНТРОЛЬ»
ПРИ МГТУ ИМ. Н.Э. БАУМАНА»**

ОБЛАСТЬ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ:

▶ **Аттестация/сертификация:**

- персонала в области неразрушающего контроля (по российским и международным стандартам);
- специалистов технической диагностики и технического надзора

▶ **Дополнительная аттестация специалистов НК, работающих на объектах ОАО «АК «Транснефть»**

▶ **Повышение квалификации по направлениям:**

- техническое диагностирование;
- неразрушающие методы контроля металлов и сварных соединений;
- радиационная безопасность при эксплуатации радиационных источников;
- охрана труда и др.

▶ **Аттестация лабораторий неразрушающего контроля**

▶ **Аккредитация испытательных лабораторий и экспертных организаций**

▶ **Энергоаудит**

▶ **Дополнительное профессиональное образование для специалистов:**

- службы по контролю за бурением скважин;
- по расчету остаточного ресурса;
- по техническому диагностированию;
- по методам НК.

▶ **Специальная оценка условий труда в соответствии с Федеральным законом от 28 декабря 2013 года № 426-ФЗ**

▶ **Проведение неразрушающего контроля и технического диагностирования**



**В ЛЮБОЙ ДЕНЬ И В ЛЮБОЙ ЧАС
«СЕРТИНК» АТТЕСТУЕТ ВАС!**



ЛИЧНЫЙ ОПЫТ СДАЧИ ЭКЗАМЕНОВ НА III КВАЛИФИКАЦИОННЫЙ УРОВЕНЬ СПЕЦИАЛИСТА НК В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ SNT-TC-1A



БАТОВ Георгий Павлович

Канд. техн. наук, зам. генерального директора по научной деятельности, НУЦ «Качество», Москва

Система сертификации SNT-TC-1A была разработана в 1968 г. и является первой системой сертификации персонала НК. В отличие от систем сертификации, появившихся позже и ориентированных на сертификацию третьей стороной (органом по сертификации), SNT-TC-1A – система сертификации персонала работодателем и предусматривает сертификацию персонала НК для конкретных нужд работодателя. Система SNT-TC-1A широко распространена среди организаций, производящих и выполняющих ремонт бурового оборудования, трубопроводов и котельного оборудования. Из-за снижения курса рубля и осложнения отношений с зарубежными партнерами приглашать зарубежные компании для проведения сертификации персонала в соответствии с требованиями SNT-TC-1A стало очень дорого и часто невозможно. Эти факторы и сформировали потребность предприятий в сертификации персонала российским органом по подготовке сертификации персонала в соответствии с требованиями SNT-TC-1A.

Особенность процедуры сертификации SNT-TC-1A состоит в том, что ответственный специалист уровня III (Responsible level III) разрабатывает процедуру сертификации персонала (written practice), специфичную для конкретных задач работодателя. При этом он может как принимать экзамены сам, так и назначать себе ассистентов по методам НК. Специалистом III уровня может являться как

специалист организации, так и привлеченное лицо или организация – поставщик услуг, квалификация которого проверена соответствующим образом. Существует много трактовок слов «соответствующим образом» и спекуляций с их помощью. Поэтому для проверки знаний создана центральная сертификационная комиссия ASNT.

Для того чтобы НУЦ «Качество» мог проводить подготовку и прием экзаменов по всем правилам SNT-TC-1A, в РФ было принято решение пройти процедуру сертификации в центральной комиссии. Экзамены проводятся на территории США и обычно совмещены по датам с конференциями ASNT (выходные перед началом конференции). Таким образом, любой специалист из Америки может приехать и сдать экзамены, не отпрашиваясь с работы и не пропуская рабочих дней.

Специалисты НУЦ «Качество» ежегодно посещают конференции ASNT в целях ознакомления с новейшими разработками в области технологий НК. Надо отметить, что у американских коллег есть что позаимствовать. В системе ASNT-TC-1A представлено 30 методов НК, и даже те методы, которые хорошо известны в РФ, обладают более широкой областью применения. Так, например, вихревой контроль используется для обнаружения дефектов на глубине до 8 мм и позволяет опре-



Г.П. Батов выступает с докладом на 25-м научном симпозиуме ASNT, апрель 2016 г.

делять глубину их залегания. В целях экономии времени и средств было решено совместить сдачу экзаменов и посещение конференции.

Для подготовки к экзаменам были приобретены учебные пособия ASNT. Они представляют собой очень качественный материал для подготовки, хорошо систематизированный и доступно изложенный на английском языке.

Заполнение заявления на сертификацию оказалось не столь простым пунктом, как предполагалось, так как помимо привычных заявочных документов необходимо было предоставить копии заключений по результатам контроля, составленных кандидатом на английском языке в соответствии с требованиями американских стандартов.

Экзаменационная сессия, в которой участвовал автор данной статьи, проходила в Новом Орлеане. Все экзамены ASNT идут на английском языке, с собой в аудиторию можно принести только книжный вариант словаря без пометок на полях. Калькулятор и карандаш выдают ассистенты экзаменатора.

Экзамен на III уровень специалиста НК был разбит на две части:

- первая часть — базовый экзамен, состоящий из 145 вопросов и разделенный на 3 части: материаловедение, методы НК, применяемые в ASNT, положения системы ASNT-TC-1A;
- вторая часть — экзамен по конкретному методу НК. Он состоит из разного количества вопросов в зависимости от метода контроля (от 90 до 145 вопросов) и делится на следующие части: теоретические основы метода, оборудование и материалы, технологии контроля и калибровка оборудования, интерпретация результатов, нормативные документы.

В процессе сдачи экзамена автор статьи столкнулся с рядом проблем.

- Первой проблемой оказалась необходимость перевода экзаменационных материалов, перегруженных техническими терминами и сленгом. Например «Pig iron» — это чугун, а не то, что может получиться при дословном переводе. Описание многих вопросов занимало полстраницы, а справочные материалы по технологии контроля содержали 20–30 страниц, и 4 ч времени, выделяемые на подготовку, пролетали, по ощущениям, за считанные минуты, времени не хватало катастрофически.
- Базовый экзамен оказался очень сложным, вопросы были очень разными, например, каким способом литья изготавливают тройник для газопровода диаметром 1000 мм или из какого материала лучше изготовить резец для станка до расчета напряженного состояния в изделии (причем в фунтах на квадратный дюйм). Все исходные данные представлялись в фунтах и дюймах, пересчет отнимал время, которого и так не хватало.



Делегация НУЦ «Качество» на 25-м научном симпозиуме ASNT, апрель 2016 г.



Сертификат Г.П. Батова (ASNT level 3) по тепловому, магнитному и капиллярному методам контроля

- Экзамены по методам содержали техники контроля, не применяемые в России, или, наоборот, сильно ограничивающие область применения существующих в РФ техник. Например, в магнитном контроле запрещено применять постоянные магниты с сухим порошком.

Экзаменационные ответы были упакованы в конверт и отправлены в штаб-квартиру ASNT, г. Колумбус. Ожидание, продлившееся 6 недель, окончилось радостным сообщением об успешной сдаче экзамена. Подлинность сертификата можно проверить на сайте ASNT (https://www.asnt.org/MajorSiteSections/Certification/Certificate_Holders.aspx) номер сертификата Г. Батова 216058.

ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ADVANCED NDT В КАЗАХСТАНЕ. ОПЫТ РАБОТЫ GE INSPECTION TECHNOLOGIES И КАНКТД



ЕРМАКОВ Евгений Леонидович

Канд. физ.-мат. наук,
начальник НТЦ неразрушающих
методов контроля и испытаний
(НТЦ НМКИ), Институт ядерной физики
Министерства энергетики Республики
Казахстан, Алматы

Радиографический контроль является одним из основных методов неразрушающего контроля в промышленности. Однако классическая (пленочная) радиография имеет ряд недостатков, это временные и финансовые затраты на обработку пленки, влияние человеческого фактора на конечный вид рентгенограммы, т.е. появление артефактов, а также сложность при оцифровке полученных результатов контроля, если требуется получить цифровой архив сохраняемых рентгеновских пленок.

Для внедрения технологий Advanced NDT в области рентгеновской цифровой радиографии с применением плоскопанельных детекторов RT (DRT) в Казахстане республиканская отраслевая ассоциация КАНКТД более двух лет совместно с ТОО KPD-NDT, представителем GE Inspection Technologies в Казахстане, готовили Программу подготовки и сертификации специалистов по DRT: внедряли сертификацию специалистов по требованиям ISO 9712–2012 по RT; гармонизировали стандарты по DRT; выбирали самые продвинутые технологии и оборудование. Выбор был сделан в пользу GE Inspection Technologies.

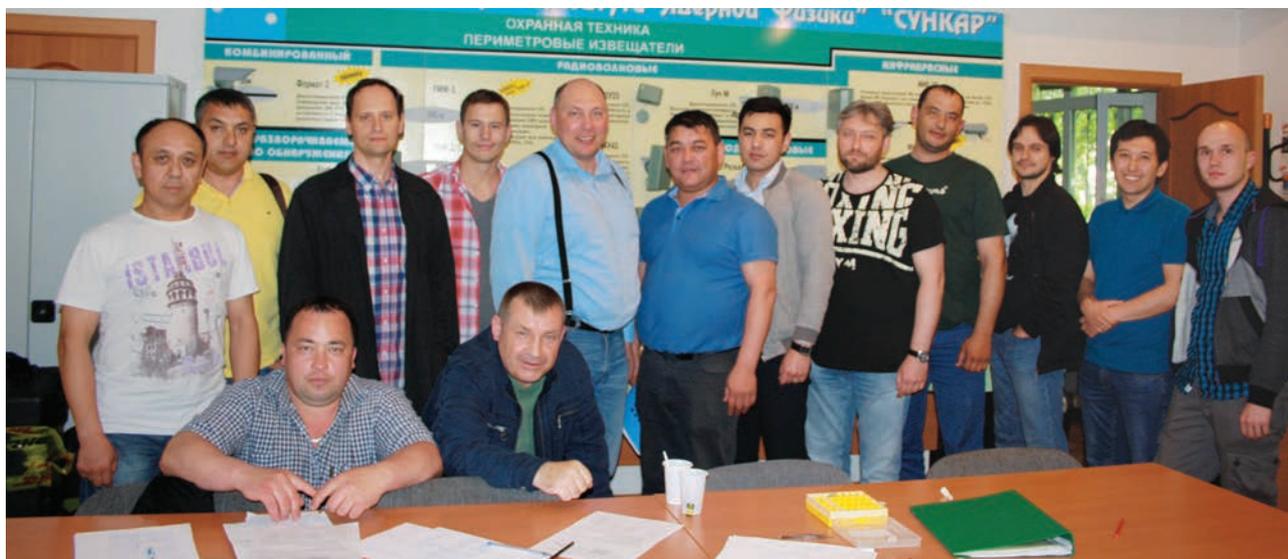
GE Inspection Technologies является лидером по инновационным разработкам в сфере передовых технологий измерения, неразрушающих испытаний и контроля состояния с использованием датчиков. Оборудование, которое GE Inspection Technologies предлагает заказчикам для оснащения их наиболее ответственных объектов, обеспечивает высокий уровень точности, производительности и безопасности при применении в широком ряде отраслей промышленности, таких как нефтегазовая, энергетическая, аэрокосмическая, металлургическая и транспортная. Головной офис компании GE Inspection Technologies расположен в районе Большого Бостона (США), а сама компания насчитывает более 40 объектов в 25 странах мира и входит в состав GE Oil & Gas.

Партнер КАНКТД по проекту, GE Inspection Technologies, предоставил на практические и экзаменационные занятия новые плоскопанельные детекторы DXR250C-W и DXR250U-W, предназначенные для работы в заводских и наиболее суровых полевых условиях. Использование таких детекторов позволяет получать цифровое изображение непосредственно в процессе проведения экспозиций и минимизировать время контроля.

Несмотря на то что данное оборудование, прежде всего, предназначено для промышленных предприятий, оно вызывает огромный интерес у сервисных компаний Казахстана, работающих на



Практическое занятие по программе подготовки и сертификации специалистов по DRT



Участники Программы подготовки и сертификации специалистов по DRT

строительных площадках крупнейших инвестиционных проектов на Каспии.

Новые детекторы просты в эксплуатации, устойчивы, герметичны с классом защиты (IP65) и могут поставляться в исполнении с высокопрочным корпусом. Кроме того, компания GE предлагает полный набор вспомогательного оборудования промышленного назначения, в том числе источник питания, электронное устройство защиты, комплекты соединительных кабелей, футляры для транспортировки и фильтры для оптимизации работы в сложных полевых условиях.

Кооперация НТЦ НМКИ Института ядерной физики Министерства энергетики Республики Казахстан с ТОО KPD-NDT позволила разработать Программу по подготовке специалистов, ранее прошедших сертификацию по требованиям ISO 9712–2012 на II и III уровни RT, на расширение применения DRT. По итогам обучения по данной

программе была организована аттестация специалистов совместно с GE Inspection Technologies, в результате которой были сертифицированы в системе независимой отраслевой сертификации специалисты казахстанских и российских компаний.

На практическом курсе участники программы получили возможность самостоятельно опробовать в работе плоскопанельные детекторы типа DXR250C-W и DXR250U-W при проведении контроля сварных соединений с использованием рентгеновского и гамма-источников ионизирующего излучения.

Участники программы убедились в том, что цифровая радиография, используя основы теоретической радиографии, на практике имеет свои, отличные от пленочной радиографии, особенности при определении параметров экспозиции и оценке качества контроля.

Было отмечено, что цифровая радиография с использованием плоскопанельных детекторов подходит для контроля однотипных объектов. Существенно сокращаются временные затраты, связанные с обработкой пленки.

Технологии Advanced NDT медленно, но верно выходят на рынок оказания услуг НК в Казахстане. Совместные программы по подготовке и сертификации специалистов с компаниями – разработчиками технологий и оборудования позволяют местным сервисным компаниям расти и конкурировать с иностранными фирмами.

ОЮЛ «Казахстанская ассоциация неразрушающего контроля и технической диагностики» (КАНКТД) и в дальнейшем заинтересована в проведении совместных программ в целях повышения квалификации местных специалистов и продвижения технологий на рынок Республики Казахстан. ■



Презентация материалов по цифровой радиографии представителя GE А. Устинова

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ВИХРЕТОКОВАЯ СИСТЕМА ELO 3T ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОБОЛОЧЕК ТВЭЛОВ



МАРЧЕНКО
Виктор Григорьевич
Руководитель группы технологического контроля
АО «НЗХК-Инжиниринг», Новосибирск



НОРЧЕНКО
Юрий Григорьевич
Ведущий инженер группы технологического контроля
АО «НЗХК-Инжиниринг», Новосибирск



СЕМЕРЕНКО
Алексей Владимирович
Руководитель отдела средств НК и ТД,
ООО «Панатест», Москва



ЧАЩИН
Сергей Борисович
Начальник конструкторского бюро неразрушающих средств контроля
АО «НЗХК-Инжиниринг», Новосибирск

Главным конструктивным элементом активной зоны гетерогенного ядерного реактора является тепловыделяющий элемент (ТВЭЛ). В ТВЭлах происходит деление тяжелых ядер ^{235}U , ^{239}Pu или ^{233}U , сопровождающееся выделением тепловой энергии, которая затем передается теплоносителю. ТВЭлы состоят из топливного сердечника, оболочки и концевых деталей.

К качеству ТВЭлов, используемых в реакторе, предъявляются очень жесткие требования. ТВЭлы энергетических реакторов должны быть тщательно обследованы и испытаны до установки в тепловыделяющую сборку, чтобы обеспечить правильную работу реактора, его безопасность.

Один из основных параметров, определяющих технические характеристики ТВЭлов, — целостность оболочки, так как именно она является главной частью защиты теплоносителя и окружающей среды от попадания продуктов деления. Наибольшее распространение в энергетических реакторах получили оболочки трубчатого типа, изготавливаемые из сплавов циркония или нержавеющей стали.

Оболочки ТВЭлов находятся в сложных условиях эксплуатации. Они подвергаются тепловому, химическому и механическому воздействию. В современных методах дефектоскопии ТВЭлов и тепловыделяющих сборок широко используется вихретоковый метод.

Дефекты, обнаружение которых является целью испытаний, можно разделить на три группы:

1) первичные дефекты, возникшие в процессе производства материала. К ним относятся изменения химического состава, поверхностные и внутренние трещины;

2) дефекты, обусловленные технологическим процессом изготовления реакторных деталей (получение заготовки, механическая обработка и термообработка). К этим дефектам относятся пористость, разрывы, трещины;

3) дефекты, возникшие при сборочных операциях.

По заказу одного из отраслевых предприятий компанией АО «НЗХК-Инжиниринг» была разработана автоматизированная вихретоковая установка для контроля трубчатых оболочек ТВЭлов.

ТЗ заказчика содержало следующие требования:

- длина контролируемых труб 4000 ± 2 мм;
 - диаметр $9,10 \pm 0,04$ мм;
 - скорость перемещения труб через позицию контроля 180 ± 10 мм/с.
- Вероятность выявления искусственных дефектов глубиной 0,05 мм должна составлять:
- продольной риски протяженностью 3 мм с углом раскрытия 90° — не менее 0,95;
 - поперечной риски протяженностью 3 мм с углом раскрытия 90° — не менее 0,95;
 - сферической вмятины радиусом 10 мм — не менее 0,95.



Рис. 1. Электронный блок вихретоковой системы ELO 3T

В качестве электронного блока установки был выбран высокоскоростной вихретоковый дефектоскоп модульного типа ELOTEST PL500 производства фирмы Rohmann, Германия (рис. 1).

Технические характеристики вихретокового дефектоскопа модульного типа ELOTEST PL500 (Rohmann, Германия):

- 16 слотов для функциональных модулей различного назначения — измерения, компенсации изменения зазора, мультиплексирования датчиков, ввода-вывода;
- до 256 каналов для работы с вихретоковыми матрицами;
- одновременное отображение до 8 сигналов на цветном ЖК-дисплее с диагональю 229 мм и разрешением 800×480 пикселей;
- частотный диапазон 10 Гц — 12,5 МГц;
- полностью цифровая обработка сигналов с дискретизацией 250 кГц с предельно низким уровнем шума и стабильностью результатов;
- усиление 16 — 80 дБ с регулируемым шагом 0,5 дБ;
- предусиление 16,5 — 80 дБ.

В состав механической части установки (рис. 2) вошли: стол 1; протяжка 2 (2 шт.); центратор 3 (4 шт.); укрытие 4 (2 шт.); двухканальный вращающийся вихретоковый датчик ЕС производства Rohmann (далее датчик ЕС) 5; блок вихретокового преобразователя производства Rohmann (далее блок ВТП) 6; блок подготовки воздуха 7; пневмораспределитель 8 (2 шт.); глушитель 9 (4 шт.); фундаментный угловой соединитель 10 (4 шт.); система обработки информации и управления установки контроля внешнего вида твэлов (далее — СОИУ).

В состав СОИУ вошли: шкаф компьютерный; монтажная панель 21; частотный преобразователь 22 (2 шт.); частотный преобразователь 23.

В установке применяются два типа вихретоковых преобразователей (ВТП): проходной Rohmann (смонтирован в блоке ВТП); накладной Rohmann (два ВТП в датчике ЕС).

Вся поверхность оболочки контролируется при протягивании твэла сквозь ВТП. Проходной ВТП служит для выявления крупных дефектов (вмятин) и поперечных рисок, а также для задания начальной точки отсчета расстояния при определении положения дефекта на оболочке твэла.

Зона контроля накладными ВТП, смонтированными в ЕС, представляет собой участок поверхности размером приблизительно 2×2 мм. Накладные ВТП, вращающиеся вокруг твэла при его движении вдоль оси, сканируют поверхность по двум спиральям. Накладные ВТП, имеющие меньшую зону контроля, чем проходной ВТП, служат для выявления более мелких дефектов (наколов, забоин) и продольных рисок.

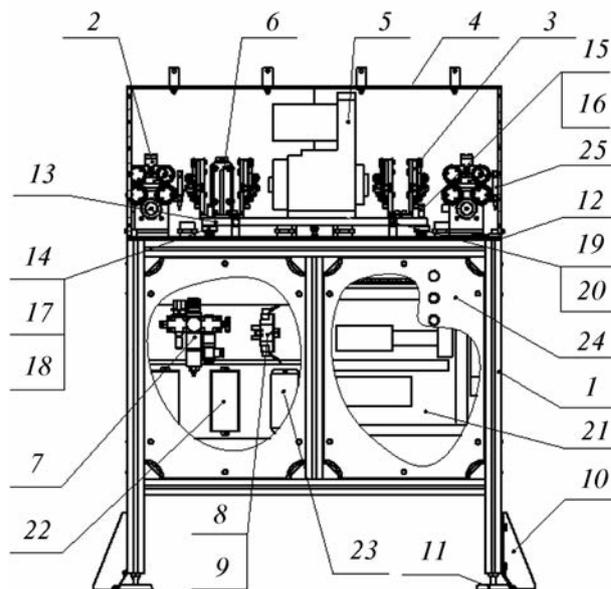


Рис. 2. Механическая часть вихретоковой системы ELO 3T: 1 — стол; 2 — протяжка; 3 — центратор; 4 — укрытие; 5 — датчик ЕС; 6 — блок ВТП; 7 — блок подготовки воздуха; 8 — пневмораспределитель; 9 — глушитель; 10 — фундаментный угловой соединитель; 11 — регулируемая опора; 12 — плита; 13 — плита (регулируемая); 14 — шпилька; 15 — гайка (фиксирующая); 16 — шайба; 17 — гайка (регулирующая); 18 — шайба; 19 — винт (регулирующий); 20 — гайка (контргайка); 21 — монтажная панель; 22 — частотный преобразователь двигателя протяжки; 23 — частотный преобразователь двигателя датчика ЕС; 24 — панель стола; 25 — датчик наличия изделия

Блок ВТП 6 (см. рис. 2) и датчик ЕС 5 смонтированы на регулируемой плите 13 стола 1. На этой же плите смонтированы четыре центратора 3, служащие для ориентации твэла по оси датчика ЕС и блока ВТП. Две протяжки 2, расположенные на противоположных краях неподвижной плиты 12 стола, обеспечивают прием твэла с рольганга и перемещение через установку.

Нижние ролики протяжки соединены с двигателем зубчатой передачей. Верхние ролики протяжки с помощью пневмопривода прижимают твэл к нижним (тянущим) роликам для обеспечения равномерного движения (без проскальзывания). На каждой протяжке установлены датчики угловых перемещений для определения расстояния от начала твэла до выявленного дефекта. Для этого ось датчика угловых перемещений стыкована с осью прижимного ролика. На выходе протяжек установлены датчики наличия изделия 25 (см. рис. 1).

В исходном состоянии твэл в установке отсутствует, что определяется по датчикам наличия изделия на входной протяжке (протяжка 1) и на выходной протяжке (протяжка 2). Прижимные ролики протяжек находятся в верхнем положении. Два датчика, расположенные на транспортном столе,

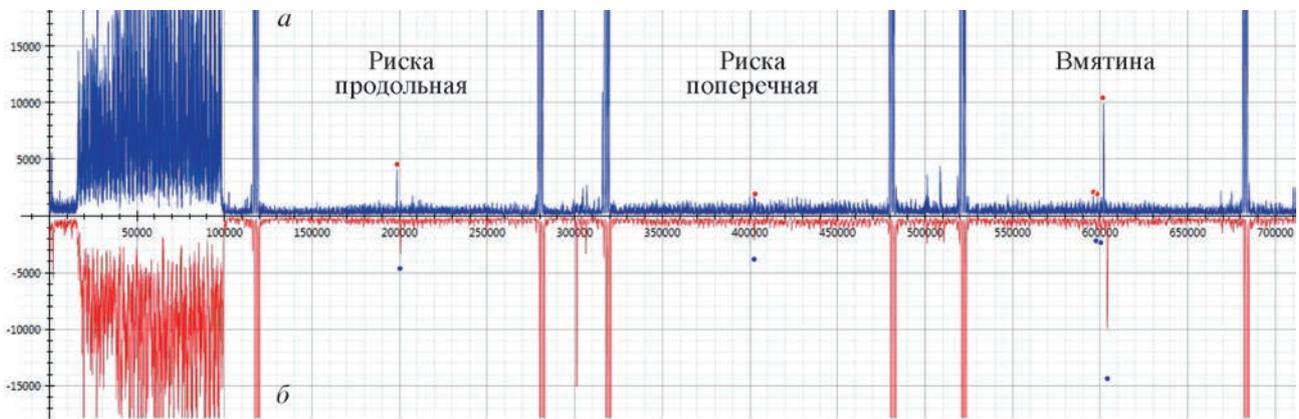


Рис. 3. Дефектограмма СОП, построенная по данным двухканального вращающегося датчика: а – канал 1; б – канал 2

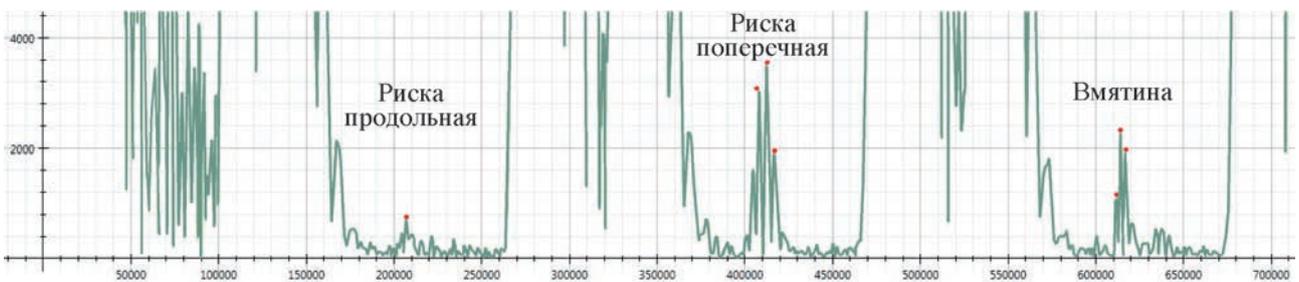


Рис. 4. Дефектограмма СОП, построенная по данным проходного вихретокового преобразователя

подающем изделия на установку, подтверждают отсутствие твэла перед установкой.

Дефектоскоп с подключенным к нему проходным ВТП и датчиком ЕС включен и настроен, двигатель датчика ЕС работает.

СОИУ выдает сигнал «Готовность прибора» на систему управления (СУ) загрузки. СУ загрузки при отсутствии твэла на входе установки транспортной, расположенной за установкой контроля, подает на СОИУ сигнал «Изделие принять». СОИУ запускает двигатели протяжек установки. Транспортный стол, расположенный перед установкой, подает твэл по рольгангу на протяжку 1 установки. При входе твэла в зону действия датчика наличия изделия протяжки 1 СОИУ запускает пневмопривод прижимных роликов протяжки 1, при этом подача твэла транспортным столом прекращается. Твэл, прижатый к тянущим роликам протяжки, движется через блок ВТП и датчик ЕС. При входе твэла в проходной ВТП начинается опрос датчика угловых перемещений, смонтированного на протяжке 1. При этом СОИУ начинает прием данных дефектоскопа и их сохранение.

Когда твэл достигает датчика наличия изделия протяжки 2, пневмопривод протяжки 2 опускает прижимные ролики, пневмопривод протяжки 1 поднимает прижимные ролики, начинается опрос датчика угловых перемещений протяжки 2. Одно-

временно включается транспортная установка линии для приема выходящего из установки твэла. Дальнейшее перемещение твэла происходит с помощью протяжки 2. При выходе твэла за пределы датчика наличия изделия протяжки 2 пневмопривод поднимает прижимные ролики, запись данных прекращается, твэл продолжает двигаться посредством транспортной установки линии.

По окончании контроля проводится обработка сохраненных данных. На время обработки данных СОИУ выдает сигнал «Обработка результата» на СУ загрузки.

Значение сигнала от дефекта, превышающее заданный порог, сохраняется с соответствующим ему расстоянием от начала твэла. Результат обработки данных передается на верхний уровень АСУТП.

Установка имеет пять режимов работы:

- «Комплексный»;
- «Опробование»;
- «Калибровка»;
- «Настройка»;
- «Транспортный».

Режим «Комплексный» предназначен для контроля труб в автоматическом режиме и обмена информацией с АСУТП. Возможна работа (контроль твэлов) без взаимодействия с АСУТП с сохранением результатов контроля в локальной базе данных.

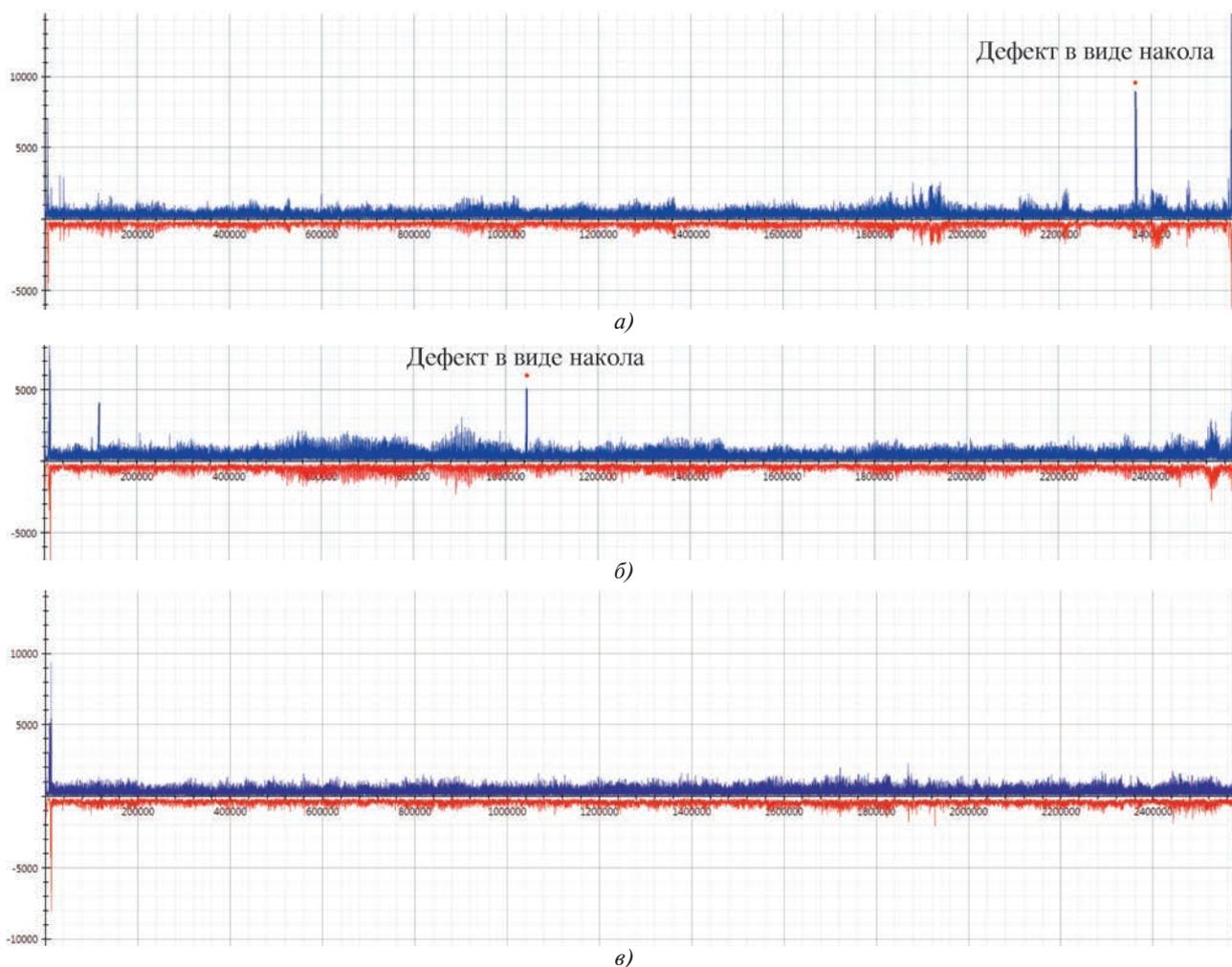


Рис. 5. Дефектограмма изделий:
а – № 1; б – № 2; в – № 3

Режимы «Опробование», «Калибровка» и «Настройка» являются режимами автономной работы установки (без взаимодействия с АСУТП).

Режим «Опробование» предназначен для проверки работоспособности установки и ее метрологической исправности.

Режим «Калибровка» служит для определения метрологических характеристик при проведении аттестации и калибровки установки в соответствии с методикой калибровки.

Режим «Настройка» предназначен для настройки и тестирования аппаратной части установки.

Режим «Транспортный» служит для перемещения изделий через установку без проведения контроля.

В процессе приемо-сдаточных испытаний вероятность обнаружения искусственных дефектов, выполненных в виде стандартного образца предприятия (СОП) с размерами дефектов, соответствующими техническому заданию, составила $P=1,0$.

На рис. 3, 4 представлены дефектограммы одного из результатов контроля СОП накладными и проходными датчиками.

Так же в процессе приемо-сдаточных испытаний проводили контроль твэлов, прошедших контроль внешнего вида службой ОТК предприятия:

- твэл № 1 – точечный дефект в виде накола глубиной $\sim 0,070$ мм (брак);
- твэл № 2 – точечный дефект в виде накола глубиной $\sim 0,090$ мм (брак);
- твэл № 3 – потертость размером 18×5 мм глубиной $\sim 0,010$ мм (годный).

Каждый твэл был проконтролирован по пять раз. Точечные дефекты были обнаружены при каждом проходе твэлов. Потертость на трубе № 3 не вызывала заметного повышения сигнала. На рис. 5 представлены дефектограммы изделий.

После проведения приемо-сдаточных испытаний установка ELO 3Т была принята в эксплуатацию.



Сделано
в Германии

eot
Rohmann GmbH

Вихретоковые дефектоскопы Rohmann

Приборы для дефектоскопии и дефектометрии электропроводящих поверхностей и отверстий, контроля размеров ОК и виброметрии, определения физико-механических параметров и структуроскопии, контроля химсостава и состояния поверхностных слоев ОК. Объекты вихретокового контроля — трубы, прутки, проволока, листы, многослойные пластины, крепежные элементы, элементы подшипников, железнодорожные рельсы, ответственные детали авиационно-космической, атомной и машиностроительной техники, а также энергетического машиностроения и т. д.



ELOTEST M3

- Удобный 2-частотный вихретоковый прибор с большим дисплеем 5,7"
- Частотный диапазон 10 Гц–12 МГц
- Статический и динамический контроль
- Автоматический фильтр для работы ротора
- Измерение проводимости и толщины непроводящих покрытий
- Вес 1,2 кг

*Ваша задача —
наше решение!*



ELOTEST B300

- Универсальный многочастотный многоканальный вихретоковый контрольно-измерительный прибор
- Предназначен для решения сложных задач как в лабораторных, так и полевых условиях IP67
- До 4 независимых каналов
- Получение C-сканов на цветном дисплее
- Измерение проводимости и толщины непроводящих покрытий
- Совместная работа с эндоскопическими системами



ELOTEST IS500

- Цифровой дефектоскоп для промышленного использования
- Цветной TFT-дисплей с разрешением 800×480 пикселей
- Дефектоскопия и сортировка
- Самообучающийся строб «Bubble Gate»
- Одновременная сортировка до 8 разновидностей изделий (Мультипоток)
- Интеграция в производственную линию



ELOTEST PL500/QL500

- Многоканальная вихретоковая испытательная система для применения в промышленном производстве
- Предельно низкий уровень шума и стабильность результатов (полностью цифровая обработка сигналов с дискретизацией 250 КГц)
- Предельно гибкая конфигурация (до 256 каналов или функциональных модулей)
- Применяемые типы модулей: модуль измерительного канала (может использоваться для компенсации изменения зазора), модуль мультиплексирования датчиков, параллельный модуль ввода-вывода, модуль триггерный счетчик

ООО «Панатест»
официальный дистрибьютор Rohmann, Германия
г. Москва, ул. Авиамоторная, 12, офис 405
тел./факс. +7(495) 789-37-48, 587-82-98
www.rohmann.ru, www.panatest.ru
e-mail: mail@panatest.ru

ПАНАТЕСТ

ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

НОВЫЙ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДЕФЕКТΟΣКОП НА ФАЗИРОВАННЫХ РЕШЕТКАХ УСД-60ФР

NEW

Сочетание классического дефектоскопа на фазированных решетках с цифровой фокусировкой сигнала



Ударопрочный корпус с защитой по IP65 для работы в полевых условиях



Масса прибора всего 1,4 кг



Реконструкция изображения на полный экран 640x480 без потери быстродействия



Морозоустойчивое (от -30°C) исполнение



Автоматическая настройка, конструктор разделки сварного шва



Подключение стандартных 16-элементных ФР



Работа в режиме обычного дефектоскопа + вход для 1 или 2-коорд. энкодера для подключения различных сканеров и построения С-скана, В-скана, TOFD



Гарантия 3 года



Новый ультразвуковой дефектоскоп УСД-60 ФР сочетает в себе возможности классических фазированных решеток с достижениями технологии цифровой фокусировки сигнала. Позволяя реконструировать полноэкранное изображение (640x480 точек) с 16-ти элементных датчиков ФР без потери производительности, этот легкий (1,4 кг) современный дефектоскоп является вершиной линейки высококачественных и надежных ультразвуковых дефектоскопов компании КРОПУС.

Возможность работать с обычными УЗ-преобразователями в режиме классического дефектоскопа, подключение сканеров TOFD и 2-координатных сканеров С-скана, иммерсионная зона контроля, работа с АРД-диаграммами и множество других возможностей в сочетании с доступной ценой и 3-летней гарантией делают этот дефектоскоп лучшим предложением на отечественном рынке средств НК.

ВСЕ ПРИБОРЫ СЕРТИФИЦИРОВАНЫ • СДЕЛАНО В РОССИИ

КРОПУС
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР

ТЕЛЕФОН/ФАКС

(495) 229-42-96
(800) 500-62-98

sales@kropus.ru
www.kropus.ru

Мурашов В.В.

КОНТРОЛЬ И ДИАГНОСТИКА МНОГОСЛОЙНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ АКУСТИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ



590 руб.

ISBN 978-5-4442-0115-2. Формат - 60x90 1/16, 244 страницы, год издания - 2016.

Рассмотрены виды дефектов монолитных и клееных конструкций, выполненных с использованием полимерных композиционных материалов. Указаны методы и средства неразрушающего контроля клеевых соединений в многослойных конструкциях и изделий из полимерных композиционных материалов. Показаны достоинства и недостатки как традиционно применяемых, так и специальных низкочастотных акустических методов неразрушающего контроля многослойных клееных конструкций. Представлено новое научное направление в диагностике ПКМ, позволяющее определять непосредственно в конструкции без ее разрушения пористость, плотность, содержание матрицы и наполнителя, степень отверждения матрицы, упругие и прочностные свойства угле-, органико- и стеклопластиков лазерно-акустическим способом ультразвукового контроля.

Предназначена для специалистов второго уровня, работающих по направлениям неразрушающего контроля качества многослойных клееных конструкций и технической диагностики полимерных композиционных материалов, и может быть полезна в качестве пособия для подготовки студентов.

Разыграев А.Н., Разыграев Н.П., Диков И.А.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ АРД-ДИАГРАММ ПРИ УЛЬТРАЗВУКОВОМ КОНТРОЛЕ ОСНОВНОГО МЕТАЛЛА, СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ И НАПЛАВКИ



330 руб.

ISBN 978-5-4442-0116-9. Формат - 60x90 1/16, 78 страниц, год издания - 2016.

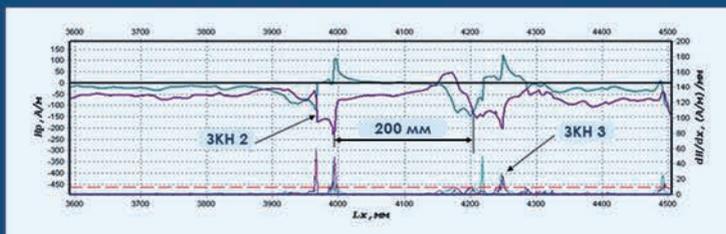
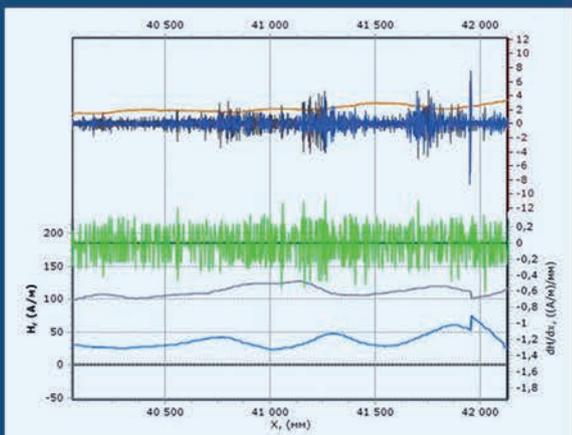
Настоящие «Методические рекомендации по применению АРД-диаграмм при ультразвуковом контроле основного металла, сварных соединений и наплавки» разработаны в Лаборатории диагностики атомного энергетического оборудования.

Предназначены для операторов, инженерно-технических работников по контролю основного металла, сварных соединений при изготовлении, монтаже и эксплуатации оборудования, трубопроводов и металлоконструкций, а также студентов вузов в качестве учебного пособия.

Бесконтактная магнитометрическая диагностика подземных трубопроводов с использованием метода магнитной памяти металла



Измерительный комплекс и выполнение работ в различных условиях



При расшифровке информации о состоянии трубопроводов по изменениям магнитного поля Земли используются критерии и программный продукт, разработанные в ООО "Энергодиагностика" на основе метода магнитной памяти металла. НОАП НК ООО "Энергодиагностика" является единственным центром подготовки специалистов по бесконтактной магнитометрической диагностике.

ООО "Энергодиагностика"

Россия, 143965, г.Реутов, Московская область, Юбилейный проспект, 8, офис 12
Телефон/факс: +7-498-6619281; +7-498-6616135
www.energodagnostika.ru E-mail: mail@energodagnostika.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА УСТАЛОСТНОГО РАЗРУШЕНИЯ СТАЛЬНЫХ ОБРАЗЦОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА МАГНИТНОЙ ПАМЯТИ МЕТАЛЛА



ДУБОВ Анатолий Александрович

Д-р техн. наук, профессор, генеральный директор
ООО «Энергодиагностика», Москва

Как известно, усталостью металла называется процесс постепенного снижения прочности материала вследствие появления и развития в нем трещин под действием циклических длительно действующих нагрузок. Процесс усталостного разрушения на структурном уровне связан с генерацией, движением и локализацией дислокаций. Долговечность в области малоциклового усталости с постоянной общей амплитудой деформации за цикл зависит от упругой и пластической составляющих [1]. Исследование подобных процессов затруднительно даже при статических исследованиях, а тем более в условиях циклических нагрузок. В настоящее время эти составляющие могут быть определены из параметров механической петли цикла нагружения.

Особенности метода магнитной памяти металла (МПМ), основанные на неразрывной связи между плотностью дислокаций и величиной напряженности собственного магнитного поля рассеивания (СМПР) в локальных зонах металла [2], позволяют дистанционно отслеживать кинетику дислокационных процессов в условиях циклических нагрузок и накопления усталостных повреждений в металлах.

В работе [3] при испытании стальных образцов на циклическую нагрузку растяжения показана возможность использования метода МПМ для исследования процессов, происходящих в металле образцов на физическом уровне. В этой же работе по изменению СМПР образцов, являющегося ос-

новым диагностическим параметром метода МПМ, впервые зафиксирован эффект резкого падения и мгновенного роста сопротивления деформированию на максимуме приложенной нагрузки. Показано, что этот эффект, вероятно, связанный с релаксацией напряжений и накоплением остаточной деформации, постепенно увеличивается по мере возрастания числа циклов нагрузки и достигает максимального значения непосредственно перед разрушением образца.

В целях дальнейшего исследования механизма выявленного эффекта и стадийности накопления повреждений, происходящих в металле образцов в условиях циклических нагрузок, были проведены испытания стальных образцов с приложением циклических нагрузок растяжения разной величины амплитуды и частоты.

В статье представлены результаты указанных испытаний образцов из стали 20 с использованием метода МПМ.

Испытания образцов проводили при комнатной температуре в условиях циклических нагрузок растяжения на сервогидравлической испытательной машине BiSS The Nano Plug'n'Play с погрешностью силоизмерения $< 0,5\%$.

Общий вид образцов для усталостных испытаний показан на рис. 1. На фотографии видно, что рабочая часть образца длиной 100 мм имеет овальный концентратор. Сечение образца в рабочей части составляет $10,0 \times 1,5$ мм, а в средней области концентратора – $4,0 \times 1,5$ мм.



Рис. 1. Общий вид образца для статических и усталостных испытаний

Измерение СМПР образцов проводили в средней области концентратора с помощью специального приборно-компьютерного комплекса, состоящего из феррозондовых датчиков, преобразователя и прибора-регистратора типа ИКН-10М с установленной программой записи и обработки информации.

Приборный комплекс ИКН-10М позволяет в непрерывном режиме записывать большой объем информации в течение всего времени эксперимента на циклическую усталость.

При статических испытаниях одного из образцов данного вида по диаграмме напряжение–деформация были установлены: предел пропорциональности $\sigma_{\text{пц}}=101$ МПа, предел текучести $\sigma_{\text{T}}=259$ МПа и предел временной прочности $\sigma_{\text{в}}=335$ МПа. Значение $\sigma_{\text{пц}}$ было установлено по диаграмме $H_p=f(t)$ в сопоставлении с диаграммой $\sigma=f(t)$, где H_p – напряженность собственного магнитного поля образца; f – частота циклирования; t – продолжительность испытания.

Полученные значения механических характеристик использовались при выборе диапазона циклических нагрузок растяжения при испытании других аналогичных образцов из стали 20.

В целях подробного исследования процессов изменения собственного магнитного поля образцов в зависимости от разных величин амплитуды и частоты прикладываемых нагрузок растяжения на одном из образцов были проведены следующие опыты.

Вначале образец был нагружен до величины 0,3 от предела текучести σ_{T} , что составляет ~ 77 МПа. Данная величина была взята немного ниже предела

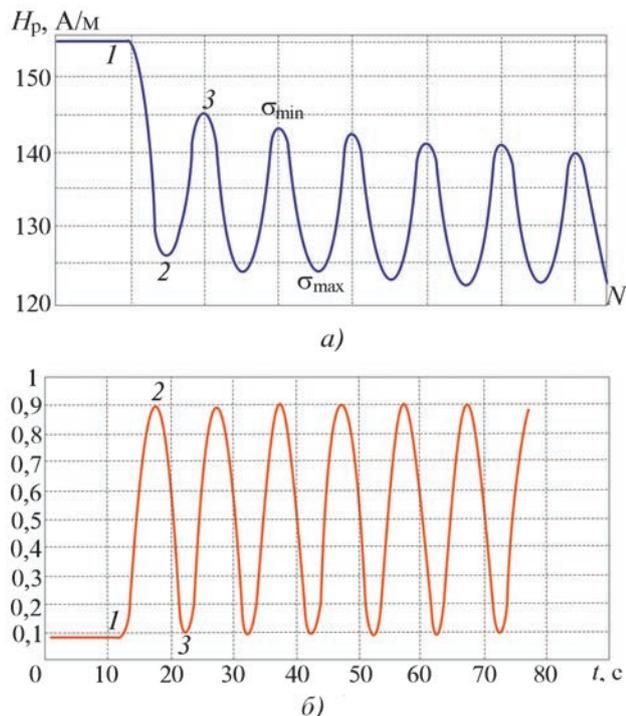


Рис. 2. Изменение напряженности собственного магнитного поля H_p при циклировании с частотой 0,1 Гц в диапазоне нагрузок растяжения от 7,7 до 77 МПа (а) в сопоставлении с механической кривой (б), зафиксированной на испытательной машине: N – количество циклов

пропорциональности $\sigma_{\text{пц}}$, зафиксированного на аналогичном образце при статической нагрузке. Далее к этому образцу без выемки его из машины была приложена циклическая нагрузка растяжения на уровне $0,3\sigma_{\text{T}}$ с частотой 0,1 Гц. На рис. 2, а представлена магнитограмма, зафиксированная при приложении указанной циклической нагрузки растяжения в диапазоне от $\sigma_{\text{min}}=7,7$ МПа до $\sigma_{\text{max}}=77$ МПа в сопоставлении с механической кривой (рис. 2, б). На рис. 2, б по оси ординат приведена нагрузка в относительных единицах, где 1 соответствует величине нагрузки 85 МПа.

Из рис. 2, а видно, что при приложении нагрузки 77 МПа напряженность поля изменилась на величину $|\Delta H_p| \cong 29$ А/м по сравнению с исходным состоянием (модуль разности между точками 1 и 2). В процессе циклирования нагрузки растяжения с 77 до 7,7 МПа напряженность поля изменяется на величину ~ 19 А/м (модуль разности между точками 2 и 3). Дальнейшее повторение циклической нагрузки растяжения в указанном диапазоне с частотой 0,1 Гц практически не изменяет эту величину поля $|\Delta H_p|$ и повторяет значения поля H_p на максимуме и минимуме нагрузок. После приложения семи циклов машина была остановлена, и нагрузка упала до нуля.

На следующем этапе к этому же образцу была приложена статическая нагрузка растяжения до уровня $0,6\sigma_{\text{T}}$, равного 156 МПа. И далее без выемки образца из машины к нему была приложена циклическая нагрузка растяжения с частотой 0,1 Гц в диапазоне от $\sigma_{\text{min}}=15,6$ МПа до $\sigma_{\text{max}}=156$ МПа. На рис. 3 представлена магнитограмма, зафиксированная на образце при приложении и снятии указанной циклической нагрузки.

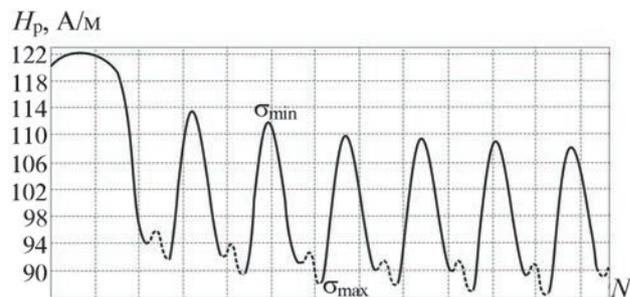


Рис. 3. Изменение напряженности собственного магнитного поля образца при циклировании с частотой 0,1 Гц и максимальной нагрузкой 156 МПа

Из рис. 3 видно, что циклическое изменение напряженности поля с одинаковой величиной $|\Delta H_p| \cong 22$ А/м повторяется с частотой 0,1 Гц. При этом на максимуме нагрузки, равной $0,6\sigma_{\text{T}}$, заметно выше предела пропорциональности для данного образца зафиксирован эффект резкого падения и мгновенного роста величины $|\Delta H_p|$, выявленный в

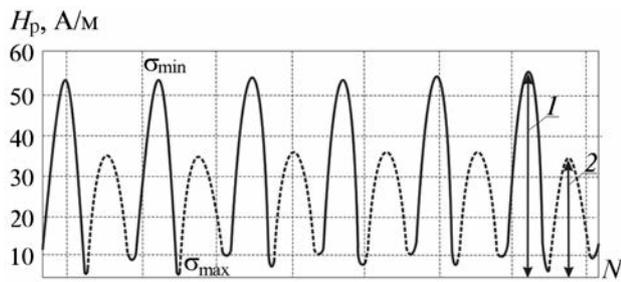


Рис. 4. Зависимость продольной магнитной компоненты от времени на начальном этапе нагружения образца (до 100 000 циклов): N – количество циклов нагрузки; 1 – $|\Delta H_a|$; 2 – $|\Delta H_{рел}|$

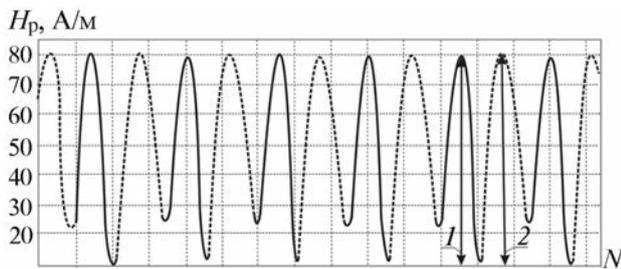


Рис. 5. Магнитограмма изменения составляющих собственного магнитного поля образца $|\Delta H_a|$ (1) и $|\Delta H_{рел}|$ (2), зафиксированная после 226 900 циклов нагрузки

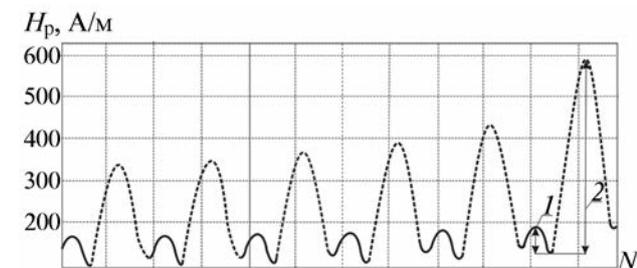


Рис. 6. Магнитограмма изменения составляющих собственного магнитного поля образца $|\Delta H_a|$ (1) и $|\Delta H_{рел}|$ (2), зафиксированная после 229 960 циклов на заключительном этапе разрушения образца

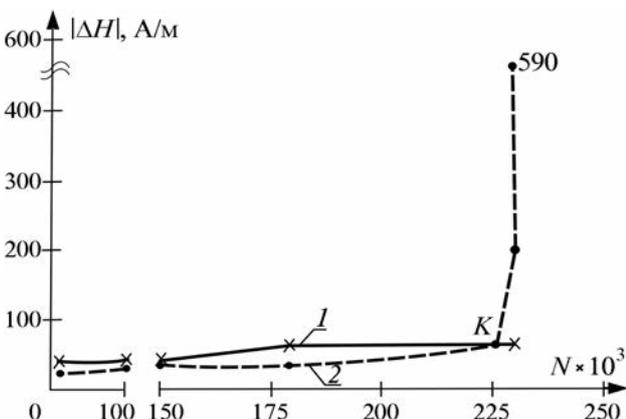


Рис. 7. Изменение составляющих собственного магнитного поля $|\Delta H_a|$ (1) и $|\Delta H_{рел}|$ (2) в зависимости от количества циклов нагрузки растяжения N : K – точка пересечения (равенства значений) составляющих $|\Delta H_a|$ и $|\Delta H_{рел}|$ при $N = 227\,350$

работе [3]. Этот эффект (пунктирная линия на рис. 3), очевидно, связан с релаксацией напряжений в образце. Следует отметить, что при нагрузке $0,3\sigma_T$, не превышающей $\sigma_{пл}$, такой эффект не был обнаружен (см. рис. 2, а). Это свидетельствует о том, что в диапазоне нагрузок до $\sigma_{пл}$ эффект релаксации напряжений и остаточная пластическая деформация в образце практически отсутствуют.

В целях изучения механизма появления релаксационной составляющей СМПР и ее развития в процессе усталости металла были проведены исследования на аналогичных образцах при их циклическом деформировании вплоть до разрушения. Были испытаны два образца из стали 20 на циклическую нагрузку растяжения в диапазоне от $0,1$ до $0,9\sigma_T$ (от 23 до 233 МПа) с частотой 1 Гц.

Рассмотрим результаты указанных испытаний на одном из образцов.

На рис. 4 представлена магнитограмма изменения СМПР образца из стали 20, зафиксированная в процессе непрерывного циклического нагружения растяжением с частотой 1 Гц (после 100 000 циклов) в диапазоне от $0,1$ до $0,9$ предела текучести. Из рис. 4 видно, что на максимуме нагрузки σ_{max} проявляются две амплитуды изменения СМПР. Одна амплитуда $|\Delta H_a|$ отображает деформацию от внешней амплитудной нагрузки, другая $|\Delta H_{рел}|$ – релаксационная – характеризует внутреннюю энергию сопротивления деформированию и процесс накопления пластической деформации в образце.

На рис. 5 представлена магнитограмма изменения составляющих собственного магнитного поля образца $|\Delta H_a|$ и $|\Delta H_{рел}|$, зафиксированная после 226 900 циклов нагрузки. Из рис. 5 видно, что после указанного количества циклов нагрузки амплитуды СМПР $|\Delta H_a|$ и $|\Delta H_{рел}|$ имеют практически одинаковые значения.

На рис. 6 показана магнитограмма изменения составляющих СМПР $|\Delta H_a|$ и $|\Delta H_{рел}|$ на заключительном этапе разрушения образца. Из рис. 6 видно, что на этом этапе при практически неизменной амплитудной составляющей поля $|\Delta H_a| = 80$ А/м величина $|\Delta H_{рел}|$ резко возрастает до 590 А/м.

На рис. 7 представлен график изменения составляющих магнитного поля $|\Delta H_a|$ и $|\Delta H_{рел}|$ в зависимости от количества циклов нагрузки растяжения, построенный по результатам испытаний образца.

Из рис. 7 видно, что на участке графика до 227×10^3 циклов составляющие магнитного поля $|\Delta H_a|$ и $|\Delta H_{рел}|$ плавно и незначительно увеличиваются и пересекаются в точке K , в которой значения $|\Delta H_a|$ и $|\Delta H_{рел}|$ становятся равными и составляют 68 А/м. После точки K значение $|\Delta H_a|$ практически не изменяется, релаксационная состав-

ляющая $|\Delta H_{\text{рел}}|$ резко увеличивается вплоть до разрушения образца.

Общая продолжительность испытаний рассматриваемого образца из стали 20 при непрерывном приложении циклической нагрузки растяжения с частотой 1 Гц в диапазоне от 23 до 233 МПа составила 62 ч. При общем количестве циклов нагрузки 230 000 количество циклов от точки *K* до полного разрушения образца составило 3000 или по времени 48 мин.

Аналогичные кривые усталости, построенные по изменению СМПП, были получены в результате испытаний других образцов из стали 20 в процессе их циклического нагружения.

Заключение

В результате выполненных исследований установлено, что при воздействии на образцы как статической, так и циклической нагрузки растяжения, не превышающей предела пропорциональности $\sigma_{\text{пц}}$, изменение СМПП образца носит обратимый характер и свидетельствует о том, что на максимуме приложенной нагрузки пластическая деформация практически отсутствует. При приложении к образцам статической и циклической нагрузки выше $\sigma_{\text{пц}}$ на кривых изменения СМПП при максимуме нагрузки зафиксировано появление пластической и релаксационной составляющих, которые увеличиваются с возрастанием нагрузки.

Установлено, что по мере роста количества циклов нагрузки увеличение сопротивляемости металла образца возрастает и, соответственно, растет величина $|\Delta H_{\text{рел}}|$ при незначительном изменении величины $|\Delta H_{\text{а}}|$. Увеличение сопротивляемости металла деформированию будет идти до тех пор, пока сопротивляемость не станет равной внешнему воздействию. Это происходит в состоянии образца, когда $|\Delta H_{\text{а}}| = |\Delta H_{\text{рел}}|$ (см. рис. 5). Это состояние, очевидно, характеризует предельную энергоёмкость (или предельное состояние) металла, после которого начинается необратимый процесс разрушения образца данного типоразмера.

Точку *K*, представленную на кривой усталости (см. рис. 7), можно считать точкой потери устойчивости, соответствующей предельному состоянию образца при данных параметрах циклического нагружения, после которой наступает необратимый процесс усталостного разрушения с образованием макротрещины. В теории мезомеханики [4] эта стадия процесса деформация–разрушение называется стадией глобальной потери устойчивости, в которой возникают мезоструктуры, пронизывающие весь объем образца.

Испытания на циклическую нагрузку растяжения образцов из стали 20 в сопоставлении с результатами аналогичных испытаний образцов из сталей Ст.3 и 10ХСНД, представленными в работе [3], позволяют заявить о возможности оценки ресурса оборудования и выполнения мониторинга за изменением его состояния по параметрам магнитной памяти металла в ЗКН.

Учитывая, что на диагностические параметры метода МПМ не оказывают влияния различного рода шумы и при использовании этого метода не требуется искусственное намагничивание, специальное дополнительное нагружение, приборы типа ИКН и соответствующие датчики (не требующие непосредственного контакта с объектом контроля) имеют очевидные преимущества на практике для мониторинга технического состояния оборудования.

Библиографический список

1. Терентьев В.Ф. Усталость металлических материалов. М.: Наука, 2003. 254 с.
2. Власов В.Т., Дубов А.А. Физические основы метода магнитной памяти металла. М.: ЗАО «Тиссо», 2004. 424 с.
3. Махутов Н.А., Дубов А.А., Денисов А.С. Исследование статических и циклических деформаций с использованием метода магнитной памяти металла // Заводская лаборатория. 2008. № 3. С. 42 – 46.
4. Голенков В.А., Малинин В.Г., Малинина Н.А. Структурно-аналитическая мезомеханика и ее приложения. М.: Машиностроение, 2009. 633 с.

АФРИКАНСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ВОПРОСАМ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ (ACNDT)

26–28 ноября 2016 г., Оран, Алжир



Подробная информация о мероприятии на сайте: www.icwndt.csc.dz

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ СМАЗКИ

Адриан МЕССЕР

UE Systems, Нидерланды

Установлено, что 60–90% всех дефектов подшипников связано со смазкой. Дефекты подшипников чаще всего приводят к незапланированному простоя, который может повлиять на производство, а также на все связанные с подшипником компоненты.

Простой стоит больших денег. Так как расходы различаются по происшествивам и по предприягтям, то простой может привести к еще большим затратам. Несоблюдение должным образом правил обслуживания подшипников может привести к аварии и вызвать немалые материальные потери. Поскольку больше всего причин дефектов подшипников связано со смазкой, ясно, что смазка – серьезное дело.

Многие технические специалисты, к сожалению, полагаются только на профилактический, временной график смазки. Суть такого обслуживания в проведении работ по смазке подшипников через конкретные временные промежутки, например 1 раз в 6 месяцев. Действительно недостаточная смазка может стать фатальной причиной сбоев оборудования, его дорогостоящего ремонта и замены, существенного незапланированного простоя и потерянной прибыли. Но, полагаясь исключительно на смазку по графику или даже на сочетание планового техобслуживания и снятия температурных показаний в качестве способа определения состояния смазки, существует риск возникновения явления ничуть не лучшего, а может, даже и худшего – чрезмерной смазки. Об этом свидетельствуют как самостоятельные на-

Держать под контролем процесс смазки очень просто, разве не так? Все, что нужно, – это убедиться, что правильная смазка применяется в правильном объеме в подходящее время. Но давайте не будем торопиться, все не так просто.

блюдения отдельных специалистов, так и результаты исследований различных компаний и организаций, представляемые на презентациях конференций. Таким образом, избыточная смазка – это первая причина раннего выхода подшипников из строя.

При периодической смазке по графику предполагается, что подшипники необходимо смазывать через определенные промежутки времени. При этом смазка часто превращается в лучшем случае в «угадайку». Ведь рискованно добавлять смазку в подшипник, который и так смазан уже достаточно хорошо.

И здесь на помощь приходит ультразвуковая технология, с помощью которой технические специалисты наряду с решением стандартных задач (таких как удаление старой смазки и нанесение новой) могут объединять хронологическое техобслуживание с профилактическим обслуживанием на основе текущего состояния, добиваясь при этом как более чет-

кого понимания происходящего, так и повышения надежности.

Как работает ультразвуковая технология

Ультразвуковое оборудование улавливает ультразвук, передающийся по воздуху или по структуре материалов, который не воспринимается человеческим ухом, и преобразует его в сигналы, которые специалист слышит в наушниках и видит на индикаторной панели в виде графиков (в децибелах). На некоторых приборах, таких как Ultraprobe© 15000 Touch, графическое отображение полученного звука также можно просматривать на экране спектрального анализа. Благодаря этой информации обученный специалист может интерпретировать состояние подшипника, чтобы определить, следует ли принимать какие-либо меры, и если да, то какие.

Смазка подшипника, пример I (рис. 1). Это временной график записанного ультразвука под-

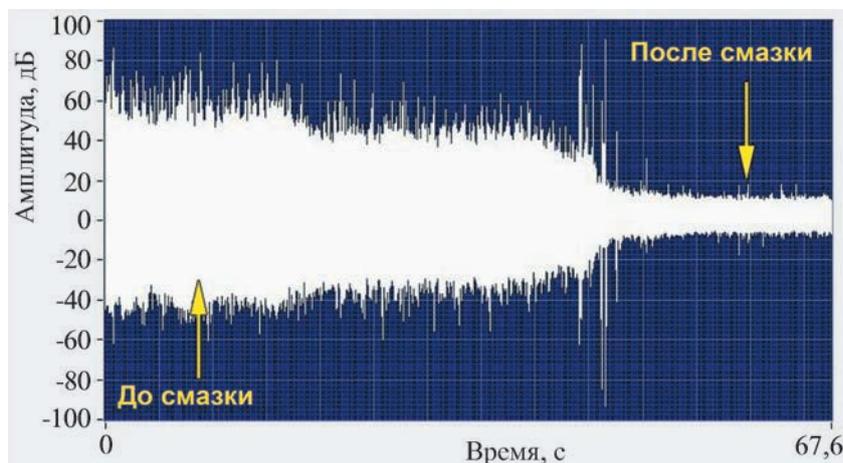


Рис. 1. Смазка подшипника, пример I

шипника в процессе смазки. Приблизительно минутный звуковой файл демонстрирует подшипник до и после смазки.

Смазка подшипника, пример II (рис. 2). Здесь представлен еще один график в реальном времени для подшипника в процессе смазки длительностью 13 с. И снова можно отметить существенное различие между состояниями до смазки и после нее.

Начало состояния чрезмерной смазки подшипника (рис. 3). На этой записи видно увеличение амплитуды при большем добавлении смазки и достижении порога чрезмерной смазки.

Хронология смазки приводного подшипника (рис. 4). На графике видна тенденция изменения показаний, снятых на приводном подшипнике. Показания вычерчиваются относительно эталонной линии (дБ), линии предварительного предупреждения (дБ) и более высокого уровня критического предупреждения (дБ).

У ультразвуковой технологии много преимуществ:

- возможность использования практически в любой сфере;
- относительно легкое обучение ее применению;
- относительно невысокая стоимость;
- возможность отслеживать тенденции и сохранять данные определенных моментов эксплуатации;
- исключительная надежность в диагностировании неисправностей, что позволяет сохранять тысячи и тысячи рублей и часов снижения производительности труда.

Как ультразвуковая технология способствует лучшей смазке

Ультразвуковая технология помогает специалисту по смазке не основывать свои действия на догадке. Ультразвук представляет собой локализованный сигнал, а это значит, что при соприкосновении контактного датчика с подшипни-

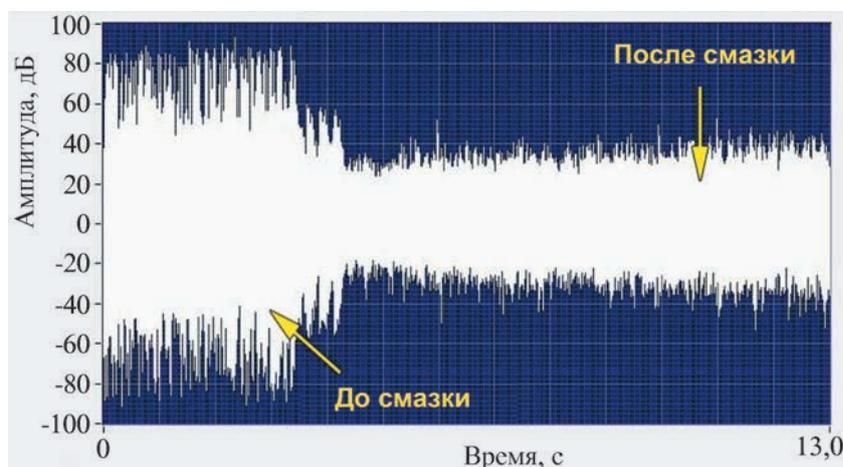


Рис. 2. Смазка подшипника, пример II

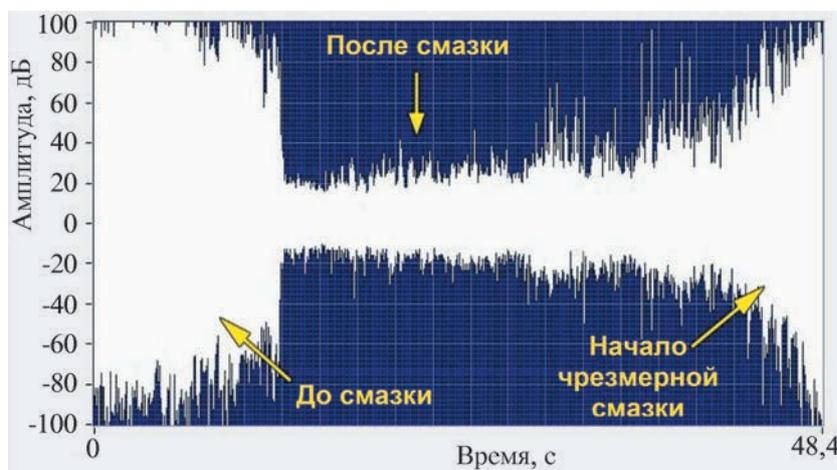


Рис. 3. Начало состояния чрезмерной смазки подшипника

ком он не подвержен перекрестным помехам и позволяет специалисту прослушивать и контролировать состояние каждого конкретного подшипника. Ультразвуковая технология анализирует каждый узел индивидуально, подобно тому, как ультразвуковая аппаратура в медицине позволяет точно определить, какая артерия забита или у какой вены инфильтрация.

В качестве примера эффективности ультразвуковой технологии представьте себе следующее: в крупной компании инженер по техническому обслуживанию докладывает, что после внедрения ультразвуковой технологии и выполнения контроля текущего состояния на УЗ-оборудовании, а не доведения до со-

стояния ЧП статистика по его предприятию снизилась от почти 30 сбоев вращающегося оборудования в год до нулевого показателя за три года. Но как именно действует ультразвуковая технология по отношению к смазке?

Первый этап — это установление эталонной линии по уровню децибел и получение образца звука. Лучше всего это осуществить при первом проходе по маршруту, сравнивая звуковые характеристики однотипных подшипников. Отклонения легко определяются. После установки эталонных показаний за каждым подшипником можно проследить в течение необходимого времени на предмет любых изменений либо в качественных изменениях звука.



Рис. 4. Хронология смазки приводного подшипника

Таким образом, когда амплитуда ультразвукового отклика подшипника превышает 8 дБ и нет изменений качества звука, установленного на эталонной линии, то подшипник необходимо смазать. Во избежание потенциально опасной избыточной смазки технический специалист будет применять смазку понемногу, пока уровень интенсивности звука (дБ) не упадет. Многие отделы установили свои программы по смазке в зависимости от текущих условий, внедряя двухэтапный подход. Инспектор службы обеспечения надежности использует относительно сложный ультразвуковой прибор для контроля подшипников и отслеживания тенденций их износа. В результате создается отчет о подшипниках, нуждающихся в смазке. Затем специалист по смазке использует специальный прибор, который предупреждает его, когда необходимо прекратить подачу смазки. Эти приборы можно закрепить на обычном смазочном шприце или носить в кобуре.

Для повышения эффективности хорошо было бы специалисту отмечать, когда оборудование

было смазано в последний раз и сколько смазки было подано для грубого подсчета еженедельного расхода смазки. Всякий раз, используя для контроля смазки ультразвуковое оборудование, специалист сохраняет статистические данные, которые можно использовать в качестве ориентира: сравнивая с предыдущими расчетами можно определить, следует ли изменить график смазки, возможно, сокращая человеко-часы, и определить, насколько точен объем смазки, предложенный производителем (требуется ли меньше, есть ли потенциальная экономия расходов).

И хотя больше всего внимания уделяется обсуждению опасности недостаточной и чрезмерной смазки, ультразвуковое оборудование также может уловить другие потенциальные угрозы разрушения подшипника. Технический специалист, используя ультразвуковую методику, может услышать характерные хрустящие звуки и другие отклонения, которые часто сопровождаются увеличением амплитуды звукового отклика. Что касается смазки, то преимущество УЗ-технологии заключа-

ется в том, что можно прослушивать подшипники по отдельности и определять проблемы каждого из них, таким образом снижая вероятность оставить некоторые подшипники «пересохшими», а другие с чрезмерной смазкой.

Почему необходимо использовать ультразвуковую технологию прямо сейчас

Инвестиции в новую технологию – это всегда трудное решение. Окупится ли она? Смогут ли сотрудники легко ее применять? Это неудачная попытка или действительно надежная методика, которая выдержит испытание временем?

В то время как все больше и больше предприятий используют ультразвуковую технологию и внедряют профилактический и упреждающий, а не реактивный подход к проблемам, многие по-прежнему «гадают на кофейной гуще» и используют устаревшие методики. В итоге они получают низкую надежность и производительность, простой, невыпущенную продукцию и потерю прибыли. Хотя ультразвуковая технология не может решить всех проблем, связанных с надежностью, она доказала, что представляет собой ценное и мощное диагностическое средство (благодаря множеству различных настроек), которое технические специалисты должны также взять на вооружение.

Когда речь идет о таком важном вопросе обеспечения надежности, как смазка, следует себя спросить: можем ли мы не позволить себе применение ультразвуковой технологии? Представьте себе предприятие, на котором происходило до 30 повреждений подшипников в год до выполнения ультразвуковых проверок, а теперь, после включения ультразвуковой технологии в арсенал техобслуживания, такие дефекты отсутствуют на протяжении трех лет. Это не совпадение. Ультразвуковая технология работает! ■



КРЫМСКАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ и ВЫСТАВКА



2–6 октября 2016 г.

На базе ФГБУ Санаторий «Гурзуфский», пгт Гурзуф, ул. Ленинградская, 10

Региональная общественная организация «Крымское общество неразрушающего контроля, технической диагностики и промышленной безопасности» приглашает принять участие в Крымской международной конференции и выставке.

ТЕМА КОНФЕРЕНЦИИ

«Управление и функционирование системы промышленной безопасности на основе современных технологий инструментальной диагностики и экспертиза технических устройств на опасных производственных объектах»

ТЕМАТИКА КОНФЕРЕНЦИИ

- Экспертиза промышленной безопасности технических устройств на опасных производственных объектах, методы и средства неразрушающего контроля и технической диагностики.
- Экспертиза промышленной безопасности зданий и сооружений на опасных производственных объектах с применением теплового метода контроля.
- Проведение технического аудита в области промышленной безопасности.
- Обоснование безопасности и возможности эксплуатации технических устройств и оборудования согласно требованиям и правилам промышленной безопасности.
- Оценка пригодности к эксплуатации оборудования после аварий.
- Методология управления промышленной безопасностью на основе анализа и управления рисками.
- Методы оценки надежного предельного срока эксплуатации сложных конструкций из различных материалов.
- Промышленные технологии технической диагностики качества (надежности и предельного ресурса эксплуатации) сложных конструкций из различных материалов.
- Метрологическое обеспечение технологий неразрушающего контроля и технической диагностики.
- Нормативное обеспечение оценки надежности и предельного ресурса эксплуатации сложных конструкций из различных материалов на основе ресурса неразрушающего контроля и технической диагностики.
- Подготовка, аттестация специалистов по неразрушающему контролю.
- Прочее.

Оргкомитет конференции

В.П. Анисимов – глава оргкомитета, президент региональной общественной организации «Крымское общество НКТД и ПБ», г. Симферополь;

А.Я. Папсуев – секретарь оргкомитета, ООО «ЭТЦ «ИКАР», г. Симферополь;

А.В. Тараканов – технический эксперт Крымского экспертно-технического центра, г. Симферополь;

О.Н. Будадин – д-р техн. наук, проф., начальник отдела НК и ТД АО «ЦНИИСМ», г. Москва;

Е.В. Абрамова – д-р техн. наук, ведущий специалист ФГАУ «НУЦ «Сварка и контроль» МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва;

В.Е. Прохорович – д-р техн. наук, проф., руководитель регионального отделения РОНКТД, г. Санкт-Петербург;

Н.П. Дегтеренко – исполнительный директор ООО «Аскотехэнергодиагностика», г. Хабаровск;

А.И. Потапов – д-р техн. наук, проф., руководитель Ленинградского областного регионального отделения РОНКТД, г. Санкт-Петербург;

С.Н. Рогов – канд. техн. наук, генеральный директор ЗАО «ТСТ», г. Санкт-Петербург;

А.В. Полковников – руководитель эксперт-центра ООО «НИКИМТ-Атомстрой», г. Москва;

Е.Е. Ковшов – д-р техн. наук, проф., ФГБУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», г. Москва.

Организаторы конференции

Региональная общественная организация «Крымское общество неразрушающего контроля, технической диагностики и промышленной безопасности», г. Симферополь

ООО «Экспертно-технический центр «ИКАР», г. Симферополь

ООО «Научно-технический центр «Горизонт», г. Симферополь

АО «Центральный научно-исследовательский институт специального машиностроения», г. Хотьково, Московская область

Санкт-Петербургское региональное отделение РОНКТД, г. Санкт-Петербург

Ленинградское областное региональное отделение РОНКТД, г. Санкт-Петербург

Контакты оргкомитета

295022, Российская Федерация, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Кечкеметская, 170/89, а/я № 687

Контактные телефоны: +7 (3652) 54-75-02, 54-75-03, +7 (978) 873-62-85

E-mail: cro.nktd@mail.ru

ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ, ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ПРИ ВНЕДРЕНИИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ НОВЫХ СТРАТЕГИЙ ТОиР



КУЗНЕЦОВ
Кирилл Анатольевич
Канд. техн. наук, чл.-кор.
РИА, первый заместитель
генерального директора



БЫКОВ
Сергей Павлович
Канд. техн. наук, чл.-кор.
РИА, зам. генерального
директора по научной работе



ТРУТАЕВ
Станислав Юрьевич
Канд. техн. наук, чл.-кор.
РИА, заведующий отделом
инновационных разработок

АО «ИркутскНИИХиммаш», Иркутск

Рассмотрены подходы, используемые АО «ИркутскНИИХиммаш» при обеспечении безопасной эксплуатации оборудования, зданий и сооружений химических и нефтегазовых производств.

В современных условиях на российском рынке получение максимальной прибыли и рост капитализации для производственных предприятий и, в частности, для предприятий нефтехимии могут быть достигнуты за счет минимизации любых видов простоев, которые могут повлиять на выпуск конечного продукта предприятия, а также максимального снижения затратной части бюджета в части обслуживания и ремонта оборудования, ЗИП и т.д. Естественно, что при всем этом должен быть обеспечен заданный уровень надежности и работоспособности оборудования на всем межремонтном интервале, так как в противном случае высока вероятность лави-

нообразного роста аварийных ситуаций.

Возможности современных предприятий к оптимизации указанных параметров определяются используемыми на них стратегиями технического обслуживания и ремонта (ТОиР) оборудования, а также готовностью предприятий к их совершенствованию, использованию передового зарубежного опыта в части подходов к определению технического состояния (ТС) оборудования, внедрению современных систем технического диагностирования и мониторинга.

Мониторинг ТС как таковой сегодня уже является неотъемлемой частью системы обеспечения промышленной безопасно-

сти на предприятиях нефтехимии. Основной задачей мониторинга является прежде всего определение ТС контролируемых объектов с такой периодичностью, которая позволила бы своевременно отреагировать на его изменение, локализовать источники этих изменений и реализовать превентивные мероприятия по приведению объекта контроля в штатное состояние.

Лучше всего такой подход реализуется в отношении центробежного машинного оборудования [1, 2], состояние которого достаточно точно можно прогнозировать лишь по одному параметру – вибрации. К поршневому машинному оборудованию в ряде случаев также можно для оценки состояния агрегатов применять только вибрационные параметры [3], однако чаще всего контроль вибрации требуется дополнять анализом давления в цилиндрах машин [4, 5].

Мониторинг ТС статического оборудования (сосуды, аппараты, печи, трубопроводы и т.д.) во многом более сложен по сравнению с мониторингом машинного оборудования. Многообразие типов и конструкций статического оборудования, а также обилие повреждающих факторов не позволяют применять типовые решения. В каждом случае необходим индивидуальный набор контролируемых параметров, алгоритмов анализа и принятия решений. Чаще всего при реализации та-

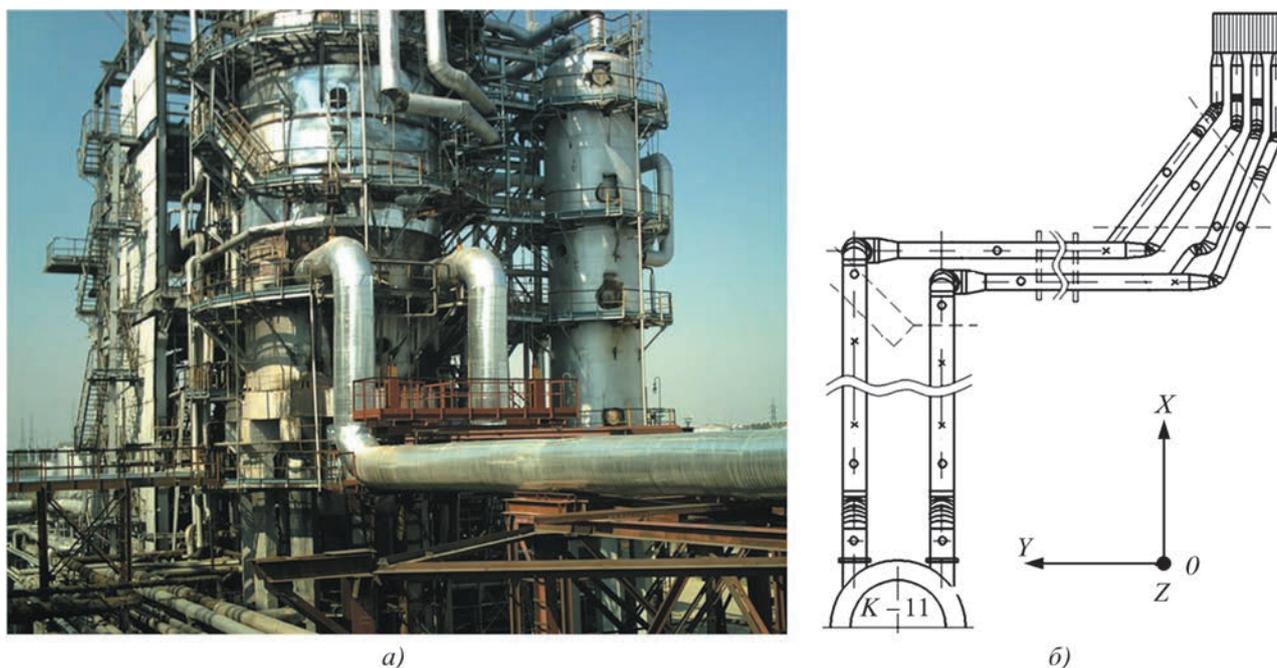


Рис. 1. Объект мониторинга – трансферные трубопроводы ректификационной колонны К-11 установки ЭЛОУ+АВТ6: а – колонна К-11; б – схема трассировки трансферных трубопроводов

ких систем прибегают к контролю параметров, характеризующих коррозионное состояние объекта, параметров напряженно-деформированного состояния (НДС), параметров акустической эмиссии (АЭ). Как показывает практика, использование и контроль перечисленных параметров дают неплохие результаты при мониторинге емкостного оборудования, в том числе при эксплуатации [6, 7].

АО «ИркутскНИИхиммаш», являясь крупнейшим прикладным научно-исследовательским и конструкторским институтом Восточно-Сибирского региона по вопросам обеспечения промышленной безопасности оборудования (в том числе высокого давления) предприятий нефтехимии, начиная с 1998 г. проводит работы, направленные на комплексное внедрение и нормативное обеспечение на предприятиях прогрессивных стратегий ТОиР статического и динамического оборудования. Помимо разработки нормативно-мето-

дических документов по ТОиР [4, 8–11] институт также занимается внедрением на предприятиях систем мониторинга ТС как собственного производства, так и сторонних производителей.

В 2008 г. АО «ИркутскНИИхиммаш» для НПЗ ОАО «Ангарская нефтехимическая компания» разработал и внедрил систему мониторинга состояния трансферных трубопроводов ректификационной колонны К-11 установки ЭЛОУ+АВТ6 [12] (рис. 1).

В ходе предварительного обследования было установлено, что основным повреждающим

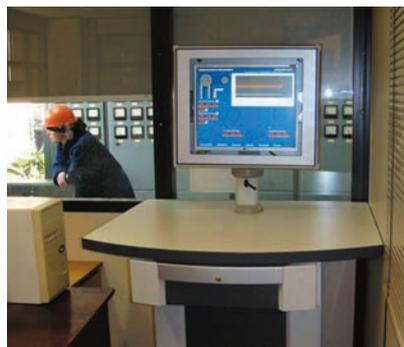


Рис. 2. Монитор станции оператора

фактором для данного объекта являются значительные напряжения, возникающие в зоне примыкания трубопроводов к колонне, обусловленные высокой температурой транспортируемого сырья (примерно 400 °С) и значительными пространственными перемещениями трубопроводов (до 250 мм), в том числе вибрационного характера.

Для контроля состояния как трубопроводов, так и узлов примыкания их к колонне К-11 использовали расчетно-экспериментальный метод контроля НДС [13, 14]. Для этой цели в нескольких точках по длине трубопроводов размещали датчики перемещений. При этом для обеспечения корректной оценки НДС в каждой точке монтировали по три датчика во взаимно перпендикулярных направлениях.

Результаты вычислений, предупреждения о достижении предельных значений контролируемые параметрами выводят на монитор станции оператора (рис. 2).



Рис. 3. Система структурного мониторинга строительных конструкций: а – объект мониторинга – одноэтажное промышленное здание; б – контрольно-измерительное оборудование; в – датчик перемещений; г – сейсмодатчики; д – ПО MStruct

Внедрение данной разработки позволило эксплуатационному персоналу установки не только в реальном режиме времени отслеживать состояние подконтрольного оборудования, но и в значительной степени стабилизировать переходные режимы работы установки во время пусков/остановов за счет жесткого контроля параметров ее работы.

В 2012–2013 гг. институтом разработана и внедрена система структурного мониторинга строительных конструкций промышленных объектов, обеспечивающая непрерывный контроль напряженно-деформированного состояния как отдельных элементов, так и всего объекта (рис. 3).

Система представляет собой универсальную свободно расши-

ряемую систему с гибкой архитектурой, структурно состоящую из трех компонентов: системы сенсоров, системы сбора, накопления и хранения данных и экспертной системы постобработки и принятия решений. Последняя включает в себя программный комплекс ПО MStruct, обеспечивающий: расчет и визуализацию в реальном режиме времени напряженно-деформированного состояния объекта, оценку состояния отдельных конструкций и зданий и сооружений в целом по предустановленным критериям, прогнозирование развития возникших ситуаций для обеспечения возможности планирования и реализации превентивных мер по предупреждению аварийных ситуаций.

Расчетно-экспериментальный метод, реализованный в ПО MStruct [13], относится к группе идентификационных методов. Он позволяет выполнять идентификацию напряженно-деформированного состояния (в том числе динамического НДС) объекта по ограниченному числу измеряемых параметров и может применяться для оценки состояния подконтрольного объекта при действии как статических, так и динамических нагрузок (вибрационных, сейсмических и т.д.) [15].

Как уже отмечалось, для мониторинга емкостного технологического оборудования химических и нефтегазовых производств успешно может применяться метод акустической эмиссии [6, 7].

В 2013 г. специалистами АО «ИркутскНИИХиммаш» для реактора изомеризации Р-101 НПЗ ОАО «АНХК» на основе АЭ-оборудования производства ООО «Интерюнис» была разработана и внедрена система периодического АЭ-мониторинга.

Основной целью АЭ-мониторинга является своевременное обнаружение развивающихся дефектов в материале корпуса и сварных швах реактора.

С учетом особенностей эксплуатации реактора Р-101, а также анализа материалов предшествующих экспертиз были определены потенциально опасные с точки зрения образования дефектов участки корпуса реактора и предложена оптимальная схема расстановки волноводов для размещения АЭ-преобразователей (рис. 4).

Для проведения мониторинга была применена схема периодического контроля [16] – 2 раза в месяц продолжительностью не менее 48 ч. При этом использовали технологию контроля с помощью линейной и планарной локаций источника АЭ.

Анализ результатов периодического мониторинга за пять месяцев работы реактора позволил локализовать три зоны (рис. 5) лоцирования источников АЭ 2-го класса [17]. В настоящее время ведется наблюдение за динамикой их развития.

В 2014 г. институт совместно с ЗАО «НПО «Алькор» приступил к реализации проекта по внедрению системы мониторинга ТС изотермического хранилища этилена (ИХЭ) для нужд ООО «Томскнефтехим». Система мониторинга представляет собой двухуровневую контрольно-измерительную систему, призванную обеспечивать безопасную эксплуатацию резервуара и своевременный вывод его в ремонт по фактическому техническому состоянию.

Базовый уровень контроля обеспечивается посредством аку-



Рис. 4. Схема расстановки волноводов для размещения АЭ-преобразователей

стико-эмиссионного контроля с помощью шестидесяти АЭ-датчиков, размещенных таким образом, чтобы обеспечить достоверную локацию источников АЭ-сигналов и исключить «мертвые» зоны [18]. Дублирующий уровень контроля в системе мониторинга ТС резервуара обеспечивается использованием газоанализаторов этилена, посредством которых выполняется постоянный мониторинг концентрации этилена в межстенном пространстве ИХЭ.

Подводя итог, следует отметить, что продление межремонтного пробега технологических установок и переход на эксплуатацию оборудования по фактическому техническому состоянию является комплексной организационно-технической проблемой. Ее реше-

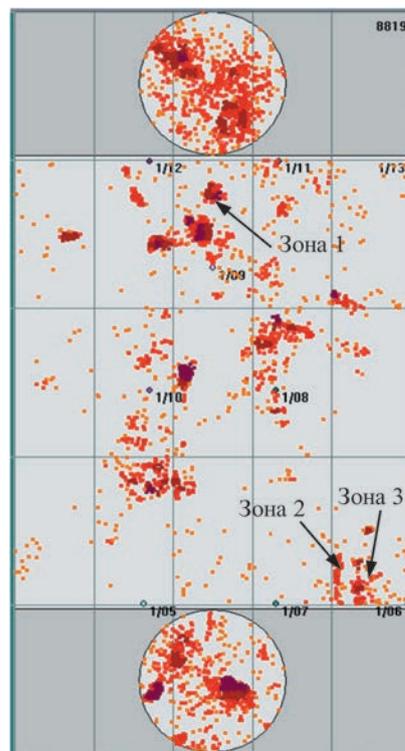


Рис. 5. Результаты АЭ-мониторинга – зоны лоцирования источников АЭ 2-го класса

ние невозможно без использования на предприятиях химических и нефтегазовых производств передовых технологий мониторинга и диагностики оборудования, а также создания необходимой нормативно-технической и правовой базы. Предлагаемая АО «ИркутскНИИХиммаш» концепция обеспечения промышленной и экологической безопасности оборудования, а также разрабатываемые и внедряемые институтом системы комплексного диагностического мониторинга позволяют на основе применения отработанных технологий контроля и уникальных методических материалов:

- повысить качество диагностирования оборудования;
- увеличить эффективность производства за счет оптимизации объемов ремонтных работ и сведения к минимуму простоев технологических установок;
- исключить аварии на контролируемых объектах.

Библиографический список

1. Лукьянов А.В. Управление техническим состоянием роторных машин (система планово-диагностического ремонта). Иркутск: ИрГТУ, 2000.
2. Барков А.В., Баркова Н.А. Вибрационная диагностика машин и оборудования. Анализ вибрации: учеб. пособие. СПб.: СПбГМТУ, 2004. 156 с.
3. Костюков В.Н., Науменко А.П. Основы виброакустической диагностики и мониторинга машин: учеб. пособие. Омск: Изд-во ОМГТУ, 2011. 360 с.
4. РД0154-18-2005. Поршневые компрессорные машины. Организация эксплуатации и ремонта по техническому состоянию. Иркутск: АО «ИркутскНИИхиммаш», 2005.
5. Гебель Д., Древес Е., Иваненко В. Мониторинг состояния поршневых компрессоров как область искусства // Компрессорная техника и пневматика. 2009. № 7. С. 2-5.
6. Харемов В.Г., Бородин Ю.П., Шаповров В.А. Система комплексного диагностического мониторинга опасных производственных объектов // В мире НК. 2006. № 4.
7. Азаров Н.И., Богатов Н.Д., Массарский Ю.З. и др. Опыт обеспечения промышленной безопасности изотремических хранилищ сжиженных газов при их эксплуатации по фактическому техническому состоянию // Безопасность труда в промышленности. 2011. № 5. С. 7-10.
8. РД 0154-19-2006. Центробежные машины. Организация эксплуатации и ремонта по техническому состоянию. Иркутск: АО «ИркутскНИИхиммаш», 2006.
9. РД0154-18-2005. Поршневые компрессорные машины. Организация эксплуатации и ремонта по техническому состоянию. Иркутск: АО «ИркутскНИИхиммаш», 2005.
10. Центробежные машины. Организация эксплуатации и ремонта по техническому состоянию: метод. указания ОАО «АНПЗ ВНК». Иркутск: АО «ИркутскНИИхиммаш», 2010.
11. Положение по техническому обслуживанию, ремонту и контролю технического состояния технологического оборудования установок ОАО «Хабаровский НПЗ». Иркутск: АО «ИркутскНИИхиммаш», 2012.
12. Trutaev S., Kuznetsov K., Bykov S. et al. Development and implementation of integrated structural health monitoring systems on Russia enterprises for ensuring safety operation of industrial equipment and buildings // The Ninth Intern. Conf. on Condition Monitoring and Machinery Failure Prevention Technologies (CM2012 / MFPT2012), 12-14 June 2012, London, 2012.
13. Трутаев С.Ю. Метод оценки напряженно-деформированного состояния технологического оборудования, зданий и сооружений промышленных предприятий // Химическое и нефтегазовое машиностроение. 2013. № 12. С. 35-36.
14. ГОСТ Р 55431-2013. Трубопроводные системы. Расчетно-экспериментальный метод оценки динамического напряженно-деформированного состояния. М., 2013.
15. Безделев В.В., Трутаев С.Ю. Расчетно-экспериментальный метод оценки напряженно-деформированного состояния конструкций зданий при землетрясениях // Строительная механика и расчет сооружений. 2014. № 1. С. 49-52.
16. Инструкция акустико-эмиссионного контроля реактора изомеризации Р-101 зав. № 237-141, рег. №2514-Т об. 225/1 ц. 8/14 НПЗ ОАО «АНХК». Иркутск: АО «ИркутскНИИхиммаш», 2014. 27 с.
17. ПБ 03-593-03. Правила организации и проведения акустико-эмиссионного контроля сосудов, аппаратов, котлов и технологических трубопроводов. М.: ПИО ОБТ, 2003.
18. ТИКБ.466535.202-12ПЗ. Комплекс интегрального мониторинга серии «Ресурс-2000». Пояснительная записка. Дзержинск: ЗАО «НПО «Алькор», 2008.

6th International
CANDU
IN-SERVICE INSPECTION
WORKSHOP



NDT
IN CANADA
2016 Conference

November
15-17, 2016
Holiday Inn
Burlington Hotel &
Conference Centre
Burlington, ON

Подробная информация о мероприятии на сайте: www.events.cinde.ca



только реальность

Ультразвуковой дефектоскоп УД9812 «УРАЛЕЦ»



ООО «Инженерный Центр
Физприбор»

www.fpribor.ru

620075, г. Екатеринбург, ул. Восточная, 54

тел.: +7 (343) 355-00-53; sale@fpribor.ru

МИКРОФОКУСНАЯ РЕНТГЕНОГРАФИЯ: РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА «ЛЭТИ» им. В.И. УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)



ПОТРАХОВ
Николай Николаевич

Д-р техн. наук, проф.,
зав. кафедрой
электронных приборов
и устройств



ГРЯЗНОВ
Артем Юрьевич

Д-р техн. наук, проф.,
зам. зав. кафедрой
электронных приборов
и устройств



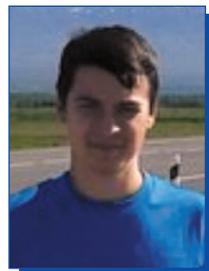
ЖАМОВА
Карина Константиновна

Канд. техн. наук,
ассистент кафедры
электронных приборов
и устройств



БЕССОНОВ
Виктор Борисович

Канд. техн. наук,
ассистент кафедры
электронных приборов
и устройств



ПОТРАХОВ
Юрий Николаевич

Аспирант кафедры
электронных приборов
и устройств,
ведущий инженер

ФГАУ УВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)», Санкт-Петербург

Первая в нашей стране кафедра рентгентехники была открыта в ЛЭТИ (ныне Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)) в 1938 г. [1]. И с тех пор одно из направлений научно-образовательной деятельности университета неразрывно связано с исследованиями и разработками в области рентгеновского излучения в лице этого структурного подразделения, которое с 1992 г. носит название кафедры электронных приборов и устройств.

Начало исследованиям, результаты которых описываются в этой статье, было положено в 80-х гг. прошлого века. В 1989 г. авторский коллектив в составе специалистов ОКБ РП с производством ЛОЭП «Светлана» и ведущих преподавателей кафедры был удостоен Премии Совета Министров за разработку и внедрение в народное хозяйство малогабаритных рентгеновских излучателей и аппаратов [2]. Наиболее широко эти аппараты использовались в медицинской диагностике, а именно в маммологии и травматологии. Так, к 1991 г. в Советском Союзе было выпущено около 350 мало-мощных маммографических аппаратов «Электроника» и 150 диагностических аппаратов «Электроника-100Д» (рис. 1).

Основным отличием аппаратов семейства «Электроника» от традиционных рентгеновских ап-

паратом для медицинской диагностики было уменьшенное до нескольких сотых долей миллиметра фокусное пятно рентгеновской трубки [3]. Это позволяло получать резкие рентгеновские снимки объектов медицинской диагностики при съемке с многократно сокращенного по сравнению с традиционной съемкой фокусного расстояния. Однако даже при этом условии достигнутые на то время максимальные характеристики микрофокусных аппаратов (по напряжению 100 кВ, по мощности 2,5 Вт [4]) были недостаточны для большинства возможных применений этих перспективных технических средств медицинской рентгенодиагностики.

Поэтому с практической точки зрения дальнейшее развитие микрофокусной тематики на кафедре пошло по пути повышения напряжения и мощности микрофокусных источников рентгеновского излучения. К настоящему времени совместно со специалистами ЗАО «Светлана-Рентген» (Санкт-Петербург) разработаны:

- первая отечественная микрофокусная трубка с вращающимся анодом ЗБД46-150. Трубка предназначена для работы в составе излучателя ИРД-46 отечественного стационарного рентгенодиагностического аппарата (рис. 2) [5];
- первая отечественная микрофокусная рентгеновская трубка с массивной мишенью и непо-

движным анодом, расположенным внутри вакуумного баллона – 0,2БПМ64-200. На ее основе разработан в двух вариантах конструктивного исполнения и выпускается малыми сериями рентгеновский аппарат РАП-200М (рис. 3) [6].

Кроме того, ведутся работы по модернизации микрофокусной рентгеновской трубки БС-16 с вынесенной из вакуумного баллона прострельной мишенью. Под эту трубку был разработан аппарат моноблочного типа РАП-150М с отдельными каналами управления анодным током и сеточным напряжением.

Одновременно исследовались особенности формирования рентгеновского изображения объектов диагностики при использовании источников излучения с фокусным пятном микронных размеров. Были обоснованы и количественно оценены эффект увеличения глубины резкости, фазоконтрастный эффект, эффект псевдообъемного изображения, эффект уменьшения экспозиционной дозы излучения и др. [7].

На основании полученных результатов можно утверждать, что к началу десятых годов в нашей стране сформировалось новое направление рентгеновской диагностики в медицине – микрофокусная рентгенография. Более того, была предпринята попытка философского осмысления ее места в ряду современных методик рентгенодиагностики. С этой целью были введены два специальных критерия и предложены способы расчета и численных значений:

- первый dR – произведение диаметра фокусного пятна источника рентгеновского излучения на разрешающую способность приемника рентгеновского изображения;
- второй η – просвечивающая способность, характеризующая отношением величин мощности рентгеновских аппаратов, используемых для реализации сравниваемых методик диагностики, при съемке одного и того же объекта и при условии получения сравнимого качества снимков.

С помощью критерия dR было показано, что микрофокусная рентгенография занимает промежуточное положение между рентгеновской микроскопией и традиционной контактной рентгенографией [8]. В соответствии со вторым критерием просвечивающая способность микрофокусной рентгенографии выше просвечивающей способности традиционной рентгенографии в травматологии почти на два порядка, в стоматологии и челюстно-лицевой хирургии, а также ветеринарии почти на порядок [9].

Первым методологическим результатом выполненных работ следует считать обоснование одного из возможных способов решения задачи организации и проведения рентгенодиагностических исследований в нестационарных неспециализирован-

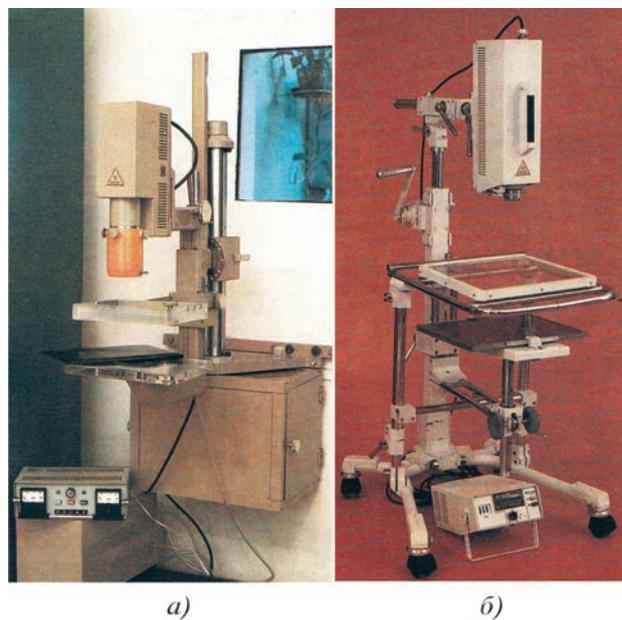


Рис. 1. Малогабаритные рентгеновские аппараты: а – «Электроника»; б – «Электроника-100Д»



Рис. 2. Микрофокусный рентгеновский излучатель ИРД46



Рис. 3. Микрофокусный рентгеновский аппарат РАП-200М

ных условиях. В настоящее время на рынке медицинского рентгенодиагностического оборудования востребованы технические средства, предназначенные для проведения рентгенологических обследований вне рентгеновского кабинета, например в палатах интенсивной терапии или на дому у пациента. Очевидно, что использовать в этом случае



Рис. 4. Портативный дентальный аппарат «ПАРДУС-Р»

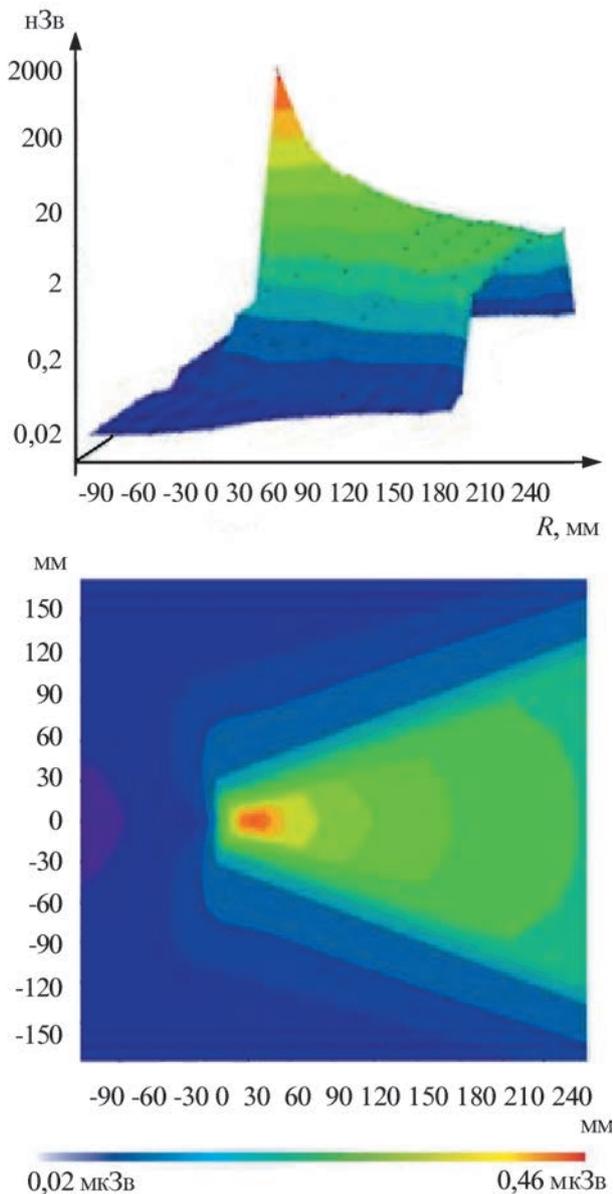


Рис. 5. Пространственное распределение дозы рентгеновского излучения при съемке портативным рентгеновским дентальным аппаратом «ПАРДУС-Р»

стационарные средства защиты от неиспользуемого рентгеновского излучения сложно, а так называемую защиту расстоянием – невозможно. Поэтому первостепенное значение при проведении таких обследований приобретают вопросы обеспечения радиационной безопасности для медперсонала, выполняющего рентгеновскую съемку.

С этой точки зрения микрофокусная рентгенография является весьма перспективным направлением разработок. Благодаря высокой просвечивающей способности она позволяет принципиально снизить экспозиционную дозу рентгеновского излучения и, соответственно, мощность рентгеновского аппарата, тем самым сократив радиационную нагрузку на персонал. В итоге были сформулированы и на практике подтверждены основные требования при проведении рентгенодиагностических исследований в нестационарных неспециализированных условиях. По сравнению с методикой стандартной рентгенографии они следующие:

- характерный размер фокусного пятна рентгеновской трубки снижен до 0,1 мм и менее;
- фокусное расстояние уменьшено от 3 до 10 раз;
- напряжение на рентгеновской трубке увеличено в 1,5–2 раза;
- приемник рентгеновского изображения должен иметь расширенный динамический диапазон входных доз излучения, т.е. используется цифровая система визуализации рентгеновского изображения;
- конструктивное исполнение рентгеновского аппарата переносное или передвижное. В последнем случае используется упрощенный и облегченный штатив.

В качестве примера на рис. 4 представлен первый отечественный портативный дентальный аппарат семейства «ПАРДУС» на напряжение 65 кВ и мощность в режиме повторно-кратковременного включения 10 Вт.

Пространственное распределение дозы, а также величины радиационной нагрузки на пациента и медперсонал представлены на рис. 5 и в таблице. Эти данные показывают, что в соответствии с действующими нормами радиационной безопасности СанПиН 2.6.1.1192–03 рентгенлаборант вручную может выполнить до 10 тыс. снимков за год.

Несмотря на то что основное назначение аппарата – стоматология и челюстно-лицевая хирургия, при использовании системы визуализации рентгеновского изображения с соответствующими размерами входного окна он позволяет получать высококачественные рентгеновские снимки, кисти стопы, колена, плеча и т.д.

Очевидно, что с учетом технических характеристик последних разработок СПбГЭТУ в области создания микрофокусных источников рентгенов-

Радиационная нагрузка на пациента и медперсонал при съемке портативным рентгеновским детальным аппаратом «ПАРДУС»

Обследуемый орган	$D_{эф}$, мкЗв
Рентгенлаборант:	
кисть	0,16
голова	0,13
грудь	0,27*
низ живота	0,46*
ноги	0,02
$\Sigma = 0,31 (1,04^*)$	
Пациент (в рентгенозащитном фартуке):	
голова	0,5 – 1**

* Без использования рентгенлаборантом рентгенозащитного фартука.

** Применение рентгенозащитного фартука в зависимости от режима съемки.

ского излучения повышенной мощности указанными органами тела человека диагностические возможности микрофокусной рентгенографии не ограничиваются.

Библиографический список

1. **Петербургская – Ленинградская** школа электроники. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2013. 658 с.

2. Факультету электронной техники Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета – 50 лет / ГЭТУ. СПб., 1996. 104 с.
3. **Боровской А.И., Щукин Г.А.** Рентгеновские трубки и малогабаритные микрофокусные излучатели для медицины, промышленности и научных исследований // Электронная промышленность. 1991. № 5. С. 86–94.
4. **Малогабаритные источники** рентгеновского излучения. Обзоры по электронной технике. Сер. 4. Электровакуумные газоразрядные приборы. М.: ЦНИИ «Электроника», 1987. Вып. 4 (1298). 55 с.
5. **Подымский А.А., Потрахов Н.Н.** Микрофокусная рентгеновская трубка с вращающимся анодом // Медицинская техника. 20014. № 2. С. 19–21.
6. **Жамова К.К.** Малогабаритные источники рентгеновского излучения для медицинской диагностики // Медицинская техника. 2015. № 6. С. 21–23.
7. **Потрахов Н.Н., Грязнов А.Ю.** Микрофокусная рентгенография в медицинской диагностике. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2012. 121 с.
8. **Мазуров А.И., Потрахов Н.Н.** Микрофокусная рентгенография в медицине // Медицинская техника. 2011. № 5. С. 30–33.
9. **Техническое обслуживание** медицинских изделий (методические и практические вопросы): учеб. пособие/ под общ. ред. Г.Н. Пахарькова. СПб.: ЭЛМОР, 2015. Ч. 1. 355 с.

15-я АЗИАТСКО-ТИХООКЕАНСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ (APCNDT)

13–17 ноября 2017 г., Сингапур

15-я APCNDT считается крупным региональным событием для Тихоокеанской федерации Азии по неразрушающему контролю (APFNDT) и его обществ – членов APFNDT. Конференция включает в себя техническую и научную программы и мастер-классы, в которых представлены последние достижения в области научных исследований и разработок, а также в применении неразрушающего контроля во всех крупных промышленных областях. Выставка, организованная совместно с конференцией, подчеркивает тесную связь между исследованиями и разработками оборудования и инструментов, используемых в промышленности. Конференция и выставка объединяют лучшие достижения неразрушающего контроля и предлагают уникальные возможности для установления контактов и обмена опытом и идеями между участниками и посетителями мероприятия.

Организационная информация: с 6 января 2016 г. по 31 марта 2017 г. – представление тезисов;
с 1 апреля по 30 мая 2017 г. – подача докладов;
с 6 января по 1 июня 2017 г. – предварительная регистрация.

Секретариат конференции: secretariat@apcndt2017.com

Подробная информация о мероприятии на сайте: www.apcndt2017.com



Чуприн В.А.

КОНТРОЛЬ ЖИДКИХ СРЕД С ПРИМЕНЕНИЕМ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ НОРМАЛЬНЫХ ВОЛН



880 руб.

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

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

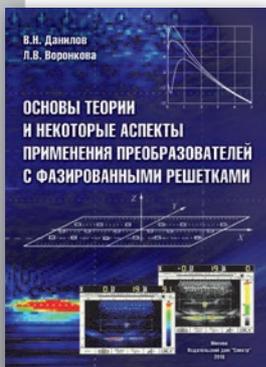
В монографии подробно рассмотрены и обоснованы преимущества применения ультразвуковых нормальных волн, распространяющихся в тонких пластинах, для измерения вязкости и плотности жидкости, а также дано теоретическое описание взаимодействия нормальных волн с жидкостями. Последовательно изложен весь круг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

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

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

Данилов В.Н., Воронкова Л.В.

ОСНОВЫ ТЕОРИИ И НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ С ФАЗИРОВАННЫМИ РЕШЕТКАМИ



550 руб.

ISBN 978-5-4442-0102-2. Формат - 60x90 1/16, 156 страниц, год издания - 2015.

Изложены теоретические основы работы преобразователей с фазированной решеткой, необходимые для дальнейшего развития и практического применения этого направления ультразвукового контроля. Проведено сравнение параметров акустического поля преобразователя с обычной (монолитной) пьезопластиной и с фазированной решеткой, выявлены их различия и сходство. Рассмотрены особенности формирования диаграмм направленности преобразователей с линейными и двухмерными решетками, исследовано влияние акустической задержки на амплитуду излучаемого и отраженного (донного) сигналов. Моделирование ряда характеристик преобразователей с фазированными решетками подкреплено экспериментальными данными.

На примере методик контроля объектов атомной энергетики показаны возможности и ограничения в определении параметров выявляемых отражателей. Проанализированы погрешности определения размеров отражателей. Выделены перспективные направления развития контроля с использованием преобразователей с фазированной решеткой, даны практические рекомендации по выбору настроечных отражателей. Рассмотрены возможности оценки результатов изменения конструктивных и технологических параметров преобразователей с фазированной решеткой, позволяющие учесть сложную геометрию и акустику объектов контроля.

Для разработчиков аппаратуры и методик контроля, повышения квалификации специалистов по акустическому методу контроля, а также может быть полезно как учебное пособие для студентов и аспирантов при изучении соответствующего курса.

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ИЖЕВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА имени М.Т. КАЛАШНИКОВА В ОБЛАСТИ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

Более 35 лет на кафедре «Приборы и методы измерений, контроля, диагностики» ИжГТУ имени М.Т. Калашникова ведется обучение студентов в области НК металлопродукции и машиностроения, разработки приборов и методов технической диагностики. За это время выпущено более 900 специалистов, около 250 бакалавров, 130 магистров. С 2010 г. кафедрой руководит д-р техн. наук, проф. Виталий Васильевич Муравьев – специалист III уровня по АК, МК, АЭК и ВТК видам контроля. На кафедре активно развивается научная школа «Физические методы и средства измерений, контроля и диагностики технических объектов», в основу которой положены научные работы профессоров Г.А. Буденкова, В.В. Муравьева, О.В. Муравьевой, Г.В. Ломаева, С.В. Ленкова.

В ИжГТУ имени М.Т. Калашникова успешно функционируют структурные подразделения по оказанию услуг в областях:

- сертификации персонала в области НК технических объектов железнодорожного транспорта, металлопроизводства и машиностроения по УЗК, МК, ВТК и АЭК (за 7 лет работы сертифицировано более 2000 специалистов);
- профессиональной подготовки по рабочей профессии «Дефектоскопист по магнитному и ультразвуковому контролю»;
- повышению квалификации специалистов по программам магнитного и ультразвукового контроля

объектов железнодорожного транспорта, металлопродукции, метрологии.

На кафедре разработаны и продолжают совершенствоваться и развиваться уникальные технологии и средства акустической дефектоскопии и структуроскопии объектов транспорта, металлопроизводства и машиностроения, в том числе с использованием бесконтактных ЭМА-преобразователей:

- акустические дефектоскопы волноводного акустического контроля АДНКТ (насосно-компрессорных труб), АДНШ (насосных штанг), АДП (прутков);
- структуроскоп электромагнитно-акустический «СЭМА» (контроль остаточных напряжений в металлоизделиях, контроль степени натяга бандажей локомотивных колес и остаточных напряжений в ободьях цельнокатаных железнодорожных колес, погрешность 5 МПа);
- дефектоскоп электромагнитно-акустический «ДЭМА-П» (прутков-заготовок и цилиндрических изделий из металлов и сплавов в широком диапазоне диаметров и длин, выявление дефектов с размерами от 0,1 мм);
- структуроскоп УДС-ИСАВ – измеритель скорости акустических волн в металлах и сплавах для оценки структурного состояния после термической обработки при производстве и накопления дефектности в процессе эксплуатации изделий, погрешность 0,01 %.



Акустические дефектоскопы волноводного акустического контроля АДНКТ, АДНШ, АДП



Структуроскоп «СЭМА»



Структуроскоп УДС-ИСАВ



Дефектоскоп электромагнитно-акустический «ДЭМА-П»

Контактная информация

г. Ижевск, ул. Студенческая, д. 7 • Тел. (3412) 77-60-55, доб. 1132 • E-mail: pmkk@istu.ru

Сертификация персонала

Тел. (3412) 77-60-55, доб. 7108; 77-20-31 • E-mail: uosp@mail.ru

Профессиональная подготовка и повышение квалификации

Тел. (3412) 77-60-55, доб. 7110 • E-mail: omtc11@mail.ru

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

XIV ВСЕРОССИЙСКИЙ КОНКУРС СПЕЦИАЛИСТОВ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

по 9 методам неразрушающего контроля:

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

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

Первый тур - отборочный, пройдёт в Независимых органах по аттестации персонала НК в регионах России.

Срок проведения отборочного тура в регионах России: **30 января - 10 февраля 2017 г.**

Второй тур - финальный, пройдёт на базе ООО «НУЦ «Качество» с **28 февраля по 03 марта 2017 г.**, в период проведения форума «Территория NDT-2017» г. Москва, ВКЦ «Экспоцентр» на Красной Пресне.

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

Все участники конкурса награждаются **Грамотами** участника.

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

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

Примите и Вы участие в соревновании !



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

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



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

13-я Международная выставка
испытательного
и контрольно-измерительного
оборудования

Testing & Control

**Testing & Control**

25–27 октября 2016

Москва, Крокус Экспо



testing-control.ru

Итоги 2015 года:

108 компаний-участников из **8** стран мира

8 365 посетителей-специалистов из **15** стран мира



Организатор
Группа компаний ITE
+7 (499) 750-08-28
control@ite-expo.ru

Журнал «Территория NDT» выходит 4 раза в год тиражом 7...10 тыс. экземпляров и является бесплатным для читателей,

финансирование журнала организовано за счет спонсоров и рекламы.

- Журнал распространяется через национальные общества по неразрушающему контролю (участники проекта), на выставках, семинарах, конференциях, в учебных центрах и через редакцию журнала.
- Российское общество по неразрушающему контролю и технической диагностике распространяет журнал через региональные отделения общества (47 отделений, подробная информация на сайте РОНКТД – <http://www.ronktd.ru>).
- Более 2500 промышленных предприятий, имеющих в своем составе лаборатории по НК, получают журнал.
- Журнал распространяется как в виде печатного издания, так и на компакт-дисках (электронное издание).
- Журнал находится в свободном доступе на сайте www.tndt.idspektr.ru (online-версия, pdf-версия).

НАЦИОНАЛЬНЫЕ ОБЩЕСТВА – УЧАСТНИКИ ПРОЕКТА «ТЕРРИТОРИЯ NDT»



Азербайджанское общество по неразрушающему контролю (АОНК)

Азербайджанская республика, ул. Ф. Хойского, 79, Баку, AZ1110.
Телефоны: +994 12 564 0670; +994 12 564 0270
моб. +994 50 220 4643
E-mail: s.mammadov@magpindt.com



Белорусская ассоциация неразрушающего контроля и технической диагностики (БАНТ и ТД)

Беларусь, Институт прикладной физики НАН Беларуси, ул. Академическая, 16, Минск, 220072.
Телефоны: +375 17 284 1081; +375 17 284 0686
Факс +375 17 284 1794
E-mail: migoun@iaph.bas-net.by
Http://www.bandt.basnet.by



Всегрузинское общество по неразрушающему контролю (GEONDT)

Грузия, ул. Мачабели, 1\6, Тбилиси.
Телефоны: +995 32 298 76 16 (офис); +995 99 10 41 47; +995 77 78 77 10
E-mail: sovbi@rambler.ru; sovbi@rambler.ru; n_burduli@hotmail.com



Казахстанская ассоциация неразрушающего контроля и технической диагностики (КАНКТД)

Республика Казахстан, пр. Сарыарка, 37, Астана, 010000.
Телефоны: +7 7172 48 17 58; +7 7172 48 17 58
Факс +7 7172 52 33 18
E-mail: ce@ndtassociation.kz
Http://www.ndtassociation.kz



Латвийское общество по неразрушающему контролю (LNTB)

Vesetas 10 - 18, Riga, Latvia, LV-1013.
Телефоны: +371 673 70 391; +371 292 79 466
Факс +371 678 20 303
E-mail: kval@latnet.lv



Национальное общество неразрушающего контроля и технической диагностики Республики Молдова (НОНКТД РМ)

Республика Молдова, Департамент NDT АО «INTROSCOP», ул. Мештерул Маноле, 20, г. Кишинев, МД-2044.
Телефоны: +373 22 47 21 45; +373 22 47 12 49
Факс +373 22 47 35 28
E-mail: atcacenco@introscoop.md; nercont@meganet.md
Http://www.ndt.md



Российское общество по неразрушающему контролю и технической диагностике (РОНКТД)

Россия, ул. Усачева, д. 35, стр. 1, Москва, 1119048.
Телефон: +7 499 245 56 56
Факс +7 499 246 88 88
E-mail: info@ronktd.ru
Http://www.ronktd.ru



Узбекистанское общество по неразрушающему контролю (УзОНК)

Узбекистан, ул. Махмуда Таробий, д. 185, Навои, 210100.
Телефон: +998 7922 760 44
E-mail: info@ndt.uz
Http://www.ndt.uz



Украинское общество неразрушающего контроля и технической диагностики (УО НКТД)

Украина, ул. Боженко, 11, Киев-150, 03680.
Телефоны: +380 44 200 4666; +380 44 205 2249
Факс +380 44 205 3166
E-mail: usndt@ukr.net
Http://www.usndt.com.ua



Bulgarian society for nondestructive testing (BGSNDT)

Республика Болгария, ул. Раковски, 108, София, 1000.
Телефоны: +359 2 9797 120, +359 2 9796 445
Факс +359 2 9797 120
E-mail: nntdd@abv.bg; nntdd@imbm.bas.bg
Http://www.nts-bg.ttm.bg



Israeli NDT Association for Technical Diagnostics and Condition Monitoring (INA TD&CM)

Israel, Dizengoff St, 200, Tel-Aviv, 61063.
Телефоны: +972 3 5205818; +972 544 865557
Факс +972 3 5272496
E-mail: itai@aeai.org.il; boris@muravin.com
Http://www.engineers.org.il

РЕКЛАМОДАТЕЛЯМ

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

Размещение рекламы в журнале «Территория NDT»

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

Действует гибкая система скидок.

Требования к принимаемым рекламным модулям

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

Подробную информацию о журнале, архив номеров и последние новости вы найдёте на сайте журнала «Территория NDT» – www.tndt.idspektr.ru

АВТОРАМ

Редакция журнала приглашает к сотрудничеству авторов. Статьи (обзорные, популярные, научно-технические, дискуссионные) присылайте в редакцию в электронном виде. Статьи нерекламного содержания в журнале «Территория NDT» публикуются бесплатно. Объем статьи, предлагаемой к публикации, не должен превышать 10 страниц текста формата А4, набранного через полтора–два интервала, 11 – 12 кегель.

Требования к принимаемым статьям

В редакцию предоставляются:

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

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

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

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

КАК ПОДПИСАТЬСЯ НА ЖУРНАЛ

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

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

* При доставке почтой стоимость услуги отправки почтой составит 250 руб. за 1 экземпляр журнала. При заказе более двух номеров стоимость услуги уточните в редакции.

** При самовывозе журнал предоставляется бесплатно.

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

Телефон отдела реализации: **(495) 514 26 34**
Телефоны редакции: **(499) 393 30 25, (495) 514 76 50**

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