

ТЕРРИТОРИЯ NDT

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ

4, 2012



СОВМЕСТНЫЙ ПРОЕКТ ОДИННАДЦАТИ НАЦИОНАЛЬНЫХ ОБЩЕСТВ ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ

Издательский дом «СПЕКТР» специализируется на издании научной, учебной, производственной, справочной и научно-популярной литературы. Работа издательства ведется в тесном сотрудничестве с ведущими учеными и специалистами научных организаций Российской Федерации и зарубежных стран. Среди главных редакторов и членов редакционных советов журналов, авторов книг и статей, рецензентов и экспертов – академики и члены-корреспонденты Российской академии наук, профессоры, руководители предприятий, научные сотрудники профильных институтов и вузов, опытные специалисты-практики.

Издательский дом «СПЕКТР» издает пять специализированных журналов: «Вестник компьютерных и информационных технологий», «Контроль. Диагностика», «Стекло и керамика», «Справочник. Инженерный журнал», «Территория NDT».

Ежемесячные журналы: «Вестник компьютерных и информационных технологий», «Контроль. Диагностика», «Стекло и керамика», «Справочник. Инженерный журнал» – включены в Перечень рецензируемых изданий и журналов Высшей аттестационной комиссии (ВАК), в которых должны быть опубликованы основные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата и доктора наук. Издания входят в национальную информационно-аналитическую систему – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).

Журналы распространяются по подписке и представлены на почте в подписных каталогах «Роспечать», «Пресса России» и «Почта России», а также в подписных каталогах альтернативных подписных агентств во всех регионах Российской Федерации.

Ежеквартальный журнал «Территория NDT» – это уникальный проект издательства и 11 национальных обществ по неразрушающему контролю, позволяющий многочисленным специалистам и потребителям оборудования, технологий и услуг ознакомиться с новейшими разработками и исследованиями в области неразрушающего контроля и технической диагностики, а рекламодателям донести свою информацию до потребителей одновременно как минимум в 11 странах. Журнал выходит тиражом 7 тыс. экземпляров, находится в свободном доступе на сайте и является бесплатным для читателей.

Подробную информацию о журналах и книгах издательства, а также каталог книг по контролю и диагностике можно найти на сайте издательства.



ВЕСТНИК КОМПЬЮТЕРНЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

ISSN 1810-7206. Выходит с 2004 года. Объем: 56–64 страницы.

Сайт журнала: <http://www.vkit.ru>. Телефон редакции: 8 (495) 589-56-41. E-mail: vkit@idspektr.ru.

Журнал публикует статьи о компьютерных и информационных технологиях в промышленности, образовании, экономике и т.д. – опыт разработки, внедрения и использования.

Подписные индексы: 84197 – по каталогу «Роспечать»; 39244 – по каталогу «Пресса России»; 60263 – по каталогу «Почта России».

КОНТРОЛЬ. ДИАГНОСТИКА

ISSN 0201-7032. Выходит с 1998 года. Объем: 72–88 страниц.

Сайт журнала: <http://www.td-j.ru>. Телефон редакции: 8 (495) 514-76-50. E-mail: td@idspektr.ru.

Журнал публикует научные и методические статьи о методах, приборах и технологиях контроля и диагностики, их внедрении, развитии и применении.

Подписные индексы: 47649 – по каталогу «Роспечать»; 29075 – по каталогу «Пресса России»; 60260 – по каталогу «Почта России».

СПРАВОЧНИК. ИНЖЕНЕРНЫЙ ЖУРНАЛ

ISSN 0203-347X. Выходит с 1997 года. Объем: 64 страницы, приложения – 24 страницы.

Сайт журнала: <http://www.handbook-j.ru>. Телефон редакции: 8 (495) 589-56-81.

E-mail: hb@idspektr.ru.

Журнал публикует статьи справочно-информационного характера, предназначенные для повышения квалификации инженеров всех отраслей техники: конструкторов, технологов, экспертов, разработчиков новой техники, проектировщиков, материаловедов, а также для преподавателей и студентов вузов.

Подписные индексы: 72428 – по каталогу «Роспечать»; 41299 – по каталогу «Пресса России»; 60255 – по каталогу «Почта России».

СТЕКЛО И КЕРАМИКА

ISSN 0131-9582. Выходит с 1925 года. Объем: 36–56 страниц.

Сайт журнала: <http://www.glass-ceramics.ru>. Телефон редакции: 8 (495) 495-39-76.

E-mail: st.ceram@rctu.ru.

Научные исследования, техника, технология. Производство всех видов: стекла, керамики, ситаллов и стеклокерамики, стеклопластиков, эмалей и глазурей, каменного литья и минеральной ваты

Подписной индекс: 70881 – по каталогу «Пресса России».

ТЕРРИТОРИЯ NDT

ISSN 2225-5427. Выходит с 2012 года. Объем: 64–80 страниц.

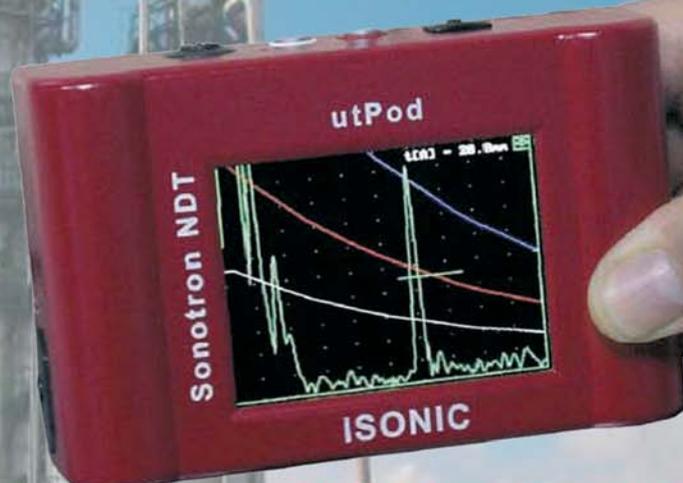
Сайт журнала: <http://tndt.idspektr.ru>. Телефон редакции: 8 (499) 393-30-25. E-mail: tndt@idspektr.ru.

Новейшие разработки и исследования в области неразрушающего контроля и технической диагностики. Информация о выставках, семинарах, конференциях. Анонсы мероприятий, подробные и краткие отчеты.

Журнал распространяется через национальные общества по неразрушающему контролю, на выставках, семинарах, конференциях, в учебных центрах и через редакцию.

ISONIC utPod

УЛЬТРАПОРТАТИВНЫЙ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ
МНОГОЦЕЛЕВОЙ ПРИБОР НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ



Прибор внесен в государственный
реестр средств измерений

400 ГРАММ высокой технологии:

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ДЕФЕКТОСКОП

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ А-СКАН-ТОЛЩИНОМЕР

СТАНДАРТНЫЙ ТОЛЩИНОМЕР

РЕГИСТРАТОР РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЯ

УПРАВЛЕНИЕ ПОСРЕДСТВОМ ПК через USB

Sonotron NDT
4 Pekeris St.,
Rabin Science Park
Rehovot, Israel, 76702
Phone: +(972) 8 9311000, 8 9477712



ООО «МНПО «Спектр»
Официальный представитель
в России и странах СНГ
119048. г. Москва, ул. Усачева, д. 35А
тел.: +7 (495) 626 53 48, 626 54 94



Спектр

www.mnpo-spektr.ru



TKC

ООО «Трубопровод Контроль Сервис»

ООО «ТРУБОПРОВОД КОНТРОЛЬ СЕРВИС» ПОДРЯДНЫЕ РАБОТЫ ПО КОНТРОЛЮ КАЧЕСТВА РАЗЛИЧНЫМИ МЕТОДАМИ НК



НЕЗАВИСИМАЯ ЛАБОРАТОРИЯ НК

Независимая лаборатория неразрушающего контроля выполняет подрядные работы и предоставляет Заказчику высококвалифицированную помощь в осуществлении неразрушающего контроля.

- Независимая лаборатория неразрушающего контроля ООО «TKC» аттестована для работы на объектах ОАО «АК Транснефть» и ОАО «Газпром», а также на особо ответственных объектах, подведомственных Ростехнадзору.
- Мобильные и стационарные лаборатории НК оснащены новейшим высокотехнологичным оборудованием, в том числе автоматизированной системой ультразвукового контроля.
- Персонал НЛНК – высококвалифицированные специалисты в области неразрушающего контроля и технической диагностики, обладающие обширным опытом работы с иностранными стандартами ISO, API, ASME, EN, BS; имеют квалификацию по международному стандарту EN 473 и российскому стандарту ПБ 03-440-02.



АВТОРИЗОВАННЫЙ СЕРВИСНЫЙ ЦЕНТР

Сервисный центр ООО «TKC» – единственный на территории РФ и СНГ, официально авторизованный производителями оборудования НК: JME Ltd, Buckley's Ltd, ICM s.a., Colenta Laborotechnik GmbH & Co, Sonotron NDT, Balteau NDT.

- Гарантийное и послегарантийное обслуживание оборудования НК
- Техническое сопровождение проекта на объекте Заказчика (вахтовый метод);
- Ремонт, модернизация и техническая диагностика оборудования;
- Гарантируемый выезд на объект Заказчика в течение 3 дней;
- Собственный склад подменного оборудования для Заказчика в аренду.
- Консультации и обучение персонала Заказчика работе с оборудованием;
- Квалифицированный персонал, аттестованный непосредственно производителями оборудования.



ЭКСКЛЮЗИВНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

Компания ООО «TKC» – ведущий поставщик оборудования НК, обладает эксклюзивными правами на поставку приборов от производителей:

- JME Ltd. – рентгенографические кроулеры моделей: JME 6", JME 8", JME 10/60" и JME 24"
- ICM s.a. – рентгеновские генераторы серий: Site-XS 200kV - 250kV и Site-X 180 kV - 360 kV
- SONOTRON NDT – автоматизированные ультразвуковые системы и дефектоскопы на фазированных решетках
- Buckley's Ltd. – электроискровые дефектоскопы серии PD: PD 6 и PD 130; серии PHD: PHD1-20 и PHD2-40

Территория NDT

СОДЕРЖАНИЕ

№4 (октябрь - декабрь), 2012

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

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

Редакционный совет:

Азизова Е.А.
(Узбекистан, председатель УзОНК)

Аугутис В. (Литва)

Клюев С.В.
(Россия, президент РОНКТД)

Кожаринов В.В.
(Латвия, президент LNTB)

Маммадов С.
(Азербайджан, президент АОНК)

Мигун Н.П.
(Беларусь,
председатель правления БАНК и ТД)

Миховски М.
(Болгария, президент BSNT)

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

Ригишвилли Т.Р.
(Грузия, президент GEONDT)

Страгнефорс 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 Сидоренко С.В.
Компьютерное макетирование Быковский М.В.
Сдано в набор 01.11.12 г.
Подписано в печать 20.11.12 г.
Формат 60x88 1/8.
Бумага офсетная. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 8,93. Уч.-изд. л. 8,46.
Заказ Тираж 7000 экз.

Оригинал-макет подготовлен в ООО «Издательский дом «Спектр». Отпечатано в ОАО «Подольская фабрика офсетной печати», 142100, Московская область, г. Подольск, Революционный проспект, д. 80/42

НОВОСТИ

- Азизова Е.А., Артемьев Б.В., Ермаков Е.Л., Чупов А.В.**
Неразрушающий контроль в деятельности МАГАТЭ 4
- Клюев С.В.**
Первое заседание молодежного правления РОНКТД 5
- Ермаков Е.Л. Тиванова О.В.**
Международная система сертификации специалистов неразрушающего контроля теперь в Казахстане 6

ПОЗДРАВЛЯЕМ

- Поздравляем с 75-летием Данилина Н.С. и Бобренко М.В. 7

ВЫСТАВКИ, СЕМИНАРЫ, КОНФЕРЕНЦИИ

- XIII Международная специализированная выставка приборов и оборудования для промышленного неразрушающего контроля «Дефектоскопия 2012».**
Краткий отчет и интервью с участниками выставки 10
- Матвеев В.И.**
Aerospace testing russia – 2012 16
- Кузелев Н.Р.**
Проблемы инновационного развития технологий. Научно-практическая конференция «Радиационные технологии: достижения и перспективы» Госкорпорации «Росатом» 22

ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ

- Троицкий В.А.**
Совершенствование системы сертификации персонала NDT в соответствии с EN ISO 9712 – историческая необходимость в области неразрушающего контроля 26

МЕТОДЫ, ПРИБОРЫ, ТЕХНОЛОГИИ

- Клюев В.В., Мигун Н.П., Артемьев Б.В., Матвеев В.И.**
Достижения российских и белорусских ученых в области неразрушающего контроля и технической диагностики изделий сложной конструкции 30
- Ахундов Ф.Г.**
Опыт применения теплового метода контроля в нефтеперерабатывающей промышленности 42
- Завидей В.И., Милованов С.В.**
Методы и средства оперативной диагностики электрических машин 46
- Дубов А.А.**
Новые требования к методам и средствам диагностики напряженно-деформированного состояния материалов 52
- Ефимов А.Г., Кудрявцев Д.А.**
Сравнительный анализ индикаторных материалов для магнитопорошкового контроля, представленных на российском рынке 58
- Бондарчук Д.Н., Кобылянский А.И.**
Автоматизация магнитопорошкового контроля муфт в трубном производстве 64

НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МАГАТЭ



Международное агентство атомной энергии (МАГАТЭ) на протяжении ряда лет оказывает поддержку в развитии неразрушающего контроля в странах СНГ в целях повышения радиационной, промышленной и экологической безопасности в области эксплуатации производственно-опасных объектов. Так, при выполнении одного из региональных проектов МАГАТЭ в ряде стран в период с 2006 по 2010 гг. были созданы и успешно функционируют в настоящее время центры по неразрушающим методам контроля. Большое внимание при создании центров уделялось не только их оснащению современным оборудованием, но и обучению, повышению квалификации специалистов НК в соответствии с требованиями международных и европейских стандартов. На основе знаний и опыта, полученных в результате реализации проектов, была издана серия рекомендаций МАГАТЭ по обучению и сертификации специалистов в области НК и издана как внешняя публикация МАГАТЭ книга «Неразрушающий контроль в строитель-

стве» под редакцией академика РАН В.В. Клюева.

В этом году стартовал новый региональный проект МАГАТЭ RER 1009 «Развитие скоординированной деятельности по неразрушающим методам контроля в соответствии с правилами Международной организации по стандартизации (ISO) в области обучения, сертификации и гармонизации» (далее проект). Основная цель проекта заключается в проведении мероприятий и разработке рекомендаций по созданию в странах СНГ системы сертификации NDT-персонала в соответствии с процедурами и требованиями ISO. В проекте большое внимание уделяется развитию и внедрению единой системы сертификации специалистов по НК. Работы в этом направлении связаны с разработкой и внедрением требований по подготовке и аттестации специалистов, обеспечивающих единый подход к повышению квалификации персонала НК. В настоящее время в странах СНГ действуют различные национальные, европейские и международные

системы. В некоторых странах приняты только национальные системы, не согласованные с международными требованиями, соответственно, и NDT-специалисты отличаются по уровню квалификации. Внедрение международной системы сертификации в странах СНГ является актуальной задачей, особенно с введением в действие новой версии международного стандарта по сертификации специалистов ISO 9712-2012.

В период с 11 по 13 июля 2012 г. в рамках данного проекта состоялась встреча экспертов в области НК из Азербайджана, Казахстана, России, Турции, Узбекистана, Украины и Хорватии.

Цель этой встречи заключалась в разработке рабочего плана проекта на 2012–2013 гг. В процессе работы была дана оценка деятельности действующих в странах СНГ систем сертификации NDT-специалистов, учебных и аттестационных центров.

В результате обсуждений экспертами было предложено:

- в рамках проекта разработать рекомендации по развитию системы сертификации и обновить рекомендательные документы МАГАТЭ по НК в соответствии с ISO 9712-2012;
- провести экспертную оценку нескольких ведущих NDT-центров СНГ с последующей рекомендацией лучшего в качестве базового центра проекта;
- организовать поддержку развитию курсов дистанционного обучения специалистов НК;
- провести курсы по современным методам НК;
- оказать экспертную помощь центрам НК для перехода на ISO 9712-2012.

Следующая встреча экспертной рабочей группы проекта состоится 16–18 января 2013 г. в Варшаве (Польша).

Подробнее с материалами проекта можно ознакомиться на сайте: www.rer1009.iaea.org.



Участники рабочей группы регионального проекта МАГАТЭ RER 1009
В центре Елена Азизова (Узбекистан), слева направо: Дамир Маркусик (Хорватия), Синаси Екинси (Турция), Борис Артемьев (Россия), Андрей Чупов (МАГАТЭ), Патрик Бриссе (МАГАТЭ), Виталий Радько (Украина), Исаак Эйнав (Канада), Сабир Маммадов (Азербайджан), Евгений Ермаков (Казахстан)

АЗИЗОВА Елена Александровна,
АРТЕМЬЕВ Борис Викторович,
ЕРМАКОВ Евгений Леонидович,
ЧУПОВ Андрей Владимирович

ПЕРВОЕ ЗАСЕДАНИЕ МОЛОДЕЖНОГО ПРАВЛЕНИЯ РОНКТД



Проблема смены поколений и вовлечения в работу молодежи стоит перед каждым обществом. Опыт общения со многими национальными обществами НК за последние три года показывает, что готового решения пока ни у кого нет. Каждое общество по-своему пытается заинтересовать студентов и молодых специалистов в работе общества. А в Германии организовали программу продвижения DGZfP (Немецкого общества неразрушающего контроля) даже среди школьников.



РОНКТД решило пойти по пути создания молодежного правления (МП), пригласив войти в его состав молодых (до 35 лет) специалистов из ведущих компаний, представляющих практически все области применения НК: обучение и сертификация персонала, научные разработки, промышленность, лаборатории НК, поставка и внедрение оборудования, сервисные центры.

Мы предложили членам правления и компаниям-партнерам направить своих кандидатов для работы в МП, рассказав им о нашей идее.

В качестве основных целей МП мы обозначили:

- продвижение РОНКТД как общественной организации, объединяющей и представляющей интересы всех специалистов и компаний НК среди молодежи;
- привлечение активных молодых специалистов к обсуждению и решению на федеральном уровне вопросов в области неразрушающего контроля;

- установление связей и обмена опытом между студентами и молодыми специалистами во всех регионах РФ;
- подготовка кадрового резерва и постоянное обновление руководящих, исполнительных и экспертных органов РОНКТД из числа членов МП;
- помощь молодым специалистам НК в самореализации и продвижении новых идей;
- повышение престижа звания «член РОНКТД», «член МП», «специалист 1–3-го уровней» среди молодых специалистов.

МП должно, по нашему замыслу, решать те же проблемы и задачи, которые стоят перед правлением. Особое внимание, естественно, необходимо будет уделить развитию молодежной политики и внедрению современных технологий для продвижения общества. К первоочередным задачам МП следует отнести:

- формирование молодежной политики РОНКТД, ее продвижение и практическую реализацию;
- подготовку предложений и экспертных заключений по всем направлениям деятельности РОНКТД;
- формирование альтернативных направлений деятельности РОНКТД по вопросам, не охваченным существующими направлениями;
- содействие в распространении идей РОНКТД среди сообщества специалистов НК в России;
- информационное и организационное участие в реализации задач и проектов РОНКТД;
- привлечение максимально возможного количества молодых специалистов в РОНКТД;
- организация молодежных конференций, семинаров, форумов, в том числе он-лайн;
- участие в актуализации учебных программ по неразрушающему контролю для подготовки молодых

специалистов НК в вузах и учебных центрах;

- продвижение молодежной политики РОНКТД через журнал «Территория НДТ» и сайт, активное участие в форумах, ведение блогов.

Мы рады сообщить, что уже 27 компаний из Москвы, Рыбинска, Воронежа, Санкт-Петербурга, Ростова, Екатеринбурга, Томска откликнулись на наше предложение и делегировали в МП 35 своих кандидатов.

Первое заседание МП состоялось 30 августа в Москве. На нем выступили руководители направлений РОНКТД с информацией о своей деятельности и возможностях решения вопросов, связанных с НК. Было рассказано: об обучении и подготовке квалифицированных специалистов, научных публикациях, разработке стандартов и регламентов, сертификации оборудования, сертификации персонала, работе в международных организациях, рекламе и продвижении новых технологий, участии в выставках и конференциях, в том числе за рубежом, оценке деятельности компаний и борьбе с недобросовестными поставщиками услуг и оборудования.

МП до конца этого года должно будет самостоятельно сформировать свои органы управления и определить основные направления работы.

Правление РОНКТД взяло на себя обязательство рассматривать все предложения и замечания МП, а также приглашать участвовать в своих заседаниях членов МП.

Мы с удовольствием будем рассказывать о деятельности молодежного правления РОНКТД и надеемся, что уже в следующем номере читатели получат информацию из первых рук — от членов МП РОНКТД.

Мы будем рады ответить на любые вопросы и поделиться опытом, в первую очередь с нашими коллегами по журналу.

Мы также напоминаем, что МП РОНКТД — открытая организация, объединяющая в своих рядах молодых активных специалистов НК, стремящихся к самореализации, творческому развитию и успешной карьере.

По всем вопросам просьба обращаться в секретариат РОНКТД по адресу info@ronktd.ru

*КЛЮЕВ Сергей Владимирович,
президент РОНКТД*

МЕЖДУНАРОДНАЯ СИСТЕМА СЕРТИФИКАЦИИ СПЕЦИАЛИСТОВ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ТЕПЕРЬ В КАЗАХСТАНЕ

В настоящее время Казахстан находится на стадии перехода от сырьевой к высокоэффективной индустриально-инновационной модели развития национальной экономики. Основными показателями такого процесса служит организация на территории Казахстана высокотехнологичных производств по переработке основных добываемых ресурсов (нефти, газа, железной руды, руды цветных металлов). Не утратила своей актуальности проблема обеспечения энергетической независимости страны, одним из возможных решений которой может стать строительство промышленной атомной станции. Поддержание ядерной компетенции Казахстана подразумевает создание всей атомно-энергетической отрасли и включает широкий спектр вопросов, таких как подготовка кадров, обеспечение ресурсов, материально-технические, научные и финансовые функции. В свою очередь для обеспечения безопасного функционирования оборудования, конструкций и трубопроводов радиационно опасных объектов должны быть внедрены процедуры по подготовке персонала, специализирующегося в соответствующих областях неразрушающего контроля.

Неразрушающий и разрушающий контроль обеспечивают качество функционирования, надежность и безопасность эксплуатации огромного числа самых разнообразных технических объектов, в том числе и объектов атомной отрасли. При этом эффективность применения комплекса методов контроля обуславливается как уровнем развития и применением передовых методов неразрушающего контроля, так и квалификацией специалистов, принимающих участие в процедуре технического освидетельствования и контроля качества материалов радиационно опасных объектов. Квалификация специалиста подтверждается его образованием, специальными знаниями, навыками, опытом, позволяющими ему технически грамотно проводить контроль.

Внедрение соответствующих схем обучения и аттестации в области неразрушающего контроля в соответствии с требованиями международных систем сертификации слу-

жит залогом подготовки технических специалистов высокого уровня. Одной из таких международных систем является PCN.

Что такое PCN? Personnel Certification in Non-Destructive Testing – это Британская система сертификации персонала в области неразрушающего контроля, аккредитованная на соответствие требованиям европейского стандарта EN 473, а также международного стандарта ISO 9712.

Научно-технический центр неразрушающих методов контроля и испытаний Института ядерной физики Республики Казахстан (НТЦ НМКИ) при поддержке в рамках британской программы «Закрытые ядерные центры» CNCP получил аккредитацию в системе PCN в качестве учебного центра по визуальному, капиллярному, радиационному (включая интерпретацию рентгеновских снимков) методам контроля.

Для успешного прохождения аудита по аккредитации необходимо было выполнить требования международных стандартов не только к помещениям для теоретических и практических занятий, оборудованию, расходным материалам и экзаменационным образцам, но также к квалификации персонала. Несмотря на то что ведущие специалисты НТЦ НМКИ имели европейскую сертификацию на 3-й уровень квалификации по НК, нам пришлось пройти 9-недельное обучение и аттестацию в британской компании Argyll-Ruane Ltd по трем направлениям: по неразрушающим методам контроля, по подготовке преподавателей и экзаменационных наблюдателей.

Другая важная задача при прохождении аудита заключалась в адаптации англоязычных материалов и подготовке учебной и методической документации на русском языке. Аудит НТЦ НМКИ проводил Британский институт неразрушающего контроля (BINDT).

В соответствии с системой PCN обучение специалистов и предоставление экзаменационной базы осуществляются нашим Научно-техническим центром неразрушающих методов контроля и испытаний. Предоставление экзаменационной базы подразумевает проведение теорети-



Сотрудники НТЦ НМКИ (в центре фото) Тиванова О.В., Ермаков Е.Л., Кислицин С.Б. в Argyll-Ruane Ltd.

ческих и практических экзаменов с использованием оборудования и экзаменационных образцов НТЦ НМКИ. Британский институт неразрушающего контроля непосредственно перед проведением экзаменов присылает экзаменационные тесты и задания практических экзаменов. Обработка и оценка результатов экзаменов и выдача сертификатов осуществляются также в BINDT (Великобритания). Благодаря такой схеме обучения и аттестации гарантируется достаточно высокий уровень квалификации и конкурентоспособность специалистов неразрушающего контроля для динамично развивающихся промышленных и добывающих отраслей Республики Казахстан.

Сертификат об аккредитации учебного центра НТЦ НМКИ, выданный BINDT



В заключение выражаем благодарность за материальную и консультационную поддержку, оказанную в рамках Программы CNCP, а также представителям Argyll-Ruane Ltd. за помощь при подготовке к аудиту.

ЕРМАКОВ Евгений Леонидович,
начальник НТЦ НМКИ,
Институт ядерной физики,
Республика Казахстан
ТИВАНОВА Оксана Викторовна,
старший научный сотрудник НТЦ НМКИ,
Институт ядерной физики,
Республика Казахстан



75-летний юбилей члена правления РОНКТД доктора технических наук, профессора, генерал-майора Николая Семеновича ДАНИЛИНА

Николай Семенович Данилин — доктор технических наук, профессор, известный ученый в области теории и практики неразрушающего контроля электронной компонентной базы (ЭКБ) космического применения современных космических объектов и систем.

Н.С. Данилин — лауреат премии СМ СССР (1987), академик Российской и Международной инженерных академий, Академии космонавтики им. К.Э. Циолковского, Академии проблем качества, член правления Российского общества по неразрушающему контролю и техни-

ческой диагностике (РОНКТД).

Н.С. Данилин является одним из основоположников теории и методов неразрушающего контроля электронной компонентной базы для целей длительных сроков активного функционирования космических аппаратов и систем. Н.С. Данилин удостоен званий Заслуженный испытатель космической техники, Заслуженный инженер России. Н.С. Данилин — разработчик эксплуатационного обеспечения летно-конструкторских испытаний глобальной навигационной спутниковой системы «ГЛОНАСС», международных станций «Венера-Галлея», «Марс» и др.

Николай Семенович Данилин родился 20 ноября 1937 г. в Харькове, в 1955 г. с серебряной медалью окончил среднюю школу и поступил в Харьковское ВАИВУ на радиотехнический факультет. В 1965 г. он окончил очную адъюнктуру и защитил кандидатскую диссертацию, в 1971 г. — докторскую диссертацию по проблемам неразрушающего контроля качества радиоэлектронной аппаратуры.

С 1972 по 1982 гг. Н.С. Данилин работает начальником кафедры надежности и эксплуатации космических электронных систем Харьковского ВВКИУ. С 1982 г. он заместитель генерального директора Российского НИИ космического приборостроения по научной работе (Москва). В 1987 г. Н.С. Данилину присвоено звание генерал-майора.

С 1992 по 2007 гг. Н.С. Данилин работает начальником Научного центра сертификации элементов и оборудования (НЦ СЭО); в настоящее время он — заместитель начальника НЦ СЭО ОАО «Российские космические системы»; научный консультант по системам космического приборостроения ООО «Космос Комплект».

Н.С. Данилин награжден орденом «За службу Родине в ВС» III степени и многими медалями, в том числе ведомственными Роскосмоса.

Н.С. Данилин автор более 100 научных трудов, в том числе 25 монографий и 3 учебников.

В течение 1985–2012 гг. Н.С. Данилин руководил и продолжает свою деятельность от имени Федерального космического агентства по совместному российско-западноевропейскому проекту Taxis — Электронная компонентная база — создание гармонизированных алгоритмов тестирования высоконадежной электронной компонентной базы при управлении качеством космической радиоэлектронной аппаратуры в условиях глобальной открытой экономики.

Н.С. Данилин руководит филиалом кафедры «Микроэлектроника» Московского инженерно-физического института. Им создана известная в РФ и за рубежом научная школа по современным методам обеспечения качества ЭКБ и надежности отечественных космических объектов и систем с длительными сроками активного существования. Н.С. Данилиным подготовлено 35 кандидатов технических наук и 10 докторов технических наук. Он член 2 аттестационных советов по присуждению ученых степеней, в том числе в Вычислительном центре РАН им. акад. А.А. Дородницына, ОАО «Российские космические системы».

Широко известна в России и за рубежом деятельность Н.С. Данилина по организации работ по проблемам управления электронной компонентной базой, качеством и надежностью в технологии современных космических систем с длительными сроками существования.

Н.С. Данилин — заместитель председателя МНТОРЭС им. А.С. Попова, президент ежегодной общероссийской и международной конференции «Элементная база космических систем», руководитель секции МНТОРЭС им. А.С. Попова «Космические электронные компоненты и вопросы их сертификации», член правления РОНКТД.

Профессор Н.С. Данилин является руководителем Центра компетенции по развитию принципиально нового инновационного направления эволюции ЭКБ космического применения — систем в корпусе (монография Н.С. Данилина, Д.М. Димитрова, И.Х. Сабирова «Инновационные космические макросистемы в корпусе» вошла в программу «Сколково», реестровая запись 10 № 0000512 от 19 июня 2012 г., Центр компетенций ООО «Космос-Комплект»).

Признавая большую научную, педагогическую и организационную деятельность в области развития новых перспективных технологий в космической индустрии и конкретно в инновационном развитии радиационно-стойких ЭКБ для перспективных космических объектов и систем, а также международную деятельность Н.С. Данилина по управлению качеством ЭКБ космической радиоэлектронной аппаратуры в условиях глобальной открытой экономики, активное руководство по проектам гармонизации требований к ЭКБ между Европейским космическим агентством и Федеральным космическим агентством РФ, проф. Н.С. Данилин был выдвинут президентом РОНКТД, академиком РАН В.В. Ключевым кандидатом в члены-корреспонденты РАН (2011).

От имени Российского общества по неразрушающему контролю и технической диагностике, коллектива редакции журнала «Территория NDT», а также коллег и друзей сердечно поздравляем Вячеслава Михайловича с юбилеем, желаем неразрушаемого здоровья, благополучия и новых творческих достижений.



75-летие Вячеслава Михайловича БОБРЕНКО

23 октября 2012 г. исполнилось 75 лет со дня рождения известного ученого и специалиста в области акустических методов неразрушающего контроля, доктора технических наук, действительного члена Академии электротехнических наук РФ, зав. лабораторией НПП MDR Grup (г. Кишинев, Республика Молдова) Вячеслава Михайловича Бобренко.

После окончания института с 1965 г. Вячеслав Михайлович Бобренко работал на заводе «Сигнал» в Кишиневе. В январе 1967 г. В.М. Бобренко поступил на работу во Всесоюзный научно-исследовательский институт по разработке неразрушающих методов и средств контроля качества материалов (ВНИИНК) в качестве старшего научного сотрудника. По окончании заочной аспирантуры НИИИИ в 1974 г. защитил кандидатскую диссертацию в Одесском политехническом институте. В 2004 г. в диссертационном совете ЗАО «НИИИИ МНПО «СПЕКТР» защитил докторскую диссертацию на тему «Разработка и создание методов и

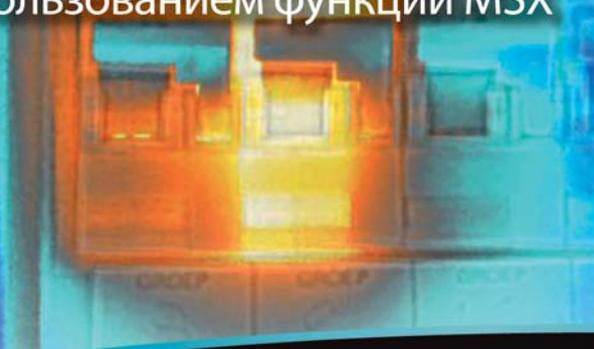
средств акустической тензометрии разъемных соединений аэрокосмических аппаратов» по специальности 05.11.13. «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий». Всего В.М. Бобренко опубликованы 3 монографии, более 150 научных трудов, в том числе более 40 авторских свидетельств на изобретения СССР и зарубежных патентов. За 30 лет работы в институте В.М. Бобренко прошел путь от научного сотрудника до зав. отделением. Для НПО «Энергомаш им. акад. В.П. Глушко» под руководством В.М. Бобренко были проведены исследования, разработаны метод акустической тензометрии, оборудование и технология акустического контроля усилия затяжки резьбовых соединений ракетных двигателей. Разработанные приборы демонстрировались и были отмечены на международных выставках и ВДНХ СССР.

На основе многолетних исследований и успешного использования акустического метода и аппаратуры при производстве жидкостных ракетных двигателей в ОАО «НПО «Энергомаш им. акад. В.П. Глушко» с участием специалистов ЗАО «НИИИИ МНПО «Спектр» и ряда организаций России, Украины и Молдовы и автора метода акустической тензометрии В.М. Бобренко был разработан государственный стандарт ГОСТ Р 52889—2007 «Контроль неразрушающий. Акустический метод контроля усилия затяжки резьбовых соединений. Общие требования», который введен в действие с 1 января 2010 г.

Под руководством В.М. Бобренко разработаны, прошли государственные испытания и освоены в серийном производстве первые программируемые приборы для контроля бетона, ряд акустических тензометров. В последние годы с участием специалистов фирмы АО «Вотум» В.М. Бобренко создал акустический тензометр УД4-Т НУ-01, в котором использованы самые последние достижения цифровой обработки сигналов.

От имени Российского общества по неразрушающему контролю и технической диагностике, коллектива редакции журнала «Контроль. Диагностика», а также коллег и друзей сердечно поздравляем Вячеслава Михайловича с юбилеем, желаем неразрушаемого здоровья, благополучия и новых творческих достижений.

ИК-изображение с использованием функции MSX



ИК-изображение без использования функции MSX



FLIR серии T400

Тепловизоры для диагностического обслуживания

Новые тепловизоры FLIR серии T400 сочетают отличную эргономику с высоким качеством изображения 320x240 пикселей. Поворачиваемый блок объектива FLIR серии T400 позволяет проводить измерения объектов под разными углами.

Одна из версий T440 оснащена инновационной функцией многоспектрального динамического изображения (MSX). MSX позволяет создавать максимально четкие и детальные ИК-изображения. Благодаря исключительно высокому качеству тепловой картинки обеспечивается четкая локализация проблем без ущерба для температурных данных.



FLIR
www.flir.com

concrete and metal testing



SilverSchmidt

Молоток для испытания бетона

Молоток SilverSchmidt представляет новейшие разработки компании и позволяет измерять прочность по ГОСТ 22690 в диапазоне от 5 до 170 Н/мм². Встроенный электронный блок, увеличенный более чем в 3 раза срок службы пружины, отсутствие влияния пространственного положения молотка на результаты измерений. Прошел тесты НИИЖБ на объектах «Москва-Сити» и «Мирак Плаза». Внесен в Госреестр средств измерений РФ.



Original Schmidt

Молоток для испытания бетона

Более 50 лет во всем мире для оценки прочности бетонов применяют молотки Шмидта. Существующие типы N, L, NR и LR позволяют измерять прочность по ГОСТ 22690 в диапазоне от 10 до 70 Н/мм². Типы NR и LR осуществляют регистрацию результатов на бумажную ленту в виде гистограммы. Внесен в Госреестр средств измерений РФ.



Profoscope

Определение местоположения стержней арматуры и толщины защитного слоя бетона

Универсальный прибор со встроенным датчиком. Удобное управление и визуализация результатов в режиме реального времени. Диапазон измерений толщины защитного слоя до 180 мм. Определение диаметра стержня, средней точки между стержнями. Внесен в Госреестр средств измерений РФ.



Profometer 5+

Определение местоположения стержней арматуры и толщины защитного слоя бетона

Прибор с выносным датчиком. Позволяет сохранять и передавать в ПК результаты измерений с помощью поставляемого в комплекте ПО ProfoLink. Модель Scanlog позволяет в масштабе сканировать и сохранять картину арматурной сетки и получать картину распределения толщины защитного слоя. Диапазон измерения толщины защитного слоя до 180 мм. Внесен в Госреестр средств измерений РФ.



Pundit Lab+

Ультразвуковой прибор

Pundit Lab+ — ультразвуковой прибор для определения прочности на сжатие бетона SONREB-методом, а также для определения глубины поверхностных трещин в бетоне. Имеет возможность отображать форму сигнала на ПК либо осциллографе.



Equotip Vambino 2

Динамический твердомер для металла

Equotip Vambino 2 — эффективный и простой в использовании твердомер. В нем сочетаются легкость, компактный дизайн и возможность замены датчиков D/DL. Результаты измерений отображаются во всех общепринятых шкалах твердости: HV, HB, HRC, HRB, HS. Высокая точность с автоматической коррекцией пространственного положения датчика. Внесен в Госреестр средств измерений РФ. **Специальная цена 49'900 рублей!**

Официальный представитель Proceq SA в России

ООО «Просек Рус»

Санкт-Петербург, ул. Оптиков, д. 4, к. 2, лит. А, оф. 410

Тел./факс: +7 812 448 35 00

info-russia@proceq.com

www.proceq-russia.ru

ISO
9001

proceq



XIII МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА ПРИБОРОВ И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОГО НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ «ДЕФЕКТОСКОПИЯ 2012»

С 4 по 6 сентября 2012 г. в Санкт-Петербурге прошла XIII Международная специализированная выставка приборов и оборудования для промышленного неразрушающего контроля «Дефектоскопия».

Выставка этого года стала настоящей встречей профессионалов неразрушающего контроля (НК): более 60 предприятий отрасли из России и 5 зарубежных стран (Германии, Испании, Украины, Франции, Швеции) представили полный спектр современных приборов и оборудования всех видов НК для промышленности, строительства и транспорта. За три дня работы мероприятие посетили

1350 специалистов-практиков из различных регионов России, а также представители иностранных компаний из Австрии, Бельгии, Великобритании, Германии, Латвии, Украины, Финляндии, Чехии.

4 сентября состоялась церемония торжественного открытия выставки, в которой приняли участие президент Российского общества по неразрушающему контролю и технической диагностики (РОНКТД) Сергей Владимирович Клюев, главный редактор журнала «В мире неразрушающего контроля», вице-президент РОНКТД Анатолий Константинович Гурвич, председатель Санкт-Петербургского отделения РОНКТД Владимир Евгеньевич Прохорович, исполнительный вице-президент Союза промышленников и предпринимателей Санкт-Петербурга Николай Владимирович Ковалев. Почетные гости отметили возрастающую роль неразрушающего контроля для предупреждения глобальных рисков, аварий и техногенных ката-

строф. С.В. Клюев обратил внимание участников и гостей форума на то, что выставка «Дефектоскопия» способствует внедрению новых технологий и оборудования в работу промышленных предприятий, а Н.В. Ковалев в своем приветственном слове отметил рост числа российских производителей среди экспонентов.

В северной столице выставка проходит один раз в три года и предоставляет специалистам по дефектоскопии возможность ознакомиться с последними новинками отрасли и найти надежных поставщиков оборудования и услуг. Участники выставки, в свою очередь, отмечают несомненную пользу мероприятия для продвижения своей продукции.

Задачей выставки было не просто продемонстрировать новинки оборудования и технологий, но и содействовать популяризации новых средств НК и технической диагностики, чему во многом способствовала деловая программа



мероприятия, в рамках которой состоялось 8 круглых столов, посвященных различным методам контроля. Специалисты особо отметили выступление Гарри Пасси, представителя компании Sonotron NDT (Израиль), с которым был организован телемост на тему «УЗК на базе дифрагированных волн». Деловая программа выставки в этом году стала безусловным достижением мероприятия и сыграла важную роль в установлении взаимовыгодных отношений, заключении сделок и проведении переговоров.

На экспозиционной площадке был организован контрольно-диагностический полигон, на котором участники проводили тест-драйвы приборов и оборудования на реальных объектах контроля

непосредственно в выставочном павильоне. Посетители смогли лично убедиться в заявленных эксплуатационных характеристиках приборов, а участники, в свою очередь, наглядно продемонстрировали действие средств НК, их отличительные особенности и сильные стороны.



Выставка «Дефектоскопия» прошла при поддержке Российского общества по неразрушающему контролю и технической

диагностике (РОНКТД). Организаторы — Выставочное объединение «РЕСТЭК®» и журнал «В мире неразрушающего контроля».

Справка по выставке: с 2000 г. выставка «Дефектоскопия» проводится в разных регионах России: в Перми, Томске, Волгограде, Уфе, а через каждые 2 года «возвращается» в Санкт-Петербург. Данный формат проведения был выбран для того, чтобы предоставить возможность региональным специалистам ознакомиться с новинками отрасли, а поставщикам средств НК найти своих заказчиков в крупнейших промышленных регионах России.

Информация предоставлена организаторами выставки.



ИНТЕРВЬЮ С УЧАСТНИКАМИ ВЫСТАВКИ



КРОТОВ Вадим Вячеславович
Руководитель службы маркетинга,
ООО «Научно-промышленная группа
«Алтек», Санкт-Петербург

Какие новинки Вы представляете на выставке «Дефектоскопия»?

Мы привезли на выставку ручные ультразвуковые дефектоскопы, ультразвуковые датчики нашего производства и различные аксессуары для дефектоскопии ультразвуковой и вихретоковой. Автоматизированный комплекс ультразвукового и вихретокового контроля колесных пар вагонов PELENG-AUTOMAT мы представляем в виде информационного стенда, потому как это большое оборудование, сложное, выставлять его на стенде трудно и очень затратно. Комплекс предназначен для контроля вагонов подвижного состава в целях выявления дефектов колесных пар в оси, а также в диске, ободе, гребне и ступице колеса.

С удовольствием покажем это оборудование у себя на фирме или практически в любом регионе Российской Федерации, уже более 50 депо оснащены этим автоматизированным комплексом. Со всеми заинтересовавшимися этим комплексом на выставке мы договариваемся о показе на территории заказчика.

Расскажите немного о приборе PELENG-307.

PELENG-307 — прибор неразрушающего контроля, в основу функционирования которого положены технологии ультразвуковой и вихретоковой дефектоскопии. На мой взгляд, это наиболее удачный прибор в линейке наших ручных приборов: компактный, небольшая масса



(не более 1,35 кг), сохраняет работоспособность в широком диапазоне температур – от –25 до +50°С, большой, цветной, высококонтрастный, с большим углом обзора, быстрый дисплей; продуманный интерфейс: цифровая клавиатура, расположение функциональных кнопок непосредственно под экраном (принимают значение в зависимости от контекста меню), возможность автоматического запоминания настроек и протоколов, защита результатов контроля и настроек от несанкционированного удаления. Прибор способен работать также в качестве толщиномера. Интерфейс прибора создан с учетом требований и пожеланий заказчиков, минимализм в обозначениях А, В, С – буквы, стрелочки, то, к чему мы привыкли, к логическим упрощенным схемам.

Разработаны различные версии программного обеспечения: «Универсальная», «Нефтегазовая», «Судо-строительная», «Подъемно-транспортная», «Теплоэнергетическая». Названия говорят сами за себя.

Прибор сертифицирован?

Сертификации мы уделяем очень большое внимание. Прибор сертифицирован в Ростехнадзоре, в Морском регистре и как средство измерения. Приборы сертифицированы и у соседей: в Беларуси, в Казахстане, в Украине и других странах СНГ.

Вы стали самостоятельно производить ультразвуковые датчики. Это для «Атека» новое направление?

Для нас это направление новое, мы использовали аксессуары сторонних производителей, они прекрасно работали и работают с нашим оборудованием. Теперь решили изготавливать их самостоятельно. Получилось очень приличное качество и ассортимент аксессуаров расширяется.

Каковы Ваши пожелания к организаторам выставки?

Растет конкуренция среди организаторов выставок, тема контроля и диагностики подхвачена регионами, и москвичи очень активно работают в этом направлении. Хочу пожелать организаторам выставки «Дефектоскопия» и особенно Михаилу Яковлевичу Грудскому не сдаваться и поблагодарить его и коллег за качественный труд, хорошую организацию, активную позицию и интересный и полезный журнал «В Мире НК». Со своей стороны всегда поддерживали это мероприятие и будем его активными участниками дальше.



Рagnar ВАГА (Ragnar Vaga)
YXLON International GMBH, Германия

YXLON International GMBH – ведущий мировой производитель оборудования промышленного рентгеновского контроля. Я региональный менеджер по продажам оборудования YXLON International в Скандинавии и в России.

Вы участвуете в региональной выставке «Дефектоскопия». Ваше мнение об этой выставке, об этом мероприятии, о посетителях.

Я в первый раз здесь, благодаря нашему партнеру фирме «Индустрия-

Сервис». Первое впечатление хорошее. Выставка очень компактная, но это даже хорошо, в том смысле, что все друг друга знают, здесь много профессионалов. Конечно, хорошо было бы иметь больше реального оборудования на стенде, это более наглядно, особенно если мы говорим о рентгене. Это помогло бы посетителям лучше познакомиться с оборудованием и новинками. Много посетителей, много переговоров. Видно, что посетители более или менее знают, что они ищут и что им нужно.

Для Вас выставка – «имиджевое» мероприятие или реальные контракты и реальные договоренности?

Я думаю, что всегда и везде выставки – это больше вопрос маркетинга, имиджа, место для показа (презентации) новинок, если возможно. Обычно изготовители даже задерживают новинки до момента выставки, чтобы «громко» выйти на рынок. Так что в первую очередь это маркетинг, и если на выставке есть возможность получить заказ, подписать договор или соглашение – это замечательно. Но я не думаю, что на выставках нужно ориентироваться только на заказы. Важно быть на виду, важно показывать продукцию, показывать свою компанию.

Какие новинки есть у компании YXLON?

У нас была выставка весной в Штутгарте – «Контроль», это как раз выставка по метрологии. И на ней мы показывали в принципе те же системы, стандартные, которые мы производим. Снаружи это свинцовый бокс, и это не меняется. Системы изменяются больше внутри. Мы постоянно совершенствуем технологии, стараемся найти более надежные комплектующие и детали. Постоянно обно-

вляется программное обеспечение, совершенствуются детекторы (приемники излучения).

Контроль сложных деталей, изделий из композитных материалов и материалов с низкой плотностью — это как вызов технологии — видеть эти материалы, разделять их. Над этим мы работаем и в первую очередь над детекторами, их улучшением.

Расскажите о рентгенотелевизионных системах и перспективах этого направления.

Здесь надо говорить о двух сегментах. Если мы говорим о микрофокусных системах в электронике, то там давно уже не используются усилители. Мы предлагаем цифровые панели. Уже сегодня эти детекторы или цифровые панели работают в реальном времени — 30 кадров в секунду. При такой скорости существует проблема времени обновления. Мы активно работаем над снижением уровня шумов и, наверное, скоро сможем говорить о каких-то новинках.

Если говорить о больших системах, которые мы предлагаем, то помимо усилителей все больше используются цифровые панели. Основная проблема — это цена. У цифровых панелей цена больше, чем у усилителей, и это одна из причин, по которой заказчики выбирают усилители. Но я думаю, что цифровые панели будут использовать все больше и больше. Это перспективное направление, и за ним будущее. Тем клиентам, которые эксплуатируют наши системы с усилителями, YXLON предлагает пакеты обновления. Мы говорили с Александром Труновым, что надо в России всем нашим клиентам, кто использует усилители, предлагать цифровые панели. Потому что у них много позитивных характеристик, таких как высокая скорость получения изображения, точность, низкий уровень шума, возможность обрабатывать изображения, разные фильтры. На стенде ЗАО «Индустрия-Сервис» представлена имитация системы Y.HDR-Inspect (High Dynamic Radioscopy). Мы очень гордимся этой системой, я думаю, это уникальная система. Хотя конкуренты и что-то подобное делают, нам кажется, что все-таки мы на полшага впереди других или, может быть, даже на шаг.

Несколько слов о вашем партнере на территории России и СНГ ЗАО «Индустрия-Сервис».

Я познакомился с генеральным директором ЗАО «Индустрия Сервис» Александром Труновым весной. YXLON и компания Александра Трунова работают вместе уже более 20 лет. Комментарии излишни, могу только похвалить. Если бы что-то не понравилось, то не работали бы вместе. Как я вижу, на выставке компания «Индустрия-Сервис» и Александр Трунов известны заказчикам.

Спасибо за интервью. Очень содержательное. Надеюсь, мы Вас увидим в Москве на выставке в Олимпийском. Это одна из крупнейших выставок, одно из крупнейших мероприятий. Пожелаем друг другу успехов. Еще раз спасибо.



ЕЛИЗАРОВ Сергей Владимирович

Группа компаний «ИНТЕРЮНИС», ООО «ИНТЕРЮНИС-ИТ», Москва, генеральный директор

Несколько слов о выставке.

Мы не первый год участвуем в подобных выставках, можно сказать, завсегда. Представляем свое оборудование и услуги. Конечно, хотелось бы видеть больше посетителей, надеемся что интерес к выставке будет год от года расти. Знакомимся с разработками наших коллег из других компаний, показываем свои pilotные разработки, в общем, работа идет.

Как Вы оцениваете общий уровень посетителей?

Сложно сказать. Но в принципе, те, кто приходят, интересуются и спрашивают о деле, вопросы задают качественные. Людей, которые просто приходят поглазеть, я здесь не встретил.

Какие новинки Вы представляете на выставке?

Универсальный инструмент неразрушающего контроля UNISCOPE. Новейшая разработка нашей компании. На единой аппаратной платформе прибор объединяет в себе 2-канальную АЭ-систему, акустический течеискатель, тензоизмеритель и виброметр. Кроме того, в разработке находятся дополнительные функции UNISCOPE, которые в перспективе позволят использовать его как ультразвуковой толщиномер, генератор тестовых электрических и ультразвуковых импульсов, интегральный толщиномер, измеритель электрохимических потенциалов и блуждающих токов, вихретоковый дефектоскоп и магнитометр. Подобная универсальность достигается за счет использования различных внешних измерительных блоков, подключаемых к общему вычислительному устройству, оснащеному многофункциональным программным обеспечением.

Отличительными особенностями UNISCOPE являются: малая масса и хорошая эргономика; надежная защита от внешних воздействий; возможность эксплуатации при отрицательных температурах; два широкополосных аналоговых и два цифровых канала для подключения датчиков и внешних измерительных блоков; возможность объединения двух и более приборов для многоканальных измерений.

Основным направлением деятельности группы компаний «ИНТЕРЮНИС» является создание и внедрение систем комплексного диагностического мониторинга, расскажите об этих системах.

Да, это так. Компанией «ИНТЕРЮНИС» разработаны и поставляются системы непрерывного мониторинга технического состояния опасных производственных объектов, созданные на базе аппаратно-программного комплекса Лель-М /A-Line 32D (DDM-M)/. Такие системы позволяют осуществлять непрерывный контроль технического состояния объектов в процессе их эксплуатации, основываясь на различных методах неразрушающего контроля, средствах измерения напряженно-деформированного состояния и ра-

бочих параметров технологического процесса, наблюдениях за факторами, влияющими на повреждаемость объекта.

Основными методами НК при построении систем КДМ являются: акустическая эмиссия; ультразвуковая толщинометрия; вибродиагностика.

Область применения систем: изо-термические резервуары, сосуды давления, трубопроводные переходы, строительные объекты, мосты и т.д.

В этом году пройдет третья конференция по акустической эмиссии, несколько слов об этом мероприятии.

Да, мы сами занимаемся акустической эмиссией и всемерно ее популяризуем и продвигаем. С этой целью и проводим различные подобные мероприятия. Это уже третья наша конференция. Но проблематика конференции звучит шире, предлагаем обсуждать вопросы акустической эмиссии в аспекте систем комплексного диагностического мониторинга, как составную часть. Плюс совместно с нами проводит семинары РИСКОМ по управлению и мониторингу рисков. Это новое направление, которое наша компания недавно включила в число для себя приоритетных. Семинар пройдет в Подмосковье в пансионате «Липки» в ноябре этого года с 12 по 16 ноября. Так что приглашаем всех специалистов, интересующихся нашей современной техникой и озвученной проблематикой.

Спасибо. Надеемся, что вы приглашите нас осветить это событие. Мы с удовольствием опубликуем отчет, фотоматериалы. Будем ждать от вас подробной информации.

Конечно, добро пожаловать.

БОНДАРЕВ Олег Юрьевич

Президент Промышленной ассоциации «МЕГА», Москва

Каково Ваше мнение о выставке?

Промышленная ассоциация «МЕГА» — постоянный участник выставок по неразрушающему контролю и технической диагностике, в том числе и здесь, в Санкт-Петербурге. В этом году выставка меня приятно удивила. И первый день выставки

прошел очень хорошо, большое количество посетителей на стенде, высокий интерес к нашему оборудованию и к тем технологиям, которые мы — промышленная ассоциация «МЕГА» — в целом предлагаем. Мы очень положительно оценили это событие.



Несколько слов о новинках и оборудовании, которые здесь представлены.

Если говорить о новинках и оборудовании, которые представлены в рамках сотрудничества с Промышленной ассоциацией «МЕГА», то в ней более 20 компаний, и каждая периодически выдвигает на рынок новое оборудование. Новинок много и в области визуально-измерительного контроля, и в области рентгеновского контроля. На этой выставке впервые показан аппарат бельгийской компании XRIS. В области ультразвукового контроля есть интересные системы. Представлена очень интересная система для диагностики подземных трубопроводов — MsS 3030R (США), использующая технологию магнестрикционного скрининга. Магнитопорошковый и капиллярный контроль представлен нашим партнером компанией «Магнафлюкс» (Англия).

Расскажите, пожалуйста, подробнее об оборудовании X-RIS.

Это портативный рентгеновский аппарат мощностью 160 и 200 кВ. Впервые этот прибор был представлен в России на Европейской конференции по неразрушающему контролю, которая проходила в Москве. С тех пор ПА «МЕГА» заключила соглашение с компанией — разработчиком этого прибора XRIS (Бельгия) и представляет его на российском рынке. Прибор интересен своим дизайном — промышленный, компактный. Он очень удобен при

использовании на сложных объектах, на выездах, в поле для диагностики каких-то сложных конструкций с ограниченным доступом. Прибор оснащен дистанционным управлением, автономным питанием, рентгеновскими трубками, отвечающими всем современным стандартам. Он имеет цифровые интерфейсы, интернет, его легко интегрировать в различные диагностические комплексы, им удобно проводить сбор данных. В качестве дополнительного компонента компания XRIS предлагает сканеры фосфорных пластин и плоскопанельные детекторы рентгеновского излучения. Есть возможность адаптации прибора под различные объекты, как тонкостенные конструкции, так и достаточно толстые стенки трубопроводов. Прибор мощностью 160 кВт работает по стали с толщинами до 20 мм.

На стенде Вы традиционно представляете компанию EVEREST VIT.

Эта компания уже 12 лет работает на российском рынке. Мы рады ее представлять. И сейчас в новом качестве, в составе всем известной компании GENERAL ELECTRIC. Ресурсы GE позволили существенно повысить и качество, и функциональность этих изделий. Практически каждый год выходит новинка. Интересная разработка этого года — технический эндоскоп XLG3 с функцией фазовых измерений и с возможностью ультрафиолетовой подсветкой. Это значит, что сейчас мы уже создаем комплексные системы по магнитопорошковому, люминесцентному контролю с использованием технических эндоскопов. Люминесцентный материал наносится внутри изделия, например, на элементы авиационного двигателя, а эндоскоп позволяет искать дефекты без прямого видимого доступа к месту контроля.

У Вас есть еще одно направление — это передвижные, мобильные лаборатории неразрушающего контроля, несколько слов о них.

Вы правы, это направление из небольшого, узкоспециализированного переросло в практически общероссийский проект. Сейчас мы работаем не только для технической диагностики, но и стали производителем спецтехники, включая различные

автомобили, дорожные лаборатории, экологические лаборатории. Это оказался очень большой спектр для нас и огромный фронт работ. Сейчас ПА «МЕГА» и партнер ассоциации — завод «МЕГАВАН» производят 300—400 лабораторий различного назначения в год.

Объем большой. Если на ранней стадии развития направления одна лаборатория в два месяца — уже событие, то сейчас заказы на 10—20 лабораторий уже не редкость. Технологии постоянно совершенствуются, наши лаборатории успешно конкурируют с зарубежными аналогами, которые значительно дороже, но не более функциональны, чем наши. Тем более элементная база и оборудование, которыми комплектуются наши лаборатории, поставляются лучшими производителями в различных областях. Поэтому изделия получают достаточно конкурентоспособными.

Несколько слов о самой ассоциации «МЕГА».

Промышленная ассоциация была создана в 2005 г. группой компаний. В названия многих компаний входила составляющая «МЕГА» — МЕГА-

Инжиниринг, МЕГА-Технолоджиз и т.д. Ассоциация открыта для членства. Многие наши партнеры оценили все преимущества такого объединения, концентрации ресурсов для решения задач, которые сложно выполнить одной компании, организация выставок, издание своих информационных различных материалов, в том числе и журнала МЕГАТЕХ. Не первый год уже проводится выставка технологий технической диагностики МЕГАТЕХ.

Какие мероприятия в следующем году вы планируете?

Ежегодно у нас проходит выставка МЕГАТЕХ. В этом году наша выставка была организована в рамках выставки «Нефтегаз», в прошлом году — в рамках авиасалона «МАКС». В этом году в выставке-конференции активно участвовали различные российские компании, в том числе и Российское общество по неразрушающему контролю и технической диагностике (РОНКТД). В рамках этой первой конференции проводилось заседание рабочей группы по промышленной политике РОНКТД, на которой были поставлены очень

серьезные задачи. И мы рады, что наша конференция стала площадкой для первого заседания и старта этого важного проекта. На заседании было принято решение о создании молодежного правления РОНКТД, куда мы с удовольствием делегировали и своих представителей.

Спасибо. И как обычно, что Вы можете сказать в качестве пожелания организаторам выставки?

Пожелания организаторам... Ну, конечно, хотелось бы, чтобы выставка развивалась, привлекала больше участников и посетителей как российских, так и зарубежных. В этом году мне очень понравились заседания в конференц-залах, круглые столы, очень познавательные и содержательные. Очень интересной была презентация «Эхо+». Можно отметить материалы компании «Декра», которая является одним из лидеров технической диагностики в мире. Эта компания поразила меня своими разработками — подводными диагностическими роботами. Я очень доволен выставкой в этом году. Мне она понравилась.

FLIR делает предложение для специалистов по диагностике состояния зданий

Тепловизионные камеры широко используются в строительной отрасли. Любые здания и сооружения могут быть быстро и тщательно проверены тепловизором FLIR для обнаружения проблемных участков, не видимых невооруженным глазом. Найти даже малейшие проблемы поможет тепловизионная камера, оснащенная современными функциями, которая обеспечит ИК-изображение высокого качества.

Тепловизоры **FLIR T440bx** и **FLIR T640bx** соответствуют таким ожиданиям.

Обе камеры — **FLIR T440bx** и **FLIR T640bx** имеют уникальные функции FLIR:

MSX (наложение визуального и ИК-изображений), сенсорный экран, пометки на экране, MeterLink и WiFi-совместимость.

FLIR T640bx обеспечивает качество изображения 640×480 пикселей. Пользователи, которым не нужно такое высокое разрешение, могут выбрать **FLIR T440bx** с детектором 320×240 пикселей.

До 31 декабря 2012 г. действует предложение от FLIR Systems — приобретая FLIR T440bx или FLIR T640bx, БЕСПЛАТНО предоставляются:

- ПО FLIR Reporter 9 для создания профессиональных отчетов;
- влагомер Extech MO297 совместимый с камерой через FLIR MeterLink;
- запасной аккумулятор к камере.

Общая выгода предложения составляет €896*.



www.flir.com

* НДС не включен. Предложение действует до 31 декабря 2012 г., не объединяется с другими промоакциями FLIR и действует только на территории следующих стран: Азербайджан, Армения, Беларусь, Грузия, Казахстан, Кыргызстан, Молдова, Россия, Таджикистан, Туркменистан, Узбекистан, Украина и Монголия.



AEROSPACE TESTING RUSSIA – 2012

ВЫСТАВКИ, СЕМИНАРЫ, КОНФЕРЕНЦИИ



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

Очередная 9-я Международная выставка испытательного оборудования, систем и технологий авиационно-космической промышленности прошла 2–4 октября 2012 г. в Москве, в ЦВК «Экспоцентр».

Организатором выставочного мероприятия, сопровождавшегося в рамках выставки обширной деловой программой, явилась всемирно известная компания ITE. Официальным партнером выставки стало Российское общество неразрушающего контроля и технической диагностики (РОНКТД).



На официальном открытии выставки организаторы мероприятия отметили нарастающий успех продукции НК как результат общения лидеров производства контрольно-измерительного оборудования со специалистами ведущих машиностроительных отраслей, в том числе авиационно-космической промышленности. Президент РОНКТД



С.В. Ключев подчеркнул важность расширения границ выставки за счет привлечения большего числа специалистов из области неразрушающего контроля, а также призвал молодых специалистов к усилению активности в рамках РОНКТД.

В выставке приняли участие 67 компаний из 9 стран мира. За три дня работы выставку посетили более 4600 специалистов авиационно-космической и смежных отраслей промышленности из 20 стран мира.

В этом году выставка значительно расширила свою тематику, представив: неразрушающий контроль, техногенную и экологическую диагностику, климатические и механические испытания, лабораторный контроль, промышленную автоматизацию и информационные технологии не только для аэрокосмической, но и для других важнейших отраслей промышленности.

В основных разделах выставки было представлено оборудование, системы и технологии для:

- сбора и анализа промышленных данных, обработки и автоматизации измерений;
- контроля измерений и тестирования авиационной и аэрокосмической техники;

- программного обеспечения и регулирования управления систем летательных аппаратов и комплексов;
- неразрушающего контроля;
- ремонта, обработки и защиты элементов и подсистем авиакосмической техники на этапе эксплуатации;
- оказания услуг в области контроля и исследований.

Для комплексного обследования летательных аппаратов, а также сопутствующих конструкций применяется сложная система тестирования всех модулей на предмет надежности в реальных условиях. В данном процессе применяется ряд разработанных приборов, которые совместно с программным обеспечением позволяют максимально точно определить наличие и параметры дефектов для их дальнейшего устранения.

Большое внимание при оценке надежности конструкций летательных аппаратов уделяется системам моделирования, которые предназначены для воссоздания критических ситуаций разрушения материалов и конструкций в целях дальнейшего их предупреждения. Разработаны и используются многоцелевые системы моделирования, способные провести комплексный анализ стойкости конструкции при действии многочисленных факторов.

Многообразие методов, применяемых при контроле качества материалов, предоставляет широкие возможности для всестороннего исследования объектов. В диагностических исследованиях выделяют разрушающий и неразрушающий контроль. В авиационной отрасли методы неразрушающего контроля разнообразны, среди них: визуальный контроль, ультразвуковой, магнитный, радиационный, вихретоковый, электрический, тепловой, вибрационный и другие методы. И те и другие методы и средства в разной степени были представлены на выставке.

Возвращаясь к анализу конкретного демонстрировавшегося оборудования, необходимо прежде всего отметить его общий высокий технический уровень. Так, на стенде компании ООО «ГлобалТест» (российского разработчика и производителя измерительной датчиковой аппа-

ратуры) можно было ознакомиться с более чем 200 типами датчиков вибрации, удара, силы, давления, акустической эмиссии и согласующих электронных устройств, востребованных не только в России, но и за рубежом. Кроме того, эта компания представляет полный спектр услуг по комплектации измерительных, испытательных комплексов и систем технической диагностики.



Другие типы датчиков и преобразователей (акселерометры, датчики силы, давления, угла поворота, наклона и т.д.) представили такие известные компании, как MEGGITT, «АСМ Тесты и измерения», «ОКТАВА+», «Сенсорика-М» и ZETLAB.



Ряд компаний специализируется на оказании грамотного технического содействия заказчикам в выборе и последующей поставке испытательного оборудования, принятии оптимального решения поставленной задачи, сведя к минимуму материальные затраты. Так, на

стенде ООО «Сертифицированный Инжиниринговый Центр» можно было ознакомиться со всем спектром услуг по принятию передовых решений в области расчетно-экспериментальных исследований и комплексных испытаний изделий с последующим техническим обслуживанием оборудования.

Вибрационные испытания преобладают в системах диагностики сложных узлов и механизмов. Виброиспытательное оборудование представили на выставке целый ряд отечественных и иностранных компаний, в том числе ЗАО «АВРОРА» — от WEISS Umwelttechnik GmbH, «БЛМ Синержи» — от ведущих мировых производителей, «УниверсалПрибор» и «ДИПОЛЬ» — от TIRA, LDS, Vibration Research и других компаний, «Остек» — от компании VST Co. Ltd, «Сертифицированный Инжиниринговый Центр» — от ETS Solutions, а также компании m+p international (Германия) и ZETLAB (Зеленоград, Россия).



Многообразие виброоборудования обусловлено многообразием решаемых задач, отсюда и многочисленные экспонаты — можно было ознакомиться с электродинамическими и электромеханическими стендами (с разными способами охлаждения — водяным и воздушным), с настольными и стационарными вибростендами, обеспечивающими разные виды механических воздействий (от простых синусоидальных вибраций до случайных широкополосных и узкополосных вибраций вплоть до одиночных или многократных ударов), а также одно-, двух- и трехкомпонентные одновременные транспортные вибрации. В современных вибростендах предусмотрены различные режимы работы в требуемых диапазонах частот, виброперемещений и виброускорений.

Многие виды виброоборудования (например, компании m+p international) специально разработаны для углубленных вибрационных испытаний на воздействие окружающей среды и анализа сигналов с числом каналов от четырех до сотен. Многие пользователи отмечают легкое в освоении управление, расширенные функции анализа и отчета, большие возможности для расширения и модернизации и, конечно же, стабильность и высокий уровень качества системы.

А вот компания VST Co. Ltd («Остек») демонстрировала в действии относительно простую настольную электромеханическую виброустановку модели VST-3030LSS, создающую вибрации в вертикальном направлении в диапазоне частот 5...100 Гц с ускорением 0...8g и регулируемым размахом перемещений 0...2,5 мм. Такой типовой стенд обеспечит испытания на виброустойчивость и транспортную тряску изделий массой до 15 кг.

Большую гамму электродинамических и других виброустройств можно было увидеть на стенде российской ZETLAB, электродинамические стенды которой сконструированы в расчете на длительный срок эксплуатации с высокой прочностью к жестоким колебаниям и осевой жесткостью. Отмечается тенденция разработки и применения сканирующих виброметров, позволяющих осуществлять бесконтактные измерения вибраций с рабочих расстояний от 80 мм до 100 м, обеспечивая визуализацию и анализ колебаний конструкций (т.е. возможность получения «виброфотографии» поверхности).



Оптические системы исследования находят широкое применение не только при виброконтроле, но и при анализе напряженно-де-

формированного состояния. Так, датская фирма Dantec Dynamics (через дистрибьютера ООО «ОКТАВА+») показала целый ряд систем получения трехмерных оптических изображений Q-100 – Q-810 для измерения параметров деформационных процессов конструкций в аэрокосмической промышленности. Оптические системы также получили применение в качестве высокоточных средств измерений при аттестации оснастки, контроле на соответствие чертежам деталей на конвейере, оценке повторяемости по форме и размерам и т.п.

Большое внимание стали уделять созданию систем и комплексов для полной автоматизации работ на исследовательских, испытательных, технологических и контрольно-диагностических установках. Примером могут быть ACTest-системы компании «Лаборатория автоматизированных систем (АС)», которые позволяют автоматизировать практически все операции при решении диагностических задач – от калибровки измерительных каналов до печати результирующих протоколов. К тому же программное обеспечение этих систем построено по модульному принципу, автоматизируя все процессы, включая создание, поиск и запуск сценариев экспериментов с выполнением измерений по ним. Другая высокопроизводительная модульная платформа, предназначенная для создания автоматизированных измерительных и испытательных комплексов в формате стандарта PXI (National Instruments), имеет практическую реализацию в более чем 1500 модулях, что позволяет успешно решать большинство комплексных измерительных задач. Комплексные построения сложных контрольно-измерительных систем представили на выставке также компании НВМ (для анализа деформаций и механических напряжений) и НПП «МЕРА» (для анализа параметров динамических процессов при испытаниях авиационных двигателей). Один из производимых измерительно-вычислительных комплексов MIC-500 (НПП «МЕРА») предоставляет возможность создавать измерительные системы с более чем 5000 каналами.

Традиционные приборы и системы **неразрушающего контроля** продемонстрировали в широком ассортименте ряд известных компаний. Так, промышленная ассоциация «МЕГА» показывала промышленные эндоскопы различной конфигурации (компаний Vizaar, Everest VIT, Jprobe, Everest VIT FFR, Henke SASS WOLF), выполненные как видеоэндоскопы или оптоволоконные гибкие и жесткие эндоскопы со сменными зондами разных диаметров и длин. Появились измерительные видеоэндоскопы (например, модель XL GO компании Everest VIT, США) с функцией измерения размеров и глубины дефектов. Новинкой стал ультрафиолетовый видеоэндоскоп INVIZ UVin (компания Vizaar, Германия), предназначенный для магнитопорошковой дефектоскопии и пенетротметрии. Флуоресцентный эффект, возникающий при облучении ультрафиолетовым светом, позволяет увидеть микротрещины и дефекты материалов, которые в обычном свете не видны. Такой эндоскоп становится идеальным инструментом для осмотра камер сгорания, турбин, труб, баков резервуаров на предмет дефектов поверхности и загрязнений, например, машинным маслом. Стоит отметить самый современный и многофункциональный компактный видеоэндоскоп VUMAN RA-Y (Vizaar) с функцией дистанционной фокусировки.

Визуально-оптические методы контроля получили еще большее развитие с появлением стерео- и измерительных оптических микроскопов (OLYMPUS, Япония – «Мелитэк»), предназначенных для работ в материаловедении в отраженном и проходящем свете, а также цифровых микроскопов. Так, на стенде «Совтест АТЕ» можно было ознакомиться с моделью ShuttlePix P-400R (японской компании Nikon), открывающей новую эру в микроскопии. Цифровые микроскопы позволяют осуществлять компьютерную работу с изображениями, обрабатывать графики, выполнять продвинутое измерение и создавать отчет. Сегодня они особенно идеально подходят для тестирования, анализа и исследования электронных компонентов и электронных уст-

ройств. В этой связи следует добавить, что получают распространение целые станции визуального контроля (например, LynxR VS8 компании Vision Engineering – «Остек»), предназначенные в первую очередь для визуального контроля поверхностного монтажа, включая монтаж компонентов с малым шагом выводов.

Тепловизоры разных компаний (Xenics, Jprobe, Flir) обеспечивают выбор требуемого рабочего диапазона ИК-излучения – от 0,9 до 14 мкм и разную температурную чувствительность вплоть до 0,05 К, что позволяет эффективно решать многообразные задачи по дефектоскопии авиационных материалов и конструкций. На стенде ПА «МЕГА» демонстрировалась инфракрасная камера нового поколения PIR384 производства японской компании Jprobe, обладающая высоким инфракрасным разрешением 384×288 пикселей с температурной чувствительностью 65 мК и работающая в диапазоне температур от –20 до +1200 °С. Тепловизоры серии PIR обладают чрезвычайной эксплуатационной гибкостью, а сменные объективы обеспечивают универсальность и возможность тепловизионной съемки объектов как почти вплотную к объекту, так и с расстояния в несколько километров. Особенностью бельгийских тепловизоров компании Xenics является возможность выбора рабочего диапазона от 0,9 до 14 мкм и скорости регистрации изображений вплоть до частоты 1730 Гц, что очень важно при тепловизионной съемке быстропротекающих динамических процессов.

Магнитопорошковый и капиллярный виды контроля в достаточной степени были представлены на стенде ООО «Дельта НДТ» (от компаний CGM CIGIEMME s.r.l. и MagisCop) в виде стандартных и специализированных систем, генераторов тока, размагничивающих устройств и расходных материалов, а также пенетрантов и индикаторных материалов. Методы особенно эффективны при выявлении опасных дефектов лопаток турбин, валов винта самолета, стоек шасси, деталей вертолетов и т.п.

Приборы комплексного контроля защитных покрытий и подго-

товки лакокрасочных материалов можно было увидеть на стенде известной компании «КОНСТАНТА»: от толщиномеров до электроискровых дефектоскопов, от твердомеров до адгезиметров и определителей вязкости.



Компания «Рентест» ознакомила посетителей с оборудованием и расходными материалами для неразрушающего контроля практически всеми физическими методами, включая рентгеновский контроль. В ее арсенале имеются стационарные и портативные рентгеновские аппараты, импульсная техника, камеры радиационной защиты, экраны и прочие аксессуары.



Очередной шаг в развитии промышленной рентгенографии сделан бельгийской компанией X-ris, показавшей на стенде своего эксклюзивного дистрибьютера ПА «МЕГА» систему цифровой радиографии CEREO на базе рентгеновского аппарата нового поколения GemX-160 и панельного детектора рентгеновского излучения DeReO с активной областью 41×41 см. Данный портативный программно-аппаратный комплекс позволяет с помощью ноутбука или персонального компьютера оперативно управлять всем рентгенографическим процессом, включая дистанционную калибровку устройств. Широкие возможности по обработке и управле-

нию изображениями дают оператору более четкие и точные снимки. Система архивирования и хранения изображений в электронном виде соответствует всем требованиям нефтяной, газовой и остальных промышленных отраслей.

Структура и свойства поверхности определяют многие эксплуатационные свойства изделий, различных деталей, узлов конструкций и инструмента. Современные методы формирования поверхности, пленок и покрытий, созданных с использованием нанотехнологий и обладающих уникальным сочетанием свойств, которые принципиально отличаются от свойств материалов, обработанных традиционными методами, требуют прецизионных измерений физико-механических и трибологических свойств на субмикронном и нанометровом уровнях. Компания Nanovea (США, филиал Micro Photonics Inc. – «Мелитэк») представила на выставке модельный ряд современного оборудования, соответствующего новейшим техническим стандартам: нанотвердомеры, скрэтч-тестеры, трибометры, профилометры для оценки твердости и модуля упругости материалов структур, адгезионной прочности, износостойкости, коэффициента трения, профиля и шероховатости поверхности. В дополнение к серийной продукции Nanovea изготавливает специальные системы по запросам заказчика.



Аналитическое оборудование, без которого не обойтись в современных технологических процессах любой отрасли, было представлено рядом фирм, в частности SHIMADZU, SocTrade, «ТермоТехно», «Мелитэк», «Синеркон» (от OXFORD Instruments). Это значительная линейка спектрометров на различных принципах действия

для решения аналитических задач (например, XRF-анализатор для экспрессного определения элементного состава различных материалов), лазерные дифрактометры SALD-7101 для измерения размеров наночастиц, высокоточные измерители температуры, давления, влажности, проводимости, скорости потока и других физических параметров сред.

В современных аналитических методах широко применяется термический анализ, сопровождаемый исследованием теплофизических свойств, мониторингом процессов отверждения, адиабатической калориметрией материалов и веществ. Компания NETZSCH-Gerdtebau GmbH показала новейшие разработки в этой области, представив приборы, позволяющие исследовать старение, термомеханические и вязкоэластичные свойства, устанавливая оптимальные условия технологических процессов (формовки, отливки, экструзии и др.). Использование различных методов термического анализа позволяет комплексно охарактеризовать органические и неорганические образцы, а также объекты биологического происхождения.

Всемирно известная компания Brüel & Kjær (на стенде «АСМ Тесты и Измерения») демонстрировала новейшие портативные приборы для оценки и контроля шума окружающей среды, на рабочих местах, в том числе для контроля качества продукции. Портативная модель анализатора шума типа 2250 имеет программное обеспечение измерителя уровня звука, частотного анализа, регистрации данных и записи звука.

Ряд фирм (Thermotron – «ДИПОЛЬ», CLIMATS – «БЛМ Синержи», Weiss Umwelttechnik GmbH – ЗАО «АВРОРА», Vötsch Industrietechnik GmbH – «Феч Руссланд», MSH Techno, Смоленское СКТБ СПУ и др.) представили гамму температурных, климатических, вакуумных камер, солевого тумана, имитации солнечного излучения, испытаний на воздействие песка и пыли, в том числе установки имитации космического пространства. Все они работают по соответствующим программам в автоматическом режиме, позволяя имитировать реальные условия испытаний. Наблюдается тенденция создания комбинированных климатических камер, способных дополнительно совмещать виброиспытания.



Сугубо специальное оборудование в виде безэховых или экранированных камер, а также испытательных комплексов на воздействие кондуктивных помех можно было увидеть на стендах компаний «Лайн-тест» и EM TEST. Подобное оборудование позволяет проверять электронное оборудование на устойчивость к воздействию помех и на электромагнитную совместимость.

Подобную выставку нельзя представить без демонстрации электро- и радиоизмерительных приборов общего и специального назначения. Каталоги известных производителей – Agilent Technologies, Fluke, Hameg Instruments, Rohde & Schwarz, GW Instek, «ДИПОЛЬ», ЗАО «ПриСТ» – способны удовлетворить требования любых потребителей. Среди приборов – спектроанализаторы, осциллографы, мультиметры, генераторы сигналов, частотомеры, измерители мощности, источники питания, системы сбора данных, калибраторы, средства подключения (интерфейсы), токоизмерительные клещи и т.д. Компания Fluke Calibration («ДИПОЛЬ»), являющаяся мировым лидером в области калибровки приборов, ознакомила посетителей с огромной линейкой калибраторов не только электрических и радиочастотных параметров, но и измерителей температуры, давления, расхода газа с соответствующим программным обеспечением.

Подготовка и сертификация персонала по неразрушающему контролю авиационной и других отраслей техники является одной из важнейших задач решения проблемы качественной аттестации про-



дукции. Научно-учебный центр «КАЧЕСТВО» наглядно продемонстрировал на своем стенде все этапы этого процесса – от обучения (предсертификационной теоретической и практической подготовки) до принятия общего, специального и практического экзаменов с выдачей и регистрацией сертификатов по всем методам неразрушающего контроля.

Деловая программа Aerospace Testing Russia включала в себя проведение семинаров в рамках выставки и мероприятия (семинары и презентации) на стендах участников. Из общих семинаров следует отметить семинар «Датчики и измерительные системы британской компании Meggitt для авиационных и космических применений». Из стендовых мероприятий наибольший интерес вызвала презентация компании «Сенсор Системс», посвященная теме «Многоканальные тензостанции для динамических и статических испытаний».



Aerospace Testing Russia – это уникальная встреча с представителями крупнейших испытательных научных центров, НИИ, ведущими разработчиками систем контроля и диагностики. Выставка показала высокий уровень диагностического приборостроения и контрольно-измерительных систем с тенденцией их дальнейшей интеллектуализации и расширения функциональных возможностей.

НОВЫЙ СТАНДАРТ КАЧЕСТВА
УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ДЕФЕКОСКОПОВ

УСД-50



Ультразвук как искусство



«Аналоговая» динамика сигнала
Яркий и контрастный цветной TFT
дисплей с разрешением 640×480
Регулируемая амплитуда и
форма импульса возбуждения
Высокая разрешающая способность
В-скан
Функции ВРЧ и АРК
Два независимых строга
Высокая точность определения
координат дефекта и измерения толщины
Гарантия 3 года

WWW.KROPUS.RU

МОСКВА • САНКТ-ПЕТЕРБУРГ • ЕКАТЕРИНБУРГ • ПЕРМЬ

Научно-производственный центр «Кропус»
142400, г. Ногинск, МО, ул. 200-летия города, 2
e-mail: sales@kropus.ru

Тел/факс: (495) 500 2115, 506 2130
(496) 515 8389, 515 5056



ПРОБЛЕМЫ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ. НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «РАДИАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ: ДОСТИЖЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ» ГОСКОРПОРАЦИИ «РОСАТОМ»



КУЗЕЛЕВ Николай Ревакович

Профессор, д-р техн. наук,
вице-президент Ядерного общества
России, вице-президент Российского
общества неразрушающего контроля
и технической диагностики

Руководством страны ставится
актуальнейшая и важнейшая зада-
ча создания новых прорывных тех-
нологий, способных резко улуч-

шить жизнь нашего общества. Задачи генерального пути развития показывают, что знания — основа развития.

В духе решения этой задачи 11–12 октября 2012 г. в ОАО «НИИТФА» (Москва) прошла научно-практическая конференция «Радиационные технологии: достижения и перспективы» госкорпорации «Росатом». Программа конференции включала пленарное заседание и заседания трех тематических секций: радиационно-технологические процессы и оборудование, радионуклидная энергетика, радиационное приборостроение.

Было заслушано более 40 докладов, в том числе 5 на пленарном заседании. Доклады были посвящены вопросам современного состояния и тенденциям развития радиационной техники и технологий, опыту их разработки и приме-

нения, созданию и внедрению в промышленность новых методов и современной аппаратуры.

Открыл конференцию директор ОАО «НИИТФА» Сергей Алексеевич Колосков, отметив, что институт (ранее ВНИИ радиационной техники) более 50 лет стоял у истоков создания данных технологий и не случайно конференция проходит именно в НИИТФА.

Вектор обсуждению задал пленарный доклад зам. генерального директора, научного руководителя по электрофизическому блоку ЗАО «Наука и инновации», академика РАН Валентина Пантелеймоновича Смирнова «Обзор экспериментальной базы и возможности электрофизического блока ЗАО «Наука и инновации» в развитии лучевых технологий». Особенно важна была первая часть его сообщения, в которой показана структура блока

«Наука и инновации» госкорпорации «Росатом».

Внутри компании сформированы три тематических блока: химико-технологический, электрофизический и физико-энергетический. ЗАО «Наука и инновации» координирует деятельность 11 научно-исследовательских организаций, которые занимаются разработкой новых технологий. Выступления участников на пленарном заседании подтвердили, что блок начал активно организовывать и формировать работы в этой области, была приведена схема создаваемого компанией центра коллективного пользования на базе самых новых установок вошедших в блок компаний, идет формирование программы работ по этому направлению. Подчеркнута открытость в формировании программы для возможных участников, прежде всего ученых из различных отраслей, Академии наук, вузов. Участники конференции высказали пожелание, как можно быстрее начать финансирование конкретных НИОКР, резко увеличив их число (в настоящее время ведутся 5 НИОКР).

Законодательной проблеме использования атомной энергии и конкретным нормативам в данной области было посвящено выступление «Использование источников ионизирующего излучения в России: проблемы и перспективы» Алексея Юрьевича Сироткина, зам. начальника Московского отдела Инспекции радиационной безопасности Ростехнадзора. Он отметил сложность и затратность реализации норм законодательства для развития такой техники, но необходимость их соблюдения. Участники приветствовали тезис о том, что сокращение затрат и прибыльность данной техники может быть достигнута при максимально возможном времени ее эксплуатации (источник работает все 24 ч, тогда и время его полезного использования должно быть таким же). Лучшие мировые фирмы действуют именно так.

Конкретные вопросы современного состояния и перспектив развития радиационно-технологического оборудования обсуждались на секции «Радиационное приборостроение», на которой было

представлено наибольшее число докладов.

Современным путем решения задач в этой сфере является замена морально и физически устаревших информационно-измерительных систем, а также отдельных приборов на новые, современные системы и приборы. По признанию американских специалистов, внедрение в последние годы новых измерительно-информационных систем безопасности на энергоблоках США позволило повысить их безопасность примерно в 5 раз.

Методы и средства неразрушающего контроля позволяют решать задачи обеспечения высокого качества и надежности различных видов техники. Построенные на их основе системы технической и технологической диагностики обеспе-



чивают не только выпуск качественной продукции, но и техногенную безопасность производств, безаварийную работу агрегатов и устройств. Средства неразрушающего контроля и информационно-измерительные технологии, находясь на стыке динамично развивающихся областей — ядерной физики, электроники, вычислительной техники и информатики.

Различные предприятия разрабатывают как отдельные приборы, так и приборные средства информационно-измерительных систем широкого применения. Датчики неразрушающего контроля и анализаторы позволяют осуществлять:

- неразрушающий контроль и диагностику агрегатов и устройств;

- контроль элементного состава материалов и объектов;
- автоматизацию производственных процессов.

Нужно отметить ряд докладов по радиографическому оборудованию, выпускаемому и применяемому в отрасли и развитию радиографии в будущем. В их числе:

- «Гамма-дефектоскопы нового поколения для промышленной радиографии», Е.М. Косицын, ОАО «НИИТФА»;
- «Применение радиоизотопных источников на основе изотопа Se-75 в неразрушающем контроле», Ю.Е. Волчков, ОАО «НИИТФА».
- «Новое оборудование для промышленной радиографии» А.В. Баранов, ЗАО «Энергомонтаж Интернэшнл».

Состояние и перспективы развития, а главное, проблемные вопросы рассмотрены в сообщении «Применение радиографических методов неразрушающего контроля в промышленности» Н.Н. Злобина, ОАО «Подольский машиностроительный завод» (ОАО «ЗиО»).

Докладчик как представитель эксплуатирующего предприятия отметил три серьезнейших проблемы:

- 1) отсутствие возможности финансирования исследований и проектов рискованных и не имеющих короткой (год) срок окупаемости. Это озвученная позиция госкорпорации «Росатом», и ее нужно изменить;
- 2) трудности внедрения современных цифровых средств регистра-

ции в связи с отсутствием обученных молодых кадров;

- 3) отсутствие сервиса и организаций, выпускающих и поставляющих сертифицированные запасные части, которые требуются для продления жизненного цикла достаточно дорогих радиационных дефектоскопов.

Участники конференции с удовлетворением отметили доклады молодежи из научно-учебного центра «Сварка и контроль» при МГТУ им. Н.Э. Баумана, ОАО «ИФТП», НИЯУ МИФИ как по актуальным направлениям исследований, так и по оборудованию.

Большой интерес вызвал доклад Российского общества неразрушающего контроля и технической диагностики (РОНКТД) «Состояние и перспективы использования радиационных технологий для неразрушающего контроля и технической диагностики», авторы В.В. Клюев, академик РАН, директор НИИ интроскопии, Н.Р. Кузелев, д-р техн. наук, проф., Б.В. Артемьев, д-р техн. наук.

В нем авторы предложили рассматривать радиационные технологии системно. Показали, что радиационные технологии неразрушающего контроля позволяют решать задачи обеспечения высокого качества и надежности различных видов техники. Их применяют при проектировании, изготовлении, сборке, ремонте и эксплуатации объектов.

В докладе поднят актуальнейший сегодня вопрос престижа отечественной наукоемкой техники — компьютерной томографии промышленного применения. Так, первый в мире компьютерный томограф для контроля распределения ядерного топлива в твэлах создан в Москве. Было разработано несколько модификаций радионуклидных томографов для промышленности, прежде всего для отработки технологий ядерного топливного цикла — распределение топлива в твэлах: шаровых, стержневых, вибро-, БН, облученных (результаты в г/см³ — количественная томография). Эти разработки защищены более 30 патентами, отмечены золотыми медалями салонов изобретений Брюсселя и Женевы.

А сегодня Россия теряет лидирующие позиции, закупает зарубежную технику. В докладе сделан вывод, что России сейчас нужна разработка нового поколения специализированных компьютерных томографов и интроскопов для отработки технологий (прежде всего топливных элементов быстрых реакторов, контроля радиоактивных отходов, контроля сварных соединений) для атомной энергетики и промышленности, прежде всего АЭС с замкнутым циклом.

В целом в настоящее время в России:

- наблюдается тенденция замещения отечественных приборных

средств аналогичной продукцией западных концернов;

- слабы инвестиционные возможности отдельных предприятий, и, как следствие, происходит «старение» предприятий (оборудование, технологии, кадры);
- технологии неразрушающего контроля слабо востребованы. В итоге продолжается увеличение количества аварийных ситуаций с техникой.

Такой пласт задач решить отдельным научным и учебным предприятиям не по силам. Требуется системная государственная программа и постоянная работа на всех уровнях государства и общества.

Это позволит России на высокотехнологичном мировом рынке ядерных технологий занимать достойное место — успешно конкурировать в области использования атомной энергии.

В заключение хочется пожелать организаторам, чтобы конференция стала регулярной площадкой для обсуждения вопросов в области неразрушающего контроля. К сожалению, резолюции или решения на конференции не было принято, и это должно стать задачей следующих лет в качестве серьезного шага развития. Отметим, что Российское общество неразрушающего контроля и технической диагностики выступило информационным спонсором конференции.

VII МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

«ДИАГНОСТИКА ОБОРУДОВАНИЯ И КОНСТРУКЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАГНИТНОЙ ПАМЯТИ МЕТАЛЛА»

19–21 февраля 2013 г., Москва, гостиничный комплекс «Измайлово», корпус «Бета»

Основные темы конференции

- Итоги развития и внедрения метода магнитной памяти металла (МПМ) в России и других странах
- Опыт использования метода магнитной памяти металла при контроле и оценке ресурса газонефтепроводов, оборудования энергетики, нефтехимии, железнодорожного транспорта и других отраслей промышленности
- Критерии предельного состояния металла при оценке остаточного ресурса. Контроль напряженно-деформированного состояния оборудования и конструкций
- Контроль качества изделий машиностроения по структурной неоднородности и остаточным напряжениям
- Новые стандарты России и международные стандарты в области технической диагностики. Опыт РНТСО в области стандартизации через Международный институт сварки
- Подготовка специалистов по методу МПМ и в области контроля напряженно-деформированного состояния и технической диагностики в НОАП НК ООО «Энергодиагностика»
- Опыт и перспективы развития бесконтактного магнитометрического контроля газонефтепроводов и трубопроводов теплотрасс, расположенных под слоем грунта и в труднодоступных каналах
- Опыт НПС «РИСКОМ» в разработке нормативной документации в области промышленной безопасности управления рисками и мониторинга оборудования
- Опыт работы научно-технического совета СПО НП «Межрегион ПБ»

Организатор ООО «Энергодиагностика» • <http://www.energodagnostika.ru> • E-mail: mail@energodagnostika.ru

We measure it. **testo**

testo

Еще больше надёжности!

Новый testo 885 с высочайшим разрешением снимков и технологией SiteRecognition.



Testo 885 окажет не только надёжную, но и эффективную поддержку при выявлении повреждений оборудования на ранних стадиях:

- Технология SuperResolution для улучшения качества термограмм (640 x 480 пикселей)
- Температурная чувствительность < 30 мК
- Расширение диапазона измерения температуры до 1200 С° (опция)
- Автоматическое распознавание объектов измерения, соотнесение и сохранение тепловых снимков



СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ СЕРТИФИКАЦИИ ПЕРСОНАЛА NDT В СООТВЕТСТВИИ С EN ISO 9712 – ИСТОРИЧЕСКАЯ НЕОБХОДИМОСТЬ В ОБЛАСТИ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ



ТРОИЦКИЙ Владимир Александрович

Д-р техн. наук, профессор,
зав. отделом «Неразрушающие методы
контроля качества сварных соединений»
Института электросварки им. Е.О. Патона
НАН Украины, председатель УО НКТД,
член Международной академии по НК

Глобализация экономических связей, стремление к безопасности, поиска методов оценки риска и качества требует единого подхода в подготовке специалистов NDT. В мире существует несколько схем подготовки, аттестации и сертификации персонала NDT.

Многолетние дебаты европейских и американских специалистов убедили руководителей Международного комитета по неразрушающему контролю (ICNDT), Международную организацию по стандартизации (ISO), Европейский комитет по стандартизации (CEN) в необходимости создания единых мировых правил подготовки специалистов NDT, которые сократят многообразие систем подготовки и заменят национальные стандарты, например такие,

как украинский ДСТУ EN 473. В основу единого всемирного стандарта по подготовке и сертификации персонала NDT было решено положить 4-ю редакцию стандарта ISO 9712, выпущенного в 2008 г., который существует с 1999 г. и разработан интернациональным комитетом ISO. Переход на стандарт ISO, в частности на ISO 9712, является исторической необходимостью.

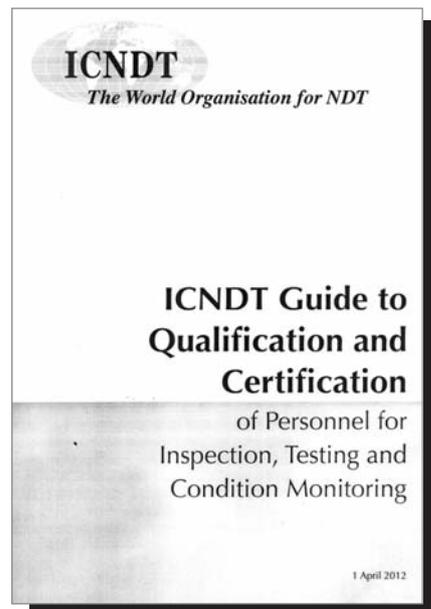
Первый документ «ICNDT. Рекомендованное руководство по квалификации и сертификации персонала НК в соответствии с ISO 9712» был опубликован в июне 2004 г. на 16-й Всемирной конференции (WCNDT) в Монреале. Он был подготовлен г-ном Г. Нардо-ни. На 17-й Всемирной конференции по неразрушающему контролю в г. Шанхае ICNDT решил объединить ISO 9712 и EN 473 в едином стандарте EN ISO 9712, обязательном для всех стран Европы. Далее предполагаются разработки, направленные на создание международного многостороннего соглашения о признании EN ISO 9712 внутри ICNDT, которое будет касаться не только Европы, но и других частей света.

На 18-й WCNDT в г. Дурбане был опубликован новый документ «ICNDT Guide to Qualification of Personnel for Inspection, Testing and Condition Monitoring» («Руководство ICNDT по применению ISO 9712»), который поясняет позицию ICNDT в реализации единой политики в сертификации персонала в мире.

В этом документе показано, что международный стандарт EN ISO 9712 является ключевым

элементом в достижении надежности неразрушающего контроля (НК) и имеет жизненно важное значение для обеспечения качества и безопасности продукции, оборудования, инспекторов, персонала подготовки специалистов NDT для органов по сертификации, промышленности, компаний, предоставляющих услуги по NDT.

В своей деятельности ICNDT способствует повсеместному распространению технологий неразрушающего контроля и согласованию схем сертификации персонала на протяжении более 45 лет. Решение ICNDT относительно поддержки принятия EN ISO 9712 в качестве базового стандарта для сертификации персонала неразрушающего контроля третьей (независимой) стороной вызвано необходимостью получения более



глубоких знаний и практических навыков. Единая система подготовки персонала и ее стандартизация становится все более важной проблемой, поскольку глобализация экономических связей продолжается и непрерывно появляются новые методы NDT, методики оценки риска и т.д.

Одним из важных принципов EN ISO 9712 является сертификация третьей стороной, которая до сих пор в некоторых странах, включая Украину, не освоена в полной мере. В атомной энергетике Украины до сих пор функционирует советская система поразрядной оценки уровня квалификации, которая является к тому же сугубо ведомственной. Аттестация и сертификация специалистов NDT третьей стороной показала ряд преимуществ:

- соответствие международным правилам EN, ISO и другим, наиболее распространенным во всем мире;
- возможность использования вневедомственных международных учебных программ;
- оценка соответствия национальных и международных требований к качеству подготовки NDT-персонала;
- контроль уполномоченных экзаменационных центрами органами по сертификации национальных обществ NDT;
- совместное издание ISO с национальными обществами новых руководств, национальных стандартов по отдельным видам NDT, которые сразу попадают в систему обучения;
- обеспечение гармонизованных стандартных подходов в обучении, аттестации и сертификации персонала неразрушающего контроля, используемых в качестве базового уровня для более специфичной сертификации работодателем или сертификации третьей стороной, однотипной во всем мире.

Важность введения единого мирового документа по сертификации персонала определяется еще тем, что бурное развитие современной науки порождает все новые и новые наукоемкие технологии НК. Особенно это касается

объектов атомной энергетики, авиации, судостроения и других отраслей.

История вопроса такова. Третье издание ISO 9712: 2005 содержит более детальные требования к практическому экзамену, в том числе подробные требования к образцам для практического экзамена и содержащимся в них дефектам. Это сделано для того, чтобы определить практические способности кандидата, в целях большей гармонизации практических экзаменов и правильного определения секторов промышленности и продукции. Дальнейшая мировая гармонизация будет происходить на основе ISO/TR 25107 «Руководство по подготовке учебных программ» и других учебных материалов, которые должны быть также едины.

Ожидается, что EN ISO 9712 займет центральное место среди прочих стандартов по сертификации третьей стороной, даст толчок в развитии сертификации персонала неразрушающего контроля. При этом возрастет роль ISO и ICNDT как всемирной организации.

Правильное использование независимой сертификации персонала зависит от признания работодателем своей ответственности за персонал NDT. Это важно с точки зрения передовых методов управления качеством (изложенных в ISO 9001:2008 в пункте 6.2. Кадровые ресурсы). Ответственность за качество продукции, отвечающей требованиям стандартов, должна быть персональной. По этим правилам уже работают такие организации, как ASME, по котлам под давлением. Они использованы в Правилах по судам и в Европейской директиве по оборудованию под давлением (97/23/ЕС). Всюду приводится обоснование ответственности работодателя и независимости сертификации.

В каждой части света членами ICNDT (Европа, Северная и Южная Америки, Ближний Восток и Азиатско-Тихоокеанский регион, Африка) ISO 9712 был принят в качестве основы для систем сертификации. Канада также имеет

схему сертификации на основе этого стандарта. В США Американское общество по неразрушающему контролю (ASNT) ввело стандарт ANSI/ASNT CP 106, который ориентирован на ISO 9712. Многие другие страны Латинской Америки: Уругвай, Перу, Боливия, Колумбия и Венесуэла разрабатывают национальные схемы на основе ISO 9712. В Азиатско-Тихоокеанском регионе, Австралии, Японии и Китае, во многих других странах введены схемы на основе ISO 9712. В Европе многие страны имеют схемы, которые уже соответствуют EN ISO 9712. К таким организациям относится также Центр сертификации при Украинском обществе неразрушающего контроля и технической диагностики.

ICNDT стремится создать систему международного признания независимых схем сертификации, создав глобальное многостороннее соглашение о признании (MRA). Во всех странах Европы органы по сертификации в соответствии с EN ISO 9712 получают аккредитацию или назначение со стороны государственных органов по аккредитации. Это касается как добровольной, так и законодательно регулируемой областей. Вместе с тем сохраняются и другие подходы к сертификации персонала НК, например в авиации и космонавтике по EN 4179 для сертификации работодателем в соответствии с SNT-TC-1A.

В документе «ICNDT Guide to Qualification of Personnel for Inspection, Testing and Condition Monitoring» рекомендуется определить уровни компетентности персонала неразрушающего контроля в соответствии с требованиями сертификации, аккредитованными по ISO IEC 17024. При этом важно, чтобы регулирующие органы, пользователи и аудиторы выполняли свои обязанности в части допуска персонала к работе после предварительного прохождения ими соответствующего обучения и наличия наработанного опыта.

Функционирующим в Европе органам по сертификации настоя-

тельно рекомендуется обеспечить ее проведение в соответствии с EN ISO 9712. В преддверии будущей гармонизации при разработке учебных программ они должны ориентироваться на требования ISO/TR 25107. Этот стандарт распространяется практически на все виды деятельности, включая NDT.

При принятии международного стандарта EN ISO 9712 членам ISO настоятельно рекомендуется применять его без каких-либо отклонений от оригинального текста, чтобы обеспечить его гармонизированное воздействие. Невыполнение этого требования может привести к отказу в признании или принятии сертификации персонала НК, которые работают согласно Руководству ISO № 21. Центр сертификации Украинского общества НКТД отслеживает отклонения от требований стандарта EN ISO 9712 и ведет работу по их устранению.

Работодатель обязан ежегодно обеспечивать подтверждение соответствия своих сотрудников требованиям органа по сертификации и должен вести документирование опыта работы, необходимого для демонстрации непрерывной удовлетворительной трудовой деятельности. Это важно как с точки зрения собственно обеспечения качества, так и для прохождения процедуры продления сертификации / повторной сертификации (ресертификации).

Процедура обеспечения качества подготовки персонала, которая должна удовлетворять требованиям компании и ее клиентов к качеству, соответствующему международным правилам, обязана включать в себя:

- ссылки на применяемые правила и стандарты;
- описание основных обязанностей персонала I, II и III уровней;
- описание требуемой сертификации (сектора, методы, уровни);
- список ответственных лиц, назначенных работодателем для выдачи допусков к работе и ведения записей;
- систему управления внутренним обучением и обучением работе на новом оборудовании или по новым технологиям.

Работодатель должен поддерживать в актуальном состоянии сведения о каждом специалисте НК относительно: обучения, образования, опыта работы, результатов проверки зрения, результатов сертификационных экзаменов.

Если перечисленные данные полные и приемлемы, то работодатель выдает необходимые разрешения для выполнения обязанностей I, II или III уровня в определенной сфере компетенции.

Внедрение стандарта EN ISO 9712 будет способствовать объединению во многих видах деятельности специалистов NDT, их взаимному пониманию и повышению уровня профессионализма.

По EN ISO 9712 система сертификации должна удовлетворять требованиям стандарта EN ISO/IEC 17024. ОСП в соответствии с EN ISO/IEC 17024 должен гарантировать, что процедуры оценивания являются справедливыми, достоверными и надежными.

EN ISO/IEC 17024 требует наличия системы управления качеством, выполнения требований п. 11.2 в BIS 17024:2011, т.е. соответствовать ISO 9001.

Требования к органам по аккредитации подробно описаны в EN ISO/IEC 7011. Существует Международный форум по аккредитации (IAF) и его европейский аналог, известный как Европейское сотрудничество по аккредитации (EAC). Органы по аккредитации, являющиеся членами IAF и EAC, должны требовать от органов по оценке соответствия (ООС) соблюдения стандарта EN ISO/IEC 17024, что будет соответствовать EN ISO 9712.

Исполнительный комитет по сертификации Европейской федерации по неразрушающему контролю (EFNDDT) подготовил руководство для органов по аккредитации, которые проводят оценку ОСП НК на соответствие EN ISO/IEC 17024:2003. EFNDDT опубликовано Руководство в виде технического отчета CEN (CEN/TR 16332).

EAC имеет Многостороннее соглашение (MLA), которое действует в соответствии со стандар-

том EN ISO/IEC 17040, устанавливающим требования к признанию аккредитации органов по сертификации персонала NDT. IAF имеет аналогичное многостороннее соглашение, охватывающее деятельность своих членов, которые проводят аккредитацию по ISO IEC 17024.

Аккредитации, предоставляемые подписантами EAC MLA, содействуют развитию многосторонних соглашений о признании (MRA) среди групп ОСП, осуществляющих сертификацию персонала в определенных областях, таких как НК, которые в свою очередь признают сертификаты аккредитации, выданные в разных точках мира.

Теперь более четко определены обязанности и ответственность органа по сертификации, полномочного квалификационного органа (если таковой имеется) и экзаменационных центров, подробно описана роль работодателя. Определены три уровня квалификации.

Основные изменения, которые вносит EN ISO 9712, по сравнению с предыдущими стандартами EN и ISO представляют собой:

- уточнение роли органа по сертификации, полномочного квалификационного органа и экзаменационного центра;
- изменение количества необходимых учебных часов;
- рекомендацию ISO/TR 25107 «Руководство по учебным программам» стандарта EN ISO 9712 в качестве основы при подготовке учебных программ (однако могут использоваться и другие документы, которые являются эквивалентными);
- более конкретное изложение требований к необходимому практическому стажу;
- введение понятий «цифровой сертификат» и «электронная система оценивания»;
- при ресертификации на III уровень снято требование о подтверждении практических умений (практический экзамен), которое заменено на предъявление доказательств этого умения (приемлемое для органа по сертификации).

Методы контроля, по которым предусмотрена сертификация согласно EN ISO 9712:

Acoustic emission testing (AT)	Акустико-эмиссионный контроль
Eddy current testing (ET)	Вихретоковый контроль
Infrared thermographic testing (TT)	Инфракрасный термографический контроль
Leak testing (LT)	Контроль герметичности
Magnetic testing (MT)	Магнитный контроль
Penetrant testing (PT)	Капиллярный контроль
Radiographic testing (RT)	Радиографический контроль
Strain gauge testing (ST)	Тензометрический контроль
Ultrasonic testing (UT)	Ультразвуковой контроль

УО НКТД работает вместе с другими организациями, включая ICNDT, над сертификацией специалистов NDT по следующим новым методам НК, которые со временем будут включены в этот перечень:

Phased (ultrasonic) arrays	Ультразвуковые фазированные решетки
Ultrasonic time-of-flight diffraction (TOFD)	Ультразвуковой дифракционно-временной метод (TOFD)
Ultrasonic guided waves (or long-range UT)	Ультразвуковые направленные волны (или дальнедействующий ультразвук)
Real-time and digital radiography	Цифровая радиография в режиме реального времени

Органы по сертификации персонала НК (ОСП), которые стремятся получить подтверждение и/или регистрацию ICNDT в соответствии с Многосторонним соглашением о признании (MRA), обязаны подписать обязательство соблюдать Свод правил этики, включающий среди прочих следующие положения.

1. Поддерживать соответствие стандартам и спецификациям, указанным в их свидетельствах об

аккредитации или в сертификате о подтверждении ICNDT, уведомляя исполнительный комитет по сертификации ICNDT (CEC) о любых изменениях в статусе или в стандартах, в соответствии с которыми они проводят сертификацию.

2. Содействовать признанию и принятию в их собственной стране сертификатов соответствия, выданных другими ОСП по НК, зарегистрированными в соответствии с Многосторонним согла-

шением ICNDT о признании (MRA).

3. Соблюдать требования конфиденциальности по отношению ко всем экзаменационным материалам, в том числе экзаменационным вопросам и образцам, со строгим доступом к ним только уполномоченных лиц.

4. Избегать конфликтов интересов с работодателями сертифицированного персонала НК или кандидатов, но когда конфликты неизбежны, немедленно сообщать обстоятельства работодателю или кандидату.

5. Не фальсифицировать и не допускать неправдивой информации об их аккредитации, подтверждении ICNDT или регистрации в соответствии с MRA.

6. Воздерживаться от неоправданных заявлений или от выполнения неэтичных действий, которые могут дискредитировать профессию специалиста НК или ICNDT.

7. Немедленно сообщать в исполнительный комитет ICNDT о любых возможных нарушениях Свода этики любой из сторон.

8. Признавать права ICNDT и обеспечивать беспрепятственный доступ для представителей ICNDT для расследования любых предполагаемых нарушений Свода этики.

Внедрение системы подготовки, аттестации и сертификации специалистов NDT в соответствии со стандартом EN ISO 9712 позволит поднять уровень безопасной эксплуатации и снизить степень риска сложных промышленных объектов в мировом масштабе.

5-я Международная конференция по неразрушающему контролю HSNT IC-MINDT-2013 MATERIALS INTEGRATED NON DESTRUCTIVE TESTING – 2013

Афины, Греция, 20–22 мая 2013 г.

Конференция продолжает традицию международных форумов ученых, инженеров и педагогов, работающих в области неразрушающего контроля. Целью конференции является обмен опытом ученых и инженеров разных стран мира в области исследований и опытно-конструкторских работ в сфере неразрушающего контроля.

General Secretary of the Conference
George PAPANICOLAOU
Professor, University of Patras
E-mail: gpapan@mech.upatras.gr

Chairman of the Conference
Ioannis PRASSIANAKIS
Professor Emeritus NTUA
E-mail: prasian@central.ntua.gr

Подробная информация на сайте: <http://www.hsnt.gr/IC-MINDT-2013/>

ДОСТИЖЕНИЯ РОССИЙСКИХ И БЕЛОРУССКИХ УЧЕНЫХ В ОБЛАСТИ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ ИЗДЕЛИЙ СЛОЖНОЙ КОНСТРУКЦИИ



КЛЮЕВ
Владимир
Владимирович,
ЗАО «НИИИИ МНПО
«Спектр», Москва



МИГУН
Николай
Петрович,
Институт прикладной
физики НАН Беларуси,
Минск, Беларусь



АРТЕМЬЕВ
Борис
Викторович,
ЗАО «НИИИИ МНПО
«Спектр», Москва



МАТВЕЕВ
Владимир
Иванович
ЗАО «НИИИИ МНПО
«Спектр», Москва

Проблемы качества промышленной продукции и безопасности функционирования сложных технических объектов становятся с каждым годом все более актуальными, так как в условиях рыночных отношений сбыт продукции напрямую зависит от качества и конкурентоспособности, их надежности функционирования и остаточного ресурса. Необходимо исследовать процент изношенности основных средств, поскольку своевременное выявление нештатных рабочих режимов потенциально опасных сложных технических объектов позволяет избежать не только колоссальных материальных потерь, но и гибели людей.

Россия и Беларусь обладают сравнительно высоким уровнем развития промышленности, развитой системой магистральных газо- и нефтепроводов, продуктопроводов, широкой железнодорожной сетью. Их промышленный потенциал характеризуется десятками крупнейших машиностроительных предприятий, современными нефтеперерабатывающими предприятиями, тысячами километров трубопроводов, десятками тысяч объектов газ- и нефтераспределительных систем, тысячами километров железных дорог и др. В то же время, например, в Беларуси, по данным Госпромнадзора МЧС РБ, отработали сроки службы более 56 % котлов, около 60 % сосудов под давлением,

более 80 % грузоподъемных кранов и 34 % лифтов, и с течением времени ситуация все усугубляется.

Уровень развития передовых стран мира на современном этапе характеризуется прежде всего показателями качества, надежности и безопасности производимых изделий. Ведь, например, потери только от дефектов усталости металла в США составляют более 100 млрд дол., а от коррозии – более 200 млрд дол. в год [1].

Новые результаты фундаментальных и прикладных научных исследований и разработка на их основе современных высокоэффективных приборов и методик неразрушающего контроля и технической диагностики (НК и ТД) позволят решить проблему качества и конкурентоспособности выпускаемой национальной продукции и гарантировать безопасность промышленных, транспортных, энергетических, строительных объектов.

В Беларуси важнейшую роль в решении актуальных задач неразрушающего контроля и технической диагностики, стоящих перед предприятиями и организациями различных отраслей промышленности, играет подпрограмма научных исследований «Техническая диагностика» государственной программы научных исследований «Механика, техническая диагностика, металлургия» (2011–2015 гг.), которая направлена

влена на решение конкретных практических задач в области неразрушающего контроля и технической диагностики. Цель подпрограммы — исследование взаимодействия различных физических полей с материалами, изделиями и элементами конструкций и разработка на основе полученных результатов новых методов, средств и информационных технологий неразрушающего контроля и технической диагностики, обеспечивающих повышение качества промышленной продукции и безопасности эксплуатации сложных технических объектов.

Это научное направление традиционно носит междисциплинарный характер — современные методы и средства НК и ТД востребованы предприятиями промышленности, энергетики, архитектуры и строительства, транспорта и коммуникаций, Министерства по чрезвычайным ситуациям, концерна «Белнефтехим» и др. (этот факт является и определенной гарантией устойчивой востребованности разработок в области НК и ТД). При этом достаточно сильная в Беларуси научная школа в области физики неразрушающего контроля (только в Институте прикладной физики НАН Беларуси (ИПФ НАН Беларуси) работают 15 докторов и 20 кандидатов наук) позволяет эффективно решать возникающие на предприятиях специфические задачи. В России безусловными лидерами данного направления являются ЗАО «НИИ интроскопии МНПО «Спектр», Институт неразрушающего контроля Томского политехнического университета (ИНК ТПУ) и предприятия, входящие в состав ассоциации «Спектр-групп».

Важнейшими прикладными задачами неразрушающего контроля и технической диагностики являются:

- диагностика и мониторинг технического состояния потенциально опасных объектов промышленности, энергетики, строительства, прогнозирование их остаточного ресурса;
- экологический мониторинг;
- техническое обеспечение антитеррористической безопасности.

Для их решения необходимо обеспечить:

- контроль дефектов сплошности материалов и элементов конструкций (трещины, раковины, включения и т.п.);
- контроль структуры и физико-механических свойств материалов (размер зерна, анизотропия структуры, твердость, прочность, влажность, магнитные свойства и др.);
- контроль толщин покрытий, упрочненных слоев, стенок сосудов и других геометрических параметров;
- контроль напряженно-деформированного состояния деталей и элементов конструкций;
- томографическую визуализацию внутреннего строения объектов.

Внедрение современных методов и средств неразрушающего контроля обеспечивает:

- соответствие технических характеристик продукции проектным характеристикам, оговоренным в нормативно-технической документации (качество и конкурентоспособность продукции);

- уменьшение потерь материала и энергии на технологическую обработку благодаря своевременному выявлению дефектных заготовок, неперевышению толщин защитных покрытий и упрочненных слоев заданным в документации и т.п. (материало- и энергосбережение);
- повышение показателей надежности и долговечности объектов, наработки на отказ посредством снижения количества невыявленных дефектов (надежность и безопасность).

Для анализа перспектив развития фундаментальных и прикладных исследований в области НК и ТД в наших странах можно привести ряд примеров.

Экспериментальные результаты исследования взаимодействия неоднородных упругих волн с поверхностями отражения при различных граничных условиях легли в основу разработанных в ИПФ НАН Беларуси принципиально новых методик и соответствующих измерительных средств для ультразвукового контроля дефектов поршней дизельных двигателей. Например, создана автоматизированная ультразвуковая установка для выявления дефектов соединения нирезистовой вставки с материалом поршня и оценки их протяженности, позволяющая осуществлять разбраковку в соответствии с введенными параметрами браковочного уровня (рис. 1).

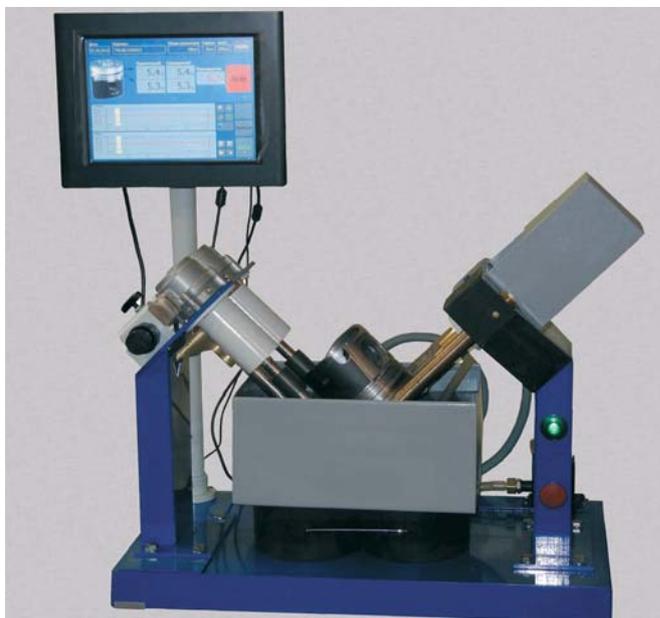


Рис. 1. Установка для неразрушающего контроля качества сцепления нирезистовых вставок в поршнях дизельных двигателей

В результате впервые реализован стопроцентный ультразвуковой контроль заготовок поршней двигателей внутреннего сгорания в потоке производства. Модификации аппаратуры для контроля поршней разных типоразмеров (как готовых изделий, так и заготовок) применительно к условиям предприятий-заказчиков внедрены на ряде предприятий Беларуси и России (Минский моторный завод, Ярославский моторный завод, Камский моторный завод и др.).

В настоящее время завершается работа по разработке, изготовлению и поставке на Камский моторный завод новой универсальной установки для ультразвукового контроля качества сцепления элементов поршней дизельных двигателей для 18 типоразмеров поршней и заготовок поршней.

На основе изучения характера перемагничивания структурно неоднородных стальных и чугуновых изделий, имеющих дефекты сплошности, в этом же институте предложены эффективная методика и вихретоковый прибор с 16 измерительными преобразователями, которые используются в составе автоматизированной установки для стопроцентного контроля металлургических дефектов гильз дизельных двигателей в потоке производства на Минском моторном заводе. Аппаратура позволяет осуществлять бесконтактный неразрушающий контроль в потоке производства гильз дизельных двигателей при высокой шероховатости поверхности, под слоем краски, покрытия, в бесконтактном варианте (зазор до 5 мм). Выявляются как продольные, так и кольцевые дефекты сплошности наружной и внутренней поверхностей гильз дизельных двигателей. Повышение достоверности контроля достигнуто за счет оригинальной методики отстройки от влияния мешающих факторов (структурных неоднородностей материала, грубой поверхности).

Поскольку в машиностроении все возрастают объемы применения чугуновых отливок со структурой высокопрочного чугуна, весьма перспективной и востребованной является разработка приборов для разбраковки чугуновых отливок в зависимости от структуры, определяемой формой графитовых включений. Разработанный в ИПФ НАН Беларуси ультразвуковой индикатор структуры чугуновых отливок (рис. 2) позволяет оперативно определять структуру чугуна (высокопрочный или серый) непосредственно в отливках.



Рис. 2. Индикатор высокопрочного чугуна ИЧ-21

В приборе использована взаимосвязь между параметрами распространения упругих волн (скорость, коэффициент затухания) со структурой и механическими свойствами чугуна. В основе лежит сравнение истинного линейного размера отливки с расчетными показаниями, полученными по измерениям прибором временного промежутка, необходимого акустическо-

му сигналу для преодоления расстояния между преобразователями, установленными на противоположных поверхностях отливки. Результаты измерения индикатором не зависят от формы отливки, причем ее подготовка к контролю требует только дробеструйной очистки от окалины. Десятки этих приборов внедрены на предприятиях Беларуси. Перспективы совершенствования приборов связаны с повышением достоверности контроля, локальности зоны контроля, а также с обеспечением возможности контроля отливок при одностороннем доступе.

Крупным достижением последних лет является установление закономерностей распространения упругих волн, создаваемых ультразвуковым преобразователем с локальным акустическим контактом, в деталях и заготовках с поверхностно упрочненными слоями. Проведены исследования в целях разработки акустического метода неразрушающего контроля толщины поверхностного слоя в металлах, закаленных после цементации. До недавнего времени эту величину оценивали по результатам металлографических исследований. Однако результаты металлографической оценки имеют низкую точность, так как во многом зависят от субъективных факторов. Для решения поставленной задачи предложен способ измерения путем использования поверхностных акустических волн в заданном диапазоне частот. Частота определяет глубину проникновения упругой энергии в изделие. Изменение структуры в результате закалки приводит к перераспределению направления микросмещений в распространяющейся волне. Фиксируются эти изменения по скорости распространения волны. Разработана соответствующая методика исследований и первичные преобразователи, обеспечивающие ввод колебаний в заданном диапазоне частот, проведены исследования, позволившие получить корреляционные зависимости для определения толщины переходного слоя на стальных деталях при закалке после цементации по градиенту скорости распространения поверхностных упругих волн от низких (0,5 МГц) до высоких (5 МГц) частот. В результате в ИПФ НАН Беларуси разработана уникальная аппаратура для ультразвукового контроля толщины поверхностно упрочненных слоев, полученных закалкой ТВЧ и цементацией, внедренная на ряде предприятий (Минский автомобильный завод и др.).

Развивается импульсный магнитный метод неразрушающего контроля структуры и механических характеристик ферромагнитных материалов и изделий. Выполнен широкий комплекс исследований, позволивших установить взаимосвязи между механическими и магнитными характеристиками ферромагнитных сталей после различных видов механической и термической обработки. Установлены закономерности влияния температур закалки и отпуска коротких полых цилиндрических тел из конструкционных сталей, моделирующих широко используемые на практике детали машиностроения (гайки, шайбы и др.), на параметры их петель гистерезиса при импульсном режиме намагничивания сериями

импульсов с изменяющимися амплитудами. С использованием ряда измеренных магнитных параметров получено выражение, устанавливающее однозначную связь между ними и величиной твердости исследованных тел при различных условиях закалки и отпуска. Это обеспечивает возможность неразрушающего контроля твердости указанных машиностроительных деталей и заготовок после объемной термической обработки.

В результате исследований в ИПФ НАН Беларуси разработан и внедрен прибор ИМА-М для импульсного магнитного многопараметрового контроля твердости изделий машиностроения (стальных заготовок зубчатых колес и гаек), подвергаемых закалке и высокотемпературному отпуску. Другой прибор, импульсный магнитный анализатор ИМА-4М, предназначен для неразрушающего контроля механических свойств (твердость, предел прочности, предел текучести, относительное удлинение при разрыве) и микроструктуры (балл зерна) изделий из низкоуглеродистых сталей толщиной от 0,15 до 4 мм. С его помощью осуществляется и контроль ряда среднеуглеродистых и низколегированных холоднокатаных, а также некоторых горячекатаных сталей. Перспективы расширения внедрения этих приборов и установок связаны с получением новых результатов исследований взаимосвязи механических и магнитных свойств, которые позволят проводить контроль с более высокой чувствительностью и производительностью.

В этом же институте ведутся работы по применению метода высших гармоник для контроля твердости поверхностного слоя стальных изделий после поверхностного упрочнения ТВЧ. Разработаны приборы типа НТ, принцип действия которых основан на том, что контролируемый участок перемагничивается переменным магнитным полем возбуждения синусоидальной формы, создаваемым накладным преобразователем, а о твердости судят на основе измерения амплитуды определенной высшей гармонической составляющей вторичной ЭДС преобразователя. Установлена связь между твердостью и амплитудами высших гармоник. При указанном способе контроля отсутствует механическое воздействие на контролируемое изделие, причем преобразователь может иметь небольшие геометрические размеры, что позволяет контролировать твердость в местах, где затруднен контроль другими приборами, например в отверстиях, узких пазах. Прибором НТ пользуются на многих предприятиях Беларуси, в частности, с его помощью проводят контроль твердости коренных и шатунных шеек коленчатых валов на РУП «ММЗ».

Ультразвуковые дефектоскопы и томографы широко применяются для контроля сварных швов деталей и узлов авиатехники. Томограф A1550 IntroVisor (рис. 3) существенно упрощает и ускоряет процедуру контроля. Для контроля используется 16-элементная широкополосная АР поперечных волн, обеспечивающая обзор в широком секторе, начиная от середины апертуры АР до эквивалентных углов ввода порядка $75 - 80^\circ$ относительно нормали к краю апертуры.



Рис. 3. Ультразвуковой томограф A1550 IntroVisor

Проведенные совместно с ОКБ «Сухой» исследования позволили рекомендовать разработанные специалистами ЗАО «НИИ интроскопии МНПО «Спектр» метод и ультразвуковой томограф A1550 IntroVisor с многоэлементной антенной решеткой и алгоритмы фокусировки к применению при контроле многослойных композитных изделий. УЗ-томограф A1040 «Полигон» предназначен для обследования железобетонных конструкций (рис. 4).



Рис. 4. УЗ-томограф A1040 «Полигон»

Системы вихретокового и магнитного контроля разработаны для контроля напряженно-деформированного состояния металлоконструкций, изготовленных из магнитных марок конструкционных сталей, например магнитный структуроскоп МС-10 (рис. 5).



Рис. 5. Магнитный структуроскоп МС-10

Созданные в НИИ интроскопии вихретоковые средства НК обеспечивают поиск дефектов через изоляционные покрытия значительной толщины и определение толщины гальванических электропроводящих покрытий.

Магнитный толщиномер покрытий МТ-23МП (рис. 6) предназначен для измерения толщины никелевых покрытий на немагнитном основании. Он выгодно отличается от аналогов наличием блока температурной стабилизации. Высокая точность измерения достигается путем намагничивания объекта контроля под преобразователем до состояния насыщения. Толщиномер имеет следующие характеристики: диапазон измерений от 30 до 600 мкм, предел допускаемой основной относительной погрешности $\delta_{осн} = \pm 5\text{ мкм} \pm 5\%$.



Рис. 6. Магнитный толщиномер покрытий МТ-23МП

Многоканальный вихретоковый дефектоскоп ВД-91НМ (рис. 7) позволяет обнаружить стресс-коррозионные трещины на трубе под слоем изоляции, оценить их глубину и расположение, документировать результаты обследования и провести компьютерную обработку и выдать рекомендации о сроках безопасной эксплуатации труб. Прибор обладает высоким разрешением при обнаружении дефектов в сварных соединениях и обеспечивает сохранение результатов контроля и др.



Рис. 7. Многоканальный вихретоковый дефектоскоп ВД-91НМ и портативный ПК

Возможности магнитопорошкового контроля изделий из ферромагнитных материалов при их производстве и эксплуатации показаны на примере автоматизированной системы (компания «Юни-тест») для контроля объектов авиационной, автомобильной, нефтегазовой промышленности, железнодорожного транспорта и трубопрокатного производства. Метод весьма эффективен при контроле изме-

нений структуры ответственных деталей из ферромагнитных материалов. В частности, «Магнитоскоп-К» для магнитопорошкового контроля цельнокатаных колес железнодорожных вагонов обладает следующими параметрами: электропитание от сети напряжением 220 В, 50 Гц, масса дефектоскопа с максимальным током 4000 А – 27 кг, а с максимальным током 1000 А – 12 кг.

Другая компания, ДНТЦ «Дефектоскопия», разработала модульный магнитопорошковый дефектоскоп МД-М для контроля деталей в условиях эксплуатации военных и гражданских летательных аппаратов. Дефектоскоп состоит из 3 модулей: импульсного, соленоида и электромагнита. В каждом модуле имеется по 10 ячеек памяти для записи режимов намагничивания и размагничивания. Максимальный импульсный ток через намагничивающий кабель сечением 10 мм^2 – 5000 А.

В ИПФ НАН Беларуси предложен новый магнитодинамический метод измерений применительно к магнитной толщинометрии защитных покрытий. Разработан и внедрен ряд уникальных приборов для магнитного контроля толщин толстослойных никелевых, двухслойных (хромовых и никелевых) и слабомагнитных металлокерамических покрытий. Магнитные толщиномеры защитных покрытий МТЦ-2М и МТЦ-3 (рис. 8, а) внедрены на ряде промышленных предприятий Беларуси (МТЗ, МАЗ, БелАЗ и др.). Созданы методики, приборы и осуществлено их метрологическое обеспечение применительно к контролю специальных покрытий ракетных двигателей. Разработанные приборы и меры толщин покрытий внесены в Госреестр средств измерений Российской Федерации. Магнитный толщиномер МТНП (рис. 8, б) позволяет контролировать защитные толстослойные никелевые покрытия (0 – 1000 мкм) на немагнитных и слабомагнитных сталях и сплавах. Магнитный толщиномер МТДП-1 предназначен для отдельного контроля слоев в двухслойных (хром (0 – 300 мкм) + никель (0 – 1000 мкм)) защитных покрытиях на немагнитных и слабомагнитных сталях и сплавах. Магнитный толщиномер МТКП-1 позволяет выполнять контроль слабомагнитных металлокерамических защитных покрытий (0 – 300 мкм) на немагнитных и слабомагнитных сталях и сплавах. Толщиномеры специальных защитных покрытий и меры внедрены на Воронежском механическом заводе и ОАО «Металлист-Самара». Прорабатываются варианты разработки и поставки новых толщиномеров, имеющих более высокую чувствительность и более широкий диапазон измеряемых толщин покрытий. Ближайшие перспективы более широкого внедрения магнитных толщиномеров защитных покрытий связаны с планируемой разработкой нового типа прибора, объединяющего функции двух методов – магнитодинамического и вихретокового.

Последние годы активно развивается метод динамического индентирования для контроля физико-механических свойств материалов. В ИПФ НАН Беларуси установлены новые закономерности, характеризующие взаимосвязь между шероховато-



а) б)

Рис. 8. Магнитные толщиномеры защитных покрытий МТЦ-3 (а) и МТНП-1 (б)

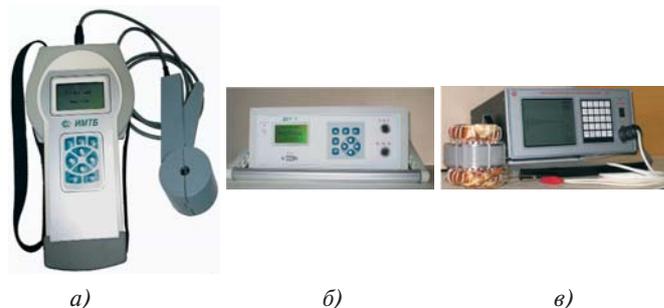
стью и жесткостью контролируемого объекта и параметрами ударного взаимодействия с ним жесткого индентора, позволившие предложить эффективную методику отстройки показаний динамических твердомеров от влияния шероховатости и жесткости объектов и тем самым значительно расширить диапазон применимости динамических твердомеров. Разработана соответствующая аппаратура для контроля нежестких тонкостенных металлоконструкций. Прибор «Импульс-2М» для контроля механических свойств стальных деталей предназначен для контроля твердости и предела прочности деталей и элементов конструкций с толщиной стенки не менее 6 мм в любом пространственном положении преобразователя. Установка «Импульс-1Р» для контроля комплекса физико-механических характеристик полимеров (резин, пластиков) позволяет определять твердость по Шору (в единицах IRHD), эластичность по отскоку, вязкость, модуль упругости и др. Разработаны также контактно-динамические приборы для измерения прочности бетонов и асфальтобетонов (рис. 9).



Рис. 9. Прибор для определения физико-механических свойств строительных материалов ИПМ-1А

Метод динамического индентирования для контроля физико-механических свойств материалов и реализующая его аппаратура внедрены на ряде промышленных предприятий Беларуси и России. Впервые метод динамического индентирования предложен в качестве нового направления для изучения и контроля трещиностойкости неметаллических материалов.

Большое внимание уделяется вопросам энергосбережения, в том числе технической диагностике электроэнергетического оборудования (силовых трансформаторов, генераторов, электродвигателей и др.). В ИПФ НАН Беларуси выполнены исследования характера электромагнитных процессов в электрических машинах, изучено влияние дефектов изоляции на переходные процессы в обмотках, установлены закономерности неоднородного перемагничивания электротехнических сталей и магнитопроводов электрических машин. Разработан комплекс приборов для диагностики электрических машин: для бесконтактного контроля токов утечки высоковольтного оборудования (рис. 10, а); для диагностики силовых трансформаторов в условиях эксплуатации и ремонта (рис. 10, б); для диагностики параметров электрических машин постоянного тока; для наладки и диагностики установок фильтр-компенсации реактивной мощности электрических сетей и силового оборудования; для контроля витковых замыканий обмоток электрических машин (рис. 10, в); для измерения магнитных характеристик и электромагнитных потерь электротехнической стали, для измерения магнитных полей. Партии приборов переданы по договорам на предприятия и в службы Белорусской железной дороги, на Минский электротехнический завод им. В.И. Козлова и др. В настоящее время завершаются работы по созданию магнитоизмерительной целолитовой установки для технологического контроля магнитных характеристик и электромагнитных потерь электротехнической стали.



а) б) в)

Рис. 10. Приборы для диагностики электроэнергетического оборудования ИМТБ (а), ДСТ (б) и ДО-1 (в)

Разработаны теория и методология реконструкции динамических изображений внутренней структуры объектов в рентгеновской томографии, эффективные информационные технологии реконструкции изображений применительно к дефектометрии и дефектоскопии, основанные на решении некорректных задач, возникающих при ограничении угла

обзора, недостаточной мощности источника излучения и при малом числе проекций. Эти разработки прошли успешную апробацию в рамках договора ИПФ НАН Беларуси с Минским тракторным заводом при дефектоскопии и размеромерии ответственных узлов и деталей. В частности, осуществлена трехмерная томографическая реконструкция и получены томограммы ряда бескорпусных игольчатых подшипников. Скорейшее доведение этих работ до широкого коммерческого использования, разработки соответствующей томографической аппаратуры требуют инвестиций заинтересованных предприятий машиностроительного комплекса. В ИНК ТПУ и ИПФ НАН Беларуси проводятся исследования в целях разработки нового метода прогнозирования остаточного ресурса ответственных деталей машиностроения с применением мониторинга структурной деградации металла неразрушающим микромагнитным методом, рентгенографии и других видов исследований, основанных на вероятностном подходе.

Все большее внимание уделяется разработке систем диагностики и мониторинга технического состояния потенциально опасных объектов промышленности, строительства, энергетики. В ИПФ НАН Беларуси разработаны: принципы, математические алгоритмы, программное обеспечение, датчики, средства передачи, обработки и отображения многосенсорной информации для систем мониторинга технического состояния несущих строительных конструкций уникальных и высотных зданий и сооружений. Разработана и внедрена система мониторинга напряженно-деформированного состояния вантового кольца культурно-спортивного комплекса «Минск-Арена». Система включает в себя комплект из 32 разработанных датчиков деформаций с соответствующим программным обеспечением и позволяет вести непрерывный мониторинг деформаций и напряжений в металлоконструкции в процессе эксплуатации комплекса «Минск-Арена», оповещать о появлении критических деформаций и напряжений, предотвращая возможные аварийные ситуации на объекте. В настоящее время разрабатываются и внедряются новые системы мониторинга технического состояния несущих конструкций высотных и большепролетных строительных сооружений (строящихся в Минске высотного здания «Парус» бизнес-центра, спортивного комплекса «Фристайл-Центр» и культурно-спортивного комплекса «Чижовка-Арена»).

Разработан ряд методик технического диагностирования и определения остаточного ресурса потенциально опасных промышленных объектов и технологического оборудования для предприятий нефтехимии (для ОАО «Гродно-Азот», ОАО «Мозырский нефтеперерабатывающий завод» и др.). Созданы и широко внедрены приборы для мониторинга состояния двухстенных резервуаров для хранения нефтепродуктов на предмет появления течи.

Исследования продолжаются в направлении разработки научно обоснованных методик и технологий

технической диагностики, мониторинга и прогнозирования остаточного ресурса потенциально опасных промышленных объектов на основе вероятностных оценок.

Вибродиагностика в качестве средства обслуживания машин и механизмов стала важнейшей составной частью общего мониторинга оборудования по фактическому состоянию. Измерительные системы диагностики, мониторинга и балансировки агрегатов используются в энергетике, добывающих и перерабатывающих отраслях, машиностроении и транспорте. Портативные вибронализаторы позволяют оперативно и регулярно получать информацию о состоянии напряженных узлов механизмов путем анализа спектра вибраций и его изменения со временем. Стационарные комплексы осуществляют непрерывный виброконтроль, обеспечивая всю полноту информации, измеряя виброускорение, виброскорость, вибросмещение, частоту вращения и т.д. Программное обеспечение дает возможность прогнозировать состояние и продление ресурса объектов. В связи с этим следует подчеркнуть, что применение наноразмерных сверхвысокочувствительных мембран для виброакустических преобразователей позволит существенно повысить потребительские характеристики и эффективность виброконтроля.

Российская «Ассоциация ВАСТ» специализируется на вибрационной диагностике в качестве средства обслуживания машин и механизмов по фактическому состоянию. Измерительные системы диагностики, мониторинга и балансировки компании используются в энергетике, добывающих и перерабатывающих отраслях, машиностроении и транспорте. Специалисты компании разработали новые подходы к диагностике оборудования на основе организации службы вибродиагностики на предприятиях.



Рис. 11. Комплекс вибродиагностики и мониторинга технического состояния механических приводов

В Объединенном институте машиностроения НАН Беларуси разработаны и внедрены средства вибромониторинга (рис. 11) и методика разбраковки редукторов приводов ленточных конвейеров. Перспективы расширения внедрения полученных результатов связаны с созданием в ближайшее время про-

граммно-инструментальных средств и методологии вибромониторинга технического состояния и остаточного ресурса редукторов мотор-колес самосвала БелАЗ, технического состояния коробок передач МЗКТ.

На ряде предприятий Министерства энергетики РБ внедрена разработка Института технической акустики НАН Беларуси – автоматизированная система контроля утечек нефтепродуктов из резервуарных парков для сбора и обработки в автоматическом режиме информации о хранящихся, потребленных и отпущенных нефтепродуктах. Эта система обеспечивает автоматизированный учет нефтепродуктов, а также оперативный контроль режимов работы оборудования в резервуарных парках.

Последние разработки в области НК и ТД Белорусского национального технического университета – методика и пакет прикладных программ для оценки остаточного ресурса оборудования и металлоконструкций, основанные на определении комплекса механических свойств металла неразрушающими методами. Эти разработки успешно внедряются при обследовании технического состояния металла башенных кранов и резервуаров, при определении несущей способности строительных конструкций. Планируется расширение масштабов внедрения после адаптации разработки применительно к техногенным объектам.

Масштабные объекты, с которыми имеет дело промышленность (магистрали тепло- и электростанций, путепроводы, газо- и нефтепроводы, стены зданий и сооружений), неизбежно подвержены износу. Одна из важнейших проблем эксплуатации оборудования на предприятиях химической промышленности и ТЭК – ранняя диагностика и прогнозирование разрушений металлоконструкций, работающих в жестких термических и химических условиях. Существующие сегодня методы ранней диагностики способны регистрировать начало разрушений металлоконструкций только на таких стадиях, когда их эксплуатация уже потенциально опасна. Подобная диагностика не позволяет снизить эксплуатационные риски до безаварийного уровня.

Классические методы металлографии, основанные на обработке оптических изображений подготовленных участков поверхности конструкций, дают необходимую информацию о структуре материала, ее изменениях, позволяя прогнозировать надежность и остаточный ресурс всего объекта.

Развитие зондовых методов в направлении силового нанотестинга поверхности дает возможность исследовать механические свойства тонких приповерхностных слоев в нанобъемах, атомные механизмы наноконтактной деформации при сухом трении, абразивном износе, механическом сплавлении и т.п. Атомно-силовая микроскопия (АСМ) предоставляет в этом направлении возможность упреждающего контроля оборудования и имеет существенные преимущества перед диагностическими средствами, используемыми в настоящее время. Важнейшим преимуществом следует считать то, что по

сравнению с оптической микроскопией, ультразвуковыми и рентгеновскими методами диагностики металлоконструкций АСМ позволяет регистрировать опасные изменения в структуре металла (изменение межзеренных границ, образование поверхностных дефектов, трещин и т.п.), когда их характерные размеры не превосходят десятков нанометров, что необходимо для оценки остаточного ресурса изделия задолго до наступления аварийно-опасной ситуации.

Новинкой является комплекс для диагностики состояния конструкционных материалов промышленного оборудования, разработанный NTI (входящей в группу компаний NT-MDT, г. Зеленоград). В основе комплекса – атомно-силовой микроскоп, позволяющий на ранних стадиях выявлять дефекты материалов с нанометровым разрешением. На фотографии показан комплекс «СОЛВЕР ПАЙП» (рис. 12), который, по мнению разработчиков, позволяет перейти на практически безаварийный режим работы при использовании во время проведения регламентных испытаний и плановой замены оборудования.



Рис. 12. Труба нефтеперерабатывающей станции и ротор турбины

Отечественная разработка «СОЛВЕР ПАЙП» прошла «боевое крещение» на нефтеперерабатывающей станции Raffineria di Roma (Италия) и в настоящее время уже используется при диагностике сложных конструкций в России, Польше и Франции.

В ИПФ и ИТМО НАН Беларуси совместно с КБТМ-ИТЦ и УП «Белмикросистемы» завершаются работы в целях создания сканирующего микроволнового микроскопа для локального контроля электрофизических свойств полупроводниковых материалов интегральных микросхем, совмещающего функции как атомно-силовой, так и СВЧ-микроскопии (совместно с ИТМО НАН Беларуси, КБТМ-ИТЦ, УП «Белмикросистемы»).

Создание систем мониторинга сложных механических конструкций с определением их срока службы сдерживалось, в частности, отсутствием надежных полифункциональных сенсоров. Применение единичных технологических методов формирования сенсоров с использованием микроэлектромеханических систем (МЭМС) позволило разработать наноразмерные сегнетоэлектрические пленки на металлических и диэлектрических подложках, обладающие рядом

особенностей сегнетоэлектрических состояний и чрезвычайно высокой температурной стабильностью. Использование таких сенсоров позволяет создать тактильные матричные датчики динамической деформации. Чувствительность сенсоров на основе сегнетоэлектрических пленок увеличивается на два порядка ($\Delta I/I \sim 10^{-9}$) по сравнению с существующими. Кроме того, они обладают долговременной стабильностью, им не требуются источники стабилизированного напряжения, так как это сенсоры генераторного типа. Использование двух линеек таких сенсоров, расположенных, например, в разных частях силовой переборки самолета, позволит зафиксировать начало образования микротрещины и координаты ее развития.

Рост использования композитных материалов в элементах конструкций определяет необходимость разработки новых систем контроля их целостности. Для обнаружения дефектов в современных композитных материалах предложены сети нанотрубок (нанопроводников), когда дефект будет обнаруживаться по изменению электропроводности сети. В этой связи перспективным направлением считается применение таких сетей для мониторинга состояния как самолетов, так и космических аппаратов.

При диагностике важнейших узлов конструкций, особенно в авиастроении и при эксплуатации самолетов и вертолетов, широко используются магнитные и магнитопорошковые методы, сопровождаемые магнитными измерениями. В лаборатории магнитометрии ГОИ им. С.И. Вавилова разработаны квантовые сверхчувствительные магнитометры, способные работать в диапазоне полей от 15 000 до 100 000 нТл с точностью 0,1 нТл и ориентационными ошибками, не превосходящими 0,03 нТл.

Начало производства сверхбольших интегральных схем (СБИС) с топологией 90 нм, а в последующем 65 нм, рассчитанного на создание российских чипов для навигационных систем ГЛОНАСС/GPS, цифрового телевидения, смарт-карт, радиочастотных идентификационных меток и т.п., потребовало разработки соответствующих средств контроля нанотехнологий и нанодиагностики продукции. Для этого в отделе нанодиагностики материалов и изделий микроэлектроники, входящем в структуру Наноцентра при Московском государственном техническом университете радиотехники, электроники и автоматики (рис. 13), оборудованы автоматизированные рабочие места, включающие в себя средства оптической

микроскопии, цифрового рентгеновского контроля и микротомографии, информационного и электрического тестирования микросхем с гибкой специализированной системой контактирования, электронно-микроскопического контроля, инфракрасного контроля, наноразмерного препарирования и зондового контроля.

Качество технологий и продукции современной микроэлектроники достигается с помощью комплексного неразрушающего контроля и диагностики. Кроме того, проводятся анализ отказов изделий микроэлектроники, локализация и исследование дефектов с помощью наноразмерного препарирования и остророфокусированного ионного пучка, коррекция топологии сверхбольших интегральных схем и формирование контрольных точек для анализа сигналов внутри СБИС. Таким образом, использование самых современных приборов и технологий дает возможность оценить техническое состояние технологического оборудования и производимой электронной продукции.

Рентгеновское оборудование отечественных разработок может быть адаптировано для различных задач контроля. Микрофокусные рентгеновские аппараты нашли широкое применение в электронной, аэрокосмической, атомной и автомобильной отраслях промышленности для контроля печатных плат, электронных компонентов, структуры композитов и решения других задач неразрушающего контроля. Мультифокусные рентгеновские трубки имеют три режима работы: мощный – для распознавания элементов менее 3 мкм, микрофокусный – для выделения элементов менее 1 мкм и нанофокусный – для распознавания элементов менее 300 нм. Промышленные нанофокусные системы рентгеновского контроля позволяют выявлять субмикронные дефекты и отлично подходят для контроля полупроводниковых компонентов. Дополнительно системы могут быть оборудованы модулем аксиальной компьютерной томографии. Следует добавить, что повышать разрешение рентгеновской микроскопии можно почти до 0,1 нм (размер атома средних величин), и это связано с граничным размером длины волны рентгеновского излучения.

На основе современных технологий синтеза нанокристаллических материалов разработаны новые виды сцинтилляционных детекторов рентгеновского излучения с улучшенными техническими параметрами: энергетической эффективностью, быстройдей-

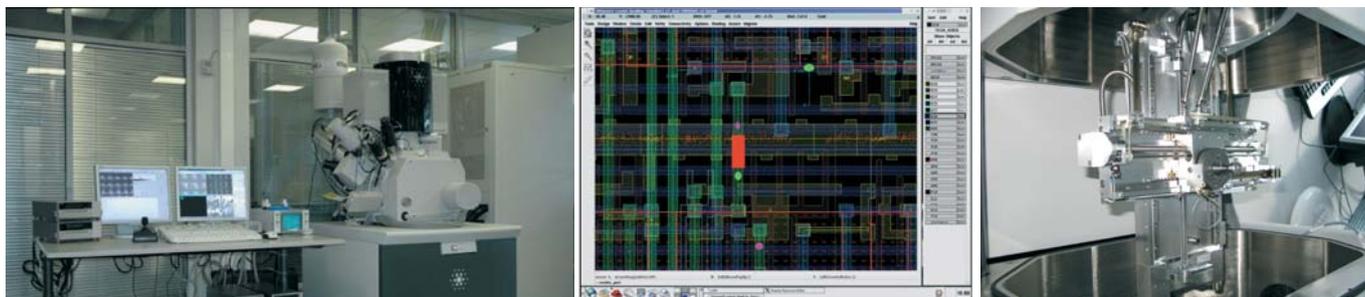


Рис. 13. Наноцентр МИРЭА



а) б) в)

Рис. 14. Рентгеновский сканер скрытых полостей «Ватсон» (а), переносные рентгенотелевизионные комплексы «Колибри 150 ТВ» (б) и «Шмель 240ТВ» (в)

ствием, пространственным разрешением, радиационной прочностью. Размер сцинтилляционных наночастиц может регулироваться параметрами синтеза в пределах 10 – 100 нм. Малые размеры наносцинтилляторов позволяют изготавливать из них рентгеновские детекторы с субмикронным пространственным разрешением. Детекторные матрицы, изготовленные из новых сцинтилляционных элементов, позволяют сократить время рентгеновского просвечивания и уменьшить получаемые объектом дозы облучения, а также значительно улучшить чувствительность и информативность инспекционной техники.

Таким образом, разработка и развитие средств НК и ТД нового поколения неразрывно связаны с достижениями нанотехнологий и создаваемых на их основе наносенсоров, нанодатчиков, нанопреобразователей, наноэлементов электронных узлов и систем наглядного отображения информации. Многие нанотехнологии и нанопреобразователи используют наноэффекты: размерные эффекты, туннельный эффект, эффекты сверхпроводимости и гигантского магнитосопротивления, эффекты квантовых точек и резкого изменения свойств композиционных наноструктур, эффекты материалов с отрицательным показателем преломления (метаматериалы) и т.д.

Значительное развитие при экспертизе промышленной безопасности получил метод акустической эмиссии. Этот метод применяют при обследовании сосудов высокого давления и трубопроводов, корпусов самолетов, объектов из металлов и композицион-

ных материалов, куполообразных сооружений, наземных хранилищ, мостов, исследовании усталостных характеристик материалов и т.п. Системы комплексного диагностического мониторинга, в том числе новое семейство акустико-эмиссионной аппаратуры с имитаторами сигналов, разработала российская компания «Интерюнис», являющаяся одной из ведущих компаний в данном направлении. В частности, известна новая система «Лель /A-Line 32D (DDM)», являющаяся многоканальной модульной системой сбора и обработки акустико-эмиссионной информации с последовательным высокоскоростным цифровым каналом передачи данных. Аппаратура разработана с использованием передовых технологий в области микроэлектроники и цифровой передачи данных. Уникальность системы подтверждена патентом RU 44390.

Рентгеновская диагностическая техника, выпускаемая фирмой «Флэшэлектроникс» (рис. 14): сканер скрытых полостей «Ватсон» (односторонний доступ к объекту контроля и высокая производительность), переносные рентгенотелевизионные комплексы «Колибри 150 ТВ» и «Шмель 240ТВ» используются на обеих сторонах российско-белорусской границы.

Институт неразрушающего контроля при ТПУ разработал уникальный пакет компьютерных программ для моделирования и обработки данных в тепловом контроле: программу ThermoCalc-6L для решения трехмерной задачи теплового контроля многослойных тел при разнообразных граничных условиях и про-



Рис. 15. Тепловизоры

МЕТОДЫ, ПРИБОРЫ, ТЕХНОЛОГИИ

грамму ThermoFit для обработки экспериментальных данных, включая тепловую томографию, Фурье-анализ, вейвлет-анализ, метод анализа главных компонент и дефектometriю, а ЗАО «НИИИИ МНПО «Спектр» предлагает новые тепловизионные приборы на неохлаждаемых матрицах (рис. 15).

В наших странах ведется активная работа по гармонизации национальных стандартов с международными, в частности по внедрению принятого этой весной ISO 9712:2012.

Наиболее интересные материалы по неразрушающему контролю и технической диагностике публикуются в российских периодических изданиях «Контроль. Диагностика», «Территория NDT», «Дефектоскопия», «В мире НК», а также белорусском журнале «Неразрушающий контроль и диагностика».

Следует особо отметить выпуск под эгидой Российского общества по НК и ТД серии книг «Диагностика безопасности». В состав серии вошли 20 книг по всем методам неразрушающего контроля и технической диагностики, получившие гриф Учебно-методического объединения как учебные пособия для обучения студентов и подготовки специалистов по НК и ТД. Все книги серии рекомендованы научным советом РАН по диагностике и испытаниям в качестве базового материала для дистанционного обучения специалистов.

Библиографический список

Серия «Диагностика безопасности» / под общ. ред. В.В. Клюева.

1. Махутов Н.А., Гаденин М.М. Техническая диагностика остаточного ресурса и безопасности. М.: Спектр, 2011. 187 с.
2. Зусман Г.В., Барков А.В. Вибродиагностика. М.: Спектр, 2011. 216 с.
3. Туробов Б.В. Визуальный и измерительный контроль. М.: Спектр, 2011. 224 с.
4. Потапов А.И. Оптический контроль. М.: Спектр, 2011. 208 с.

5. Артемьев Б.В., Буклей А.А. Радиационный контроль. М.: Спектр, 2011. 192 с.
6. Матвеев В.И. Радиоволновой контроль. М.: Спектр, 2011. 184 с.
7. Алешин Н.П., Бобров В.Т., Ланге Ю.В., Шербинский В.Г. Ультразвуковой контроль. М.: Спектр, 2011. 224 с.
8. Иванов В.И., Бигус Г.А., Власов И.Э. Акустическая эмиссия. М.: Спектр, 2011. 192 с.
9. Федосенко Ю.К., Шкатов П.Н., Ефимов А.Г. Вихретоковый контроль. М.: Спектр, 2011. 224 с.
10. Глазков Ю.А. Капиллярный контроль. М.: Спектр, 2011. 144 с.
11. Бакунов А.С., Горкунов Э.С., Шербинин В.Е. Магнитный контроль. М.: Спектр, 2011. 192 с.
12. Евлампиев А.И., Попов Е.Д., Сажин С.Г., Сумкин П.С. Течеискание. М.: Спектр, 2011. 208 с.
13. Шелихов Г.С., Глазков Ю.А. Магнитопорошковый контроль. М.: Спектр, 2011. 184 с.
14. Клюев С.В., Коновалов Н.Н., Копытов С.Г., Соловьева М.О. Аттестация персонала в области неразрушающего контроля. Муравская Н.П. Метрология в неразрушающем контроле. М.: Спектр, 2011. 200 с.
15. Будадин О.Н., Вавилов В.П., Абрамова Е.В. Тепловой контроль. М.: Спектр, 2011. 176 с.
16. Предприятия неразрушающего контроля в России: справочник. М.: Спектр, 2011. 200 с.
17. Клюев С.В., Шкатов П.Н. Комбинированные методы вихретокового, магнитного и электропотенциального контроля. Библиография неразрушающего контроля. М.: Спектр, 2011. 191 с.
18. Ковалев А.А., Ковалев А.В. Технические средства антитеррористической и криминалистической диагностики. М.: Спектр, 2011. 206 с.
19. Клюев В.В., Зуев В.В., Ипполитов И.И. и др. Экологическая диагностика. М.: Спектр, 2011. 384 с.
20. Клюев В.В. Деградация диагностики безопасности. М.: Спектр, 2012. 128 с.

6-я ЦЕНТРАЛЬНО-АЗИАТСКАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА «МЕТАЛЛУРГИЯ. МАШИНОСТРОЕНИЕ. СТАНКООСТРОЕНИЕ. ПРОМЫШЛЕННАЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ – MACHINERY CENTRAL ASIA 2013»

8 – 10 октября, 2013 г., НВК «Узэкспоцентр», Ташкент, Узбекистан

Разделы выставки:

- Металлургия
- Машиностроение
- Станкостроительная продукция и автоматизация производства
- Приборы и оборудование для неразрушающего контроля и технической диагностики в промышленности

За подробной информацией обращайтесь к организаторам: **ITE Uzbekistan**

Ташкент, 100000, Узбекистан, пр-т Мустакиллик, 59а

Тел. **+(998 71) 113 01 80** Факс **+(998 71) 237 22 72**

E-mail: **mca@ite-uzbekistan.uz** WEB **www.mca.ite-uzbekistan.uz**



В течение многих лет журнал «Стандарты и качество» является единственным полноценным профессиональным, научно-техническим и экономическим изданием на русском языке по вопросам стандартизации и качества. На его страницах публикуются материалы, посвященные вопросам системного управления качеством выпускаемой продукции и услуг, организации современного производства, разработки и применения национальных, межгосударственных и международных стандартов, технических регламентов Таможенного союза.

Журнал является главным источником информации о деятельности российских и международных организаций по качеству и стандартизации, о новых направлениях развития науки в области качества. Основные разделы журнала: техническое регулирование в Таможенном союзе, стандартизация, качество, опыт лучших предприятий.

Среди авторов журнала видные ученые академики РАН В.В. Клюев, А.Д. Некипелов, В.В. Окрепилов, член-корреспондент РАН, В.И. Данилов-Данильян, академик Украинской академии наук П.Я. Калита.

Регулярно публикуют статьи известные специалисты в области стандартизации и качества А.В. Гличев, Г.И. Элькин, Е.Р. Петросян, С.В. Пугачев, А.В. Зажигалкин, В.Г. Версан, И.И. Чайка, А.Н. Лоцманов, Ю.П. Адлер, В.А. Лapidус, В.Н. Корешков и многие другие.

В состав редакционного совета журнала входят академики РАН В.Л. Александров, Л.А. Бокерия, Ю.В. Гуляев, В.В. Окрепилов, президент ТПП России С.Н. Катырин, главный государственный санитарный врач Российской Федерации Г.Г. Онищенко и др.

С 2000 г. руководит журналом (главный редактор) известный государственный и общественный деятель Г.П. Воронин.

В журнале «Стандарты и качество» публикуются статьи по проблемам, связанным с формированием Таможенного союза и вступлением России в ВТО. Предметом особого внимания являются вопросы теории и практика стандартизации. Журнал стал инициатором разработки проекта федерального закона «О стандартизации».

Сотни предприятий России и стран ближнего зарубежья делились на страницах журнала опытом разработки и внедрения систем менеджмента качества, повышения качества и конкурентоспособности своей продукции и услуг.

«Стандарты и качество» стал одним из основателей и учредителей конкурса «100 лучших товаров России». Журнал – первое периодическое издание, со страниц которого прозвучала идея введения премии по качеству на государственном уровне, учрежденная впоследствии постановлением Правительства Российской Федерации.

Принцип постоянного улучшения – один из главных принципов журнала «Стандарты и качество». Редакция журнала работает под девизом: «Для тех, кто сделал ставку на качество!». Издание входит в перечень журналов, утвержденных ВАК, для публикаций основных положений докторских и кандидатских диссертаций.



Тел. редакции: (495) 771 6652

Сайт: www.ria-stk.ru

Подписка по тел.: (495) 258 8437

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕПЛОВОГО МЕТОДА КОНТРОЛЯ В НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ



АХУНДОВ Фаик Гюльмамед оглы

Начальник отдела технического надзора,
НПЗ «Азернефтьяг» госнефтекомпании Азербайджана

Стремительное развитие в последнее время методов неразрушающего контроля, все более обширное применение их в производстве и в первую очередь как методов выявления дефектов на ранней стадии их развития дает возможность все надежнее предотвращать незапланированные аварийные выходы оборудования из эксплуатации. Одним из таких динамично развивающихся методов является тепловой метод контроля.

Тепловой метод контроля в нефтеперерабатывающей отрасли по сравнению с другими методами применяется относительно недавно. Методических указаний по его использованию на оборудовании нефтехимического комплекса еще не разработано. Исходя из этого было решено провести термографическое исследование с помощью тепловизора марки ТН-9100 с неохлаждаемой болометрической матрицей производства японской компании NEC в целях выявления наиболее оптимального способа применения данного метода на конкретном виде оборудования.

Первым объектом термографического исследования (его проводили в облачную погоду при температуре воздуха +29 °С, относительной влажности 60 % и скорости ветра 2 м/с) был выбран насосный парк установки первичной перегонки нефти ЭЛОУ-АВТ-2.

При этом на корпусе одного из насосов марки SULZER ZE-80-3400 (рис. 1, а) со следующими эксплуатационными параметрами:

$$Q = 102 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$p = 1,22 \text{ МПа};$$

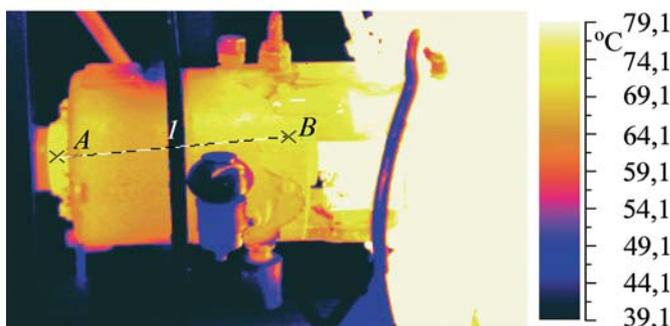
$$n = 2965 \text{ мин}^{-1};$$

перекачиваемый продукт – дизель с $t = 242,3 \text{ }^\circ\text{C}$

в частях опоры подшипников был обнаружен ненормативный перегрев поверхности (рис. 1, б), нетипичный для данной части насоса, превосходящий нормативный предел (согласно ОТУ–78, пункт 2.5.8., температура подшипникового узла не должна превышать 60 °С).



а)



б)

Рис. 1. Общий вид (а) и термограмма поверхности (б) насоса

Температура охлаждающей жидкости на входе в систему охлаждения насоса по регламенту должна быть не более 25...30 °С. Анализируя линейный профиль термограммы, на которой отчетливо видно падение температуры при пересечении профильной линии, трубки подачи охлаждающей жидкости до значений, указанных в регламенте по эксплуатации насо-

сного агрегата (рис. 2), отклонения или нарушения нормальной функции системы охлаждения обнаружено не было.

На основании термографического исследования было сделано предположение о том, что с большой вероятностью у данного насоса вышли из строя подшипники качения. Предположения косвенно подтверждались «металлическим» шумом насоса при работе. Для установления причин было принято решение об остановке насоса и его детальной проверке. В результате предположения полностью подтвердились. Дефектными, а правильней сказать, пришедшими в аварийное состояние, оказались внутренние кольца подшипников качения, на которых образовались крупные раковины, явившиеся причиной непланового скольжения частей подшипника (рис. 3). Из-за этого происходил недопустимый сверхнормативный нагрев подшипников, которые в свою очередь оказывали температурное воздействие на корпус насоса, в

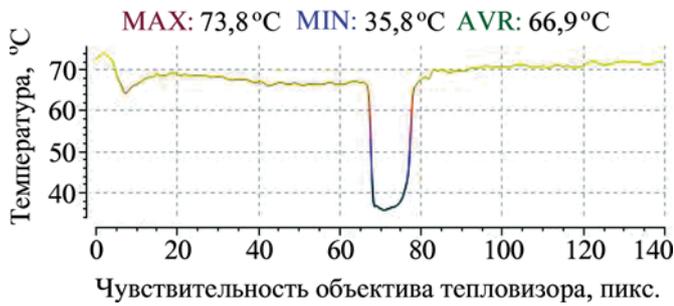


Рис. 2 Линейный профиль термограммы

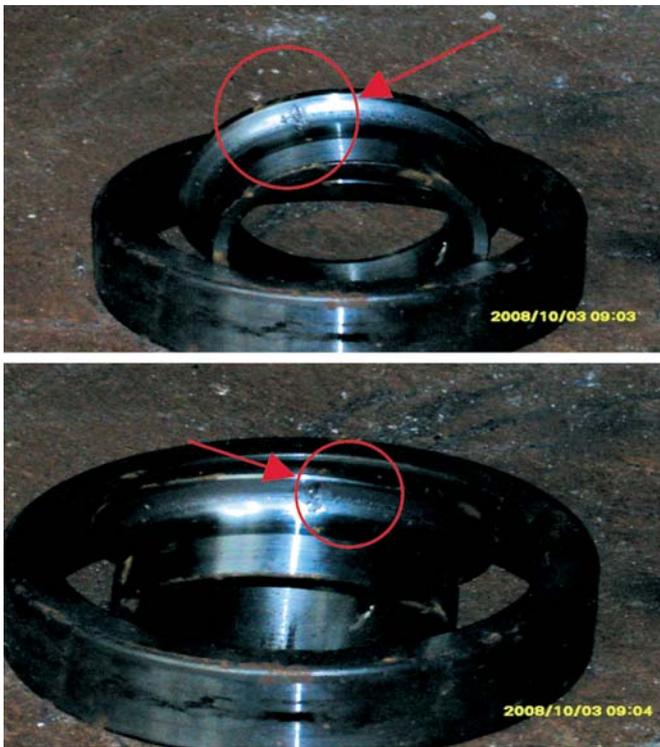
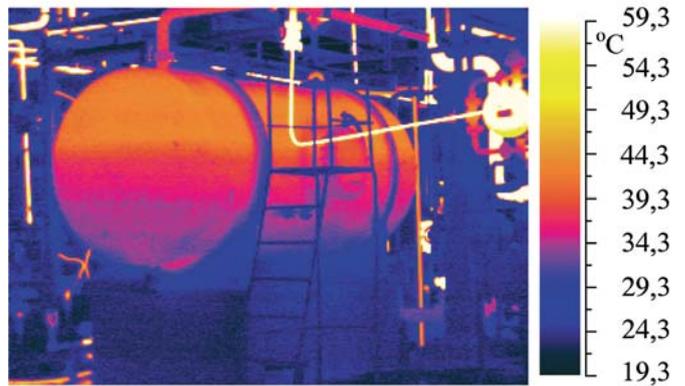


Рис. 3 Поврежденные подшипники качения



а)



б)

Рис. 4. Буферная емкость (а) и ее термограмма (б)

результате чего возникала реальная угроза возгорания насосного агрегата.

Спецификой нефтеперерабатывающей промышленности является применение в технологическом процессе большого количества и разного объема емкостей и резервуаров. Данный вид оборудования в свою очередь оснащен разнообразной контрольной аппаратурой, которая помогает эксплуатационному персоналу следить за техническими параметрами, необходимыми при поддержании режима эксплуатации. Одним из видов контрольной аппаратуры являются уровнемеры, которые стали следующим объектом исследования. Исследовали емкость D-301 (рис. 4) этой же технологической установки вместимостью 9000 л.с. с рабочим давлением 0,1 МПа и температурой продукта (техническая вода) +90°C. Это буферная емкость для сбора технической воды, служащей для охлаждения теплообменного узла E-303AB. Цель исследования заключалась в определении точности работы механических и электронных уровнемеров марок LT-311 IZIZZEB-DEA и LG-311 SRG-1, установленных на емкости после проведения на них ремонтных работ. После получения термографического изображения был проведен геометрический замер технической ватерлинии (рис. 4, б) и вычислен объем содержащейся на данный момент воды. Расчетные данные и показания уровнемеров совпали.

Наряду с емкостями немаловажную роль в процессе нефтепереработки играет и запорная арматура. В

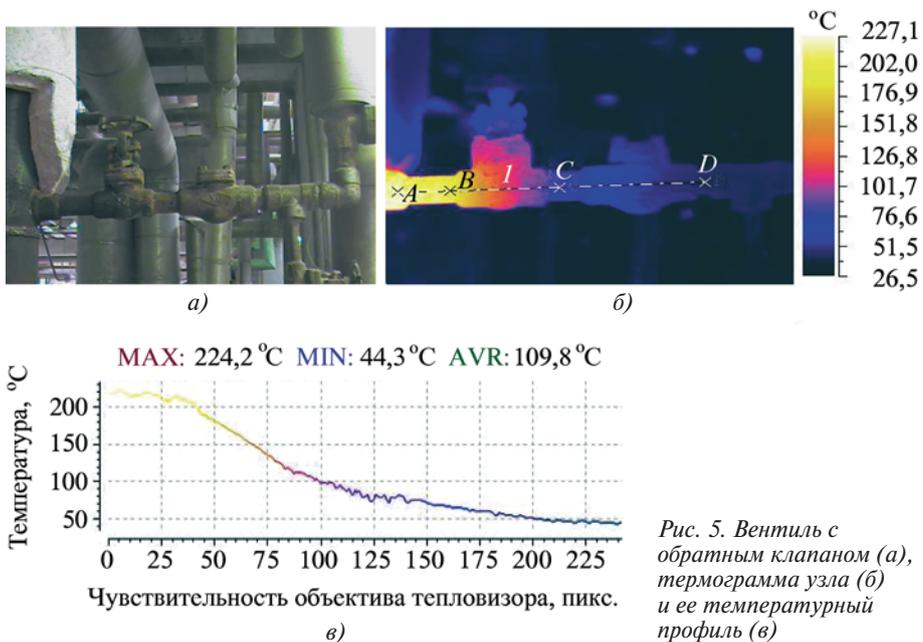


Рис. 5. Вентиль с обратным клапаном (а), термограмма узла (б) и ее температурный профиль (в)

случае нештатной работы данного оборудования существенно падает качество выпускаемой продукции, не говоря уже о потенциальной возможности загрязнения окружающей среды и создании опасности возгорания на предприятии. Так, на одной из технологических установок у персонала возникли подозрения, что вентиль и обратный клапан, установленные на нагнетательной линии одного насоса пропускает продукт, который попадает в байпасную линию.

Технические данные запорной арматуры и насоса

Вентиль:

$D_{усл}$, мм 40

$p_{усл}$, МПа 6

Насос:

Q , м³/ч 260

p , МПа 0,702

перекачиваемый продукт Дизель

T , °C 261

Съемку данного узла проводили в пасмурную погоду при температуре воздуха +35 °C, относительной влажности 60 %, под углом измерения 10° с расстояния 2 м (рис. 5, б). При анализе термограммы и ее температурного профиля наблюдается полное падение температуры (рис. 5, в) после запорного вентиля, что дает основание предположить исправность его состояния. При проведении профилактических работ на установке данный узел был подвергнут ревизии, и предположение было подтверждено.

Важной составляющей любой технологической установки по переработке нефти является технологическая печь для подогрева нефти. Сложность данного оборудования состоит в очень жестких условиях работы: с одной стороны, поток нефти движется с большой скоростью и под высоким давлением по змеевику печи, а с другой стороны, термическое воздействие на этот змеевик оказывается внутри печи. Чтобы уменьшить термическое воздействие на стены, пол и свод печи, а также снизить теплопотери, изнутри ее покрывают изоля-

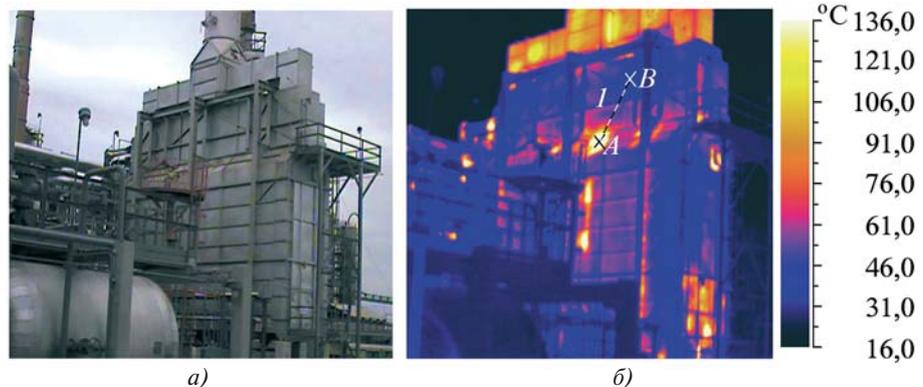


Рис. 6. Восточная часть печи (а) и ее термограмма (б)

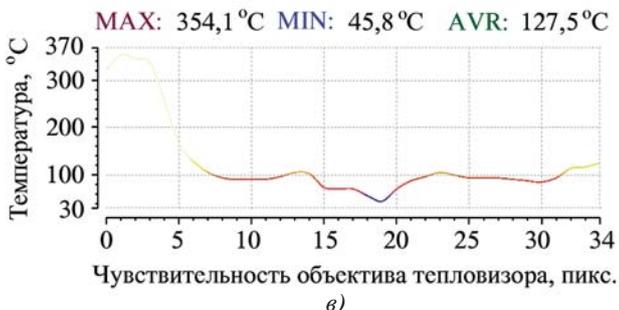
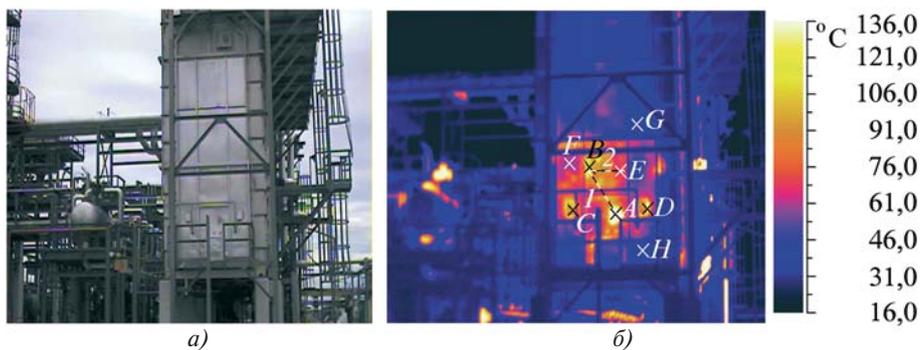


Рис. 7. Северная часть печи (а), ее термограмма (б) и линейный профиль термограммы (в)

МЕТОДЫ, ПРИБОРЫ, ТЕХНОЛОГИИ

ционным слоем, который из-за жестких условий работы со временем разрушается. Для своевременного выявления разрушения теплоизоляционного слоя печи атмосферного блока установки ЭЛОУ-АВТ 2 в эксплуатации было проведено термографическое исследование.

Эксплуатационные параметры печи

Производительность печи, млн т/год	... 2
Температура в камере радиации, °С	... 850
Температура в камере конвекции, °С	... 343
Число потоков	... 4
Число форсунок	... 10
Изоляция печи	Керамический фибер толщиной 76,2 мм
Габаритные размеры печи, мм	3160 × 13735 × 12257

При проведении термографической съемки (рис. 6) в сентябре 2008 г. (печь эксплуатировалась при температуре воздуха +30 °С, относительной влажности 70 %, расстоянии до объекта 20 м, угле измерения 300).

В результате выявлены значительные зоны повышенной температуры в различных частях печи (рис. 7). По состоянию аномальных температурных зон (рис. 7, в) с учетом длительного срока эксплуатации без капитального ремонта (установка введена в эксплуатацию в 1994 г.) и по повышению температуры на поверхности печи было сделано предположение, что частично изоляционный слой разрушен со всех сторон. На основании анализа термограмм были разработаны рекомендации по устранению данных дефектов.

В январе – феврале 2009 г. был проведен капитальный ремонт данной установки, в том числе и технологической печи. Все выводы, сделанные при обследовании печи в сентябре, были подтверждены визуально (рис. 8) при составлении отбраковочных актов.

Рассмотренные случаи не претендуют на 100%-ное выявление дефектов оборудования, применяемого в



Рис. 8. Результаты обследования (фото из отбраковочного акта)

нефтеперерабатывающей промышленности, но все же это еще один шаг к раннему обнаружению дефектов и своевременному их устранению, способствующий продлению срока эксплуатации оборудования и, соответственно, сокращению расходов на капитальный ремонт.

Библиографический список

1. Методика инфракрасной диагностики тепломеханического оборудования ОРГРЭС. М., 2000.
2. РД 153-34.0-20.363-99. Основные положения методики инфракрасной диагностики электрооборудования и ВЛ. М.: ОРГРЭС, 2004.

Общество неразрушающего контроля Словении организует 12-ю международную конференцию «ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ В ТЕХНИКЕ»

Университет Любляны, факультет машиностроения, Любляна, Словения, 4–6 сентября, 2013 г.

Темы конференции

- Применение методов неразрушающего контроля.
- Контроль материалов и конструкций различными методами неразрушающего контроля.
- Математическое моделирование.
- Системы автоматизированного неразрушающего контроля.
- Применение различных неразрушающих методов испытания материалов в производстве и эксплуатации.
- Автоматизация неразрушающего контроля материалов и изделий в серийном производстве.
- Инновации в неразрушающем контроле.
- Оценка результатов контроля, достоверность результатов, оценка опасности дефектов.
- Обучение, квалификация персонала и сертификация для неразрушающего контроля.
- Сертификация оборудования неразрушающего контроля.
- Стандарты, применение стандартов в области неразрушающего контроля.

Подробная информация на сайте: <http://www.fs.uni-lj.si/ndt>

МЕТОДЫ, ПРИБОРЫ, ТЕХНОЛОГИИ

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ОПЕРАТИВНОЙ ДИАГНОСТИКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН



ЗАВИДЕЙ
Виктор Иванович
Д-р техн. наук, ФГУП ВЭИ,
Москва



МИЛОВАНОВ
Сергей Васильевич
ООО «Панатест», Москва

Силовые трансформаторы и электрические двигатели являются главными составляющими в системах распределения и потребления электрической энергии. Синхронным и асинхронным электроприводами потребляется более половины электроэнергии, производимой в мире. Силовые трансформаторы конечных потребителей представляют наиболее многочисленную группу электрических аппаратов, влияющих на стабильность энергоснабжения предприятий и населения. Сбои электроснабжения, повреждение электродвигателей ведет к нарушению технологических процессов, повышенному браку продукции, дополнительным затратам на их восстановление и ремонт, а также на нормализацию технологического процесса. Непланные аварии, как правило, сопряжены со значительными экономическими издержками, особенно в ключевых отраслях производства (энергетика, металлургия, нефтегазодобыча, транспорт и др.).

Оперативному диагностированию технического состояния электрических машин в рабочих режимах или при кратковременных остановках уделяется значительное внимание, но из-за огромного количества электрических двигателей, как правило, ограничивается тепловизионным контролем и измерением вибрационных характеристик. В этой связи актуальна разработка методов и измерительных систем определения комплексных характеристик, позволяющих оперативно и с высокой вероятностью определять техническое состояние аппаратов, снижая ущерб от этих прецедентов за счет раннего обнаружения зарождающихся дефектов.

Системы и методы диагностики электрооборудования можно разделить на две основные группы. К первой группе относятся методы тестовой диагностики, требующие формирования искусственных возмущений, воздействующих на изучаемый объект: измерение сопротивления изоляции, токов утечки, внутреннего сопротивления обмоток, тангенса угла диэлектрических потерь обмоток и др. Вторая группа включает в себя методы оперативной диагностики, используемые для электрооборудования, являющегося источником естественных возмущений в процессе работы. Каждая группа в свою очередь делится на две других – это методы, позволяющие обнаружить неисправность электрооборудования в целом, и методы, выявляющие конкретную неисправность или дефект.

Тестовое диагностирование – основной вид выявления дефектов электрооборудования в отечественной энергетике. Им и определяется структура технического обслуживания и ремонта по регламенту. Подобный подход часто способствует появлению дефектов. Так, при проведении плановых ремонтов электрических машин двигатель подвергается высоковольтным испытаниям, которые вызывают появление в обмотке частичных разрядов и микродефектов, развивающихся в процессе работы электромашины. Каждое высоковольтное испытание увеличивает число дефектов и в конечном итоге приводит к повреждению электрического двигателя.

Для перехода от обслуживания и ремонта по регламенту к ремонту и обслуживанию по фактическому состоянию необходимы методы диагностики, не только относящиеся к категории функциональных, но и позволяющие выявлять дефекты конкретной части электрооборудования.

Разработки и исследования последних лет за рубежом в части развития методов и средств контроля и анализа текущего технического состояния электродвигателей позволяют реализовать технологию обслуживания «по состоянию», актуальную для российской промышленности [1, 2]. Основная задача заключается в том, что обслуживание и ремонт производят в зависимости от реального текущего технического состояния электрических машин, контролируемых в процессе эксплуатации, без разборок, основываясь на измерении ряда основных параметров. При этом затраты на техническое обслуживание электрических машин многократно снижаются по сравнению с обслуживанием по системе планово-предупредительных ремонтов.

Среди электрических повреждений в электрических машинах наиболее часто повреждаются обмотки статоров ~37 % и роторов ~9 %, для диагностирования которых предложен ряд методов. Для диагно-

стирования обмоток ротора короткозамкнутого асинхронного электродвигателя рекомендуется контроль пускового тока статора, в некоторых работах [3] описана оценка технического состояния обмоток электродвигателя по величине гармонических составляющих тока статора. В работах [4, 5] диагностирование стержней короткозамкнутого ротора асинхронных электродвигателей проводят с использованием пульсаций обобщенного вектора тока статора на работающем двигателе. К недостаткам указанных методов можно отнести возможность ошибки в определении технического состояния при изменении питающего напряжения и высокочастотных помех. Важную роль в обеспечении нормальной работы электродвигателей играет качество питания, уровень перенапряжений, наличие в сети высокочастотных гармоник тока и напряжения, небаланс фаз.

Согласно «Нормам испытаний ...» техническое состояние электродвигателей определяется измерениями сопротивления изоляции, сопротивлений обмоток постоянному и переменному току и результатами высоковольтных испытаний на отключенном двигателе. На работающих электродвигателях проводят измерение токов статорных обмоток и вибрационный и тепловизионный контроль корпусных элементов, узлов присоединения и подшипников. Таким образом, полный контроль параметров двигателя требует значительного числа разнородных измерительных операций и приборов. Как правило, в полной мере подобные измерения оперативным персоналом не выполняются.

Анализом тенденций в области технической диагностики электродвигателей выявлено два направления их развития. К первому направлению относятся методы и средства, осуществляемые при проведении профилактических испытаний и ремонтов (т.е. на неработающих электродвигателях) и позволяющие выявлять электрические повреждения цепей и статорных обмоток. Ко второму направлению относятся методы, применяемые на работающих электродвигателях и позволяющие судить о наличии дефектов определенного типа, например дефектов подшипников, изоляции статорной обмотки и др.

Целью и задачей данной работы является сопоставительный анализ развиваемых в последние годы интегрированных систем диагностики технического состояния электродвигателей.

Наиболее эффективными представляются подходы, связанные с одновременным получением возможно более полной информации о наличии дефектов на отключенных двигателях (статические испытания) и в работе (динамические испытания). Корреляция статических и динамических данных испытаний дает возможность независимо оценить реальное техническое состояние двигателя различными методами и дать надежный прогноз его работоспособности.

Среди систем подобного назначения, в которых достигнута реализация этих возможностей, можно назвать анализатор цепей двигателей и систему динамического анализа двигателей, производимых компа-

нией ALL TEST Pro. LLC. В этих приборах предусмотрено использование программного обеспечения для анализа данных измерений и формирования базы обследуемых объектов, что позволяет получать временные тренды изменений параметров контроля. Технология и системы диагностики ориентированы на обнаружение наиболее повреждаемых элементов и узлов двигателей, а также качества питания сети или приводов.

Система позволяет проводить оперативный анализ значимости дефектов и давать рекомендации на проведение ремонта или замены двигателя. Следует отметить, что оценку технического состояния производят по ряду параметров, установленных в «Объемах и нормах испытаний ...»), которые практически идентичны критериям, разработанным институтами EPRI (The Electric Power Research Institute USA) и IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers). Наряду с этим в анализе используют и дополнительные параметры (наличие гармоник в токовых сигналах при работающем оборудовании), а также параметр, определяющий зависимость тока от частоты, и фазовый сдвиг между током и напряжением для отключенных двигателей или обмоток трансформаторов.

Для электрических аппаратов, выведенных из работы, к важнейшим параметрам контроля относятся: сопротивление изоляции, сопротивление обмоток постоянному току, комплексное сопротивление, индуктивность обмоток, фазовый угол между напряжением и током и параметр отношения токов на основной и удвоенной частотах. Выбор рассмотренных параметров проведен таким образом, что эти параметры не являются строго независимыми. При этом некоторая избыточность в количестве параметров контроля создает новое качество контрольной операции, при которых не требуются заранее известные (в том числе и паспортные) данные об объекте контроля. Важно, что в случае трехфазных аппаратов анализируется уровень дисбаланса между фазами, а не абсолютный уровень параметров.

Следует отметить, что рассмотренные подходы применимы как к трансформаторам, так и к электродвигателям, так как электродвигатель представляет собой по существу трансформатор с вращающейся вторичной обмоткой и увеличенным магнитным сопротивлением. При небольших частотах можно принять, что эти параметры являются сосредоточенными, и не рассматривать волновые процессы, которые имеют место на частотах, значительно превышающих промышленную частоту. Эквивалентная схема контролируемой цепи для одной фазы этих машин и аппаратов в упрощенном виде (рис. 1) изображается в виде с двух обмоток, связанных взаимной магнитной индукцией. Основными параметрами подобных цепей являются активные сопротивления обмоток R_1 , R_2 , их индуктивности L_1 , L_2 , сопротивление и емкости.

Статистика повреждений электродвигателей, силовых трансформаторов показывает, что наиболее распространены дефекты контактных соединений в местах подсоединения кабельных линий питания R_k , контактных соединений регулятора напряжения,

замыкания витков первичной обмотки, ухудшения сопротивления изоляции обмоток $R_{и}$. Для асинхронных электродвигателей к распространенным дефектам относятся обрывы или ухудшение пайки элементарных проводников обмотки ротора, вводные контактные соединения обмотки статора.

Рассмотренные дефекты всегда приводят к изменению активного сопротивления, индуктивности, емкости и полного сопротивления. Вместе с тем вклад этих составляющих в комплексное сопротивление различен и изменяется также с изменением частоты приложенного напряжения. В реактивных цепях всегда наблюдается сдвиг фаз φ между током I и приложенным напряжением U . Схематически возникновение различных дефектов (увеличение контактных сопротивлений, замыкание витков, изменение сопротивлений изоляции) в цепях первичной и вторичной обмоток приведено на рис. 1.

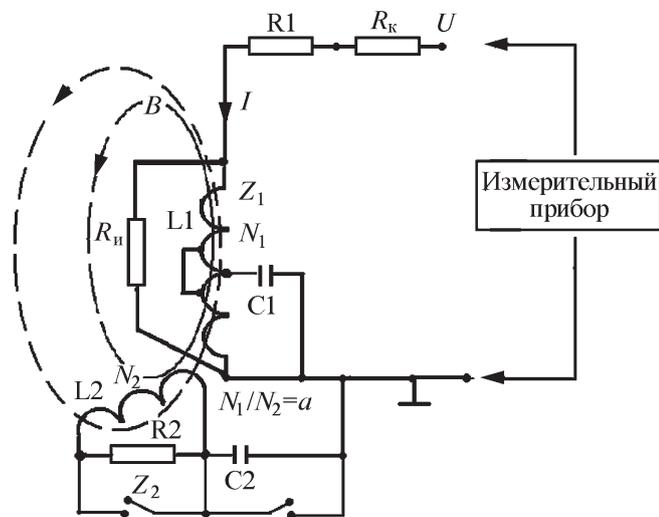


Рис. 1. Принципиальная схема связанных магнитным потоком обмоток

Рассматриваемая в данной работе многопараметрическая система измерений может использоваться при контроле как синхронных и асинхронных двигателей, так и двигателей постоянного тока. Помимо этого, и это было проверено экспериментально, системы данного типа могут успешно использоваться и для контроля технического состояния силовых трансформаторов. Отличительной особенностью рассмотренных систем является проведение одним прибором комплекса измерений, автоматическое занесение данных контроля в базу данных, их анализ и прогноз рабочего состояния.

Для эффективной и надежной работы электродвигателя или трансформатора подводимое к нему питание должно соответствовать определенным требованиям по наличию высокочастотных гармоник, перенапряжений и др. Наличие высокочастотных гармоник в цепи питания приводит к дополнительному нагреву статорной обмотки и преждевременному ее старению. Поэтому предварительно необходимо опре-

делить по трем фазам несимметрию напряжений и токов, провести оценку баланса токов и напряжений по фазам и информации о наличии высокочастотных гармоник электропитания.

При отсутствии в питающем напряжении мощных импульсных помех при работе двигателя могут быть определены дефекты паек роторной обмотки по гармонике нижней боковой частоты напряжения питания. Уровень гармоники нижней боковой частоты не должен превышать -35 дБ от основной частоты питающей сети (рис. 2).

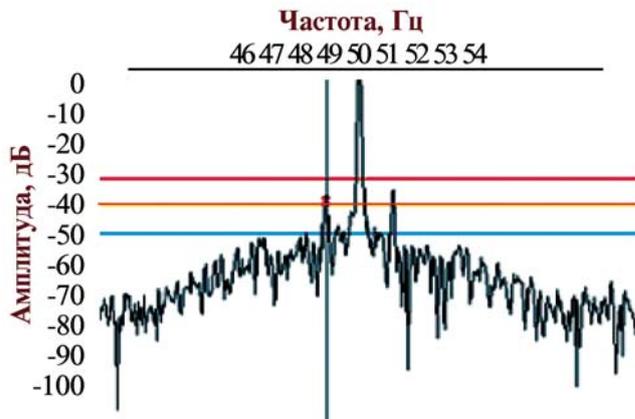


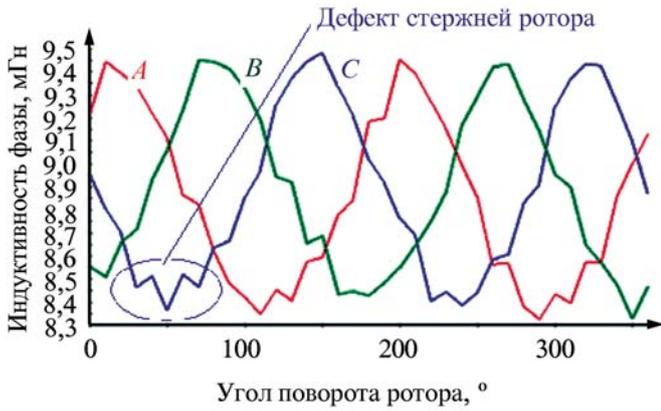
Рис. 2. Данные гармонического анализа на работающем двигателе с дефектом обмотки ротора

На отключенном двигателе измеряют межфазные и активные сопротивления обмоток постоянному току, индуктивность, импеданс и угловую зависимость тока от частоты напряжения встроенного в прибор генератора питания (рис. 3). Данные параметры необходимы для обнаружения и оценки наиболее опасных дефектов виткового замыкания обмотки статора, ротора, а также эксцентриситет ротора. Контроль параметров на отключенном двигателе имеет ряд преимуществ, которые связаны с отсутствием влияния качества питающего напряжения.

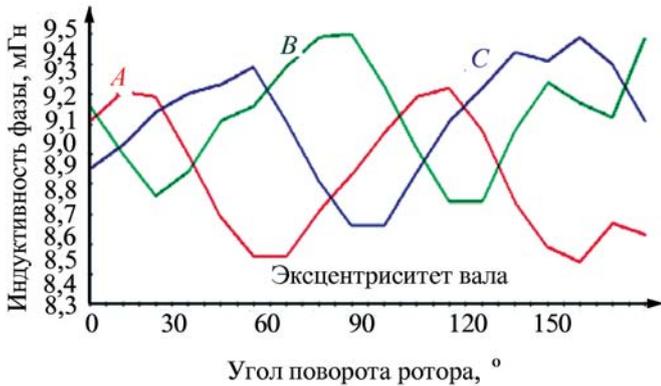
Угловая зависимость взаимной индукции обмотки статора с роторной обмоткой на отключенном от сети двигателе определяется при дискретном повороте вала через равные угловые интервалы. Это дает возможность определить межвитковые замыкания статорной обмотки (рис. 3, а) или эксцентриситет вала ротора (рис. 3, б).

Для определения технического состояния электрических машин в отключенном состоянии эффективно применение универсального измерительного прибора ALL-TEST IV PRO, разработанного специально для контроля электрических цепей электродвигателей. Прибор имеет возможность выбора режимов ручного или автоматического измерений. Основные преимущества универсального средства измерений – сокращение количества измерительных приборов и увеличение производительности измерений, особенно в автоматическом режиме съема данных.

Для трансформаторов могут использоваться численные значения разброса параметров контроля между фазами, приведенные ниже.



а)



б)

Рис. 3. Угловая зависимость индуктивности (фазы A, B, C) при повороте ротора на отключенном двигателе с дефектом стержней обмотки ротора (а), характерная форма индуктивности при эксцентриситете ротора (б)

Небаланс отсчетов по фазам

1. Сопротивление обмоток R постоянному току не более 5% для обмоток с сопротивлением выше 0,250 Ом и не более 7,5% при сопротивлении обмоток ниже 0,250 Ом.
2. Импеданс $Z < 2\%$ от среднего уровня.
3. Индуктивность $L < 5\%$ от среднего уровня.
4. Фазовый угол φ не более 1° между фазами.
5. Параметр ток/частота I/F не более 2 цифровых значений, кроме того, их значения должны находиться в диапазоне между 15 и 50.
6. Незначительные отклонения от этих предельных уровней должны быть отмечены для проведения дальнейших контрольных операций и построения временных изменений (обмотка, для которой, например, значения I/F по фазам составляют уровни $-48; -48; -46$, а фазовый угол φ соответственно $70^\circ; 70^\circ; 69^\circ$, попадают в граничные значения и должны быть проверены повторно).
7. Испытания необходимо проводить строго в заданной последовательности подключения к выводам обмоток по фазам. Кроме того, в процедуре контроля предусмотрено проведение повторных измере-

ний для проверки воспроизводимости результатов измерений.

8. При отсутствии повторяемости необходимо проверить качество заземления и соединений.
9. В заключение проводят контроль изоляции обмоток при напряжениях 500 или 1000 В.

Для однофазных машин в качестве сравнения используют паспортные характеристики обмоток. Общий вид процедуры проведения контрольных операций на электродвигателях и трансформаторах приведен на рис. 4.



а)



б)

Рис. 4. Проведение контроля состояния обмоток электродвигателя (а) и трансформаторов (б) в процессе сборки прибором ALL-TEST IV PRO 2000

Результаты контроля параметров статорной обмотки синхронного генератора GP-56,2 кВт приведены в табл. 1.

1. Результаты контроля параметров статорной обмотки синхронного генератора GP-56,2 кВт

Параметр	Фазы		
	A-B	A-C	B-C
Сопротивление R_o , Ом	0,351	0,326	0,430*
Комплексное сопротивление Z , Ом	6	6	6
Фазовый сдвиг φ , °	53	54	51*
Индуктивность L , мГн	1	1	1
Отношение ток /частота I/F , %	-49	-48	-48
Сопротивление изоляции R_i , МОм	≥99	≥99	≥99

* Необходимо проследить во времени динамику изменений сопротивления R_o и фазового угла φ . Зеленый цвет таблицы – нормальное состояние, желтый и оранжевый – значительное отклонение от нормы, требующее неотложных контрольных мероприятий.

2. Данные контроля асинхронного двигателя типа HEEMAF-380/45 кВт

Параметр	Фазы		
	A-B	A-C	B-C
Сопротивление активное R_o , Ом	0,633	0,601	0,583
Комплексное сопротивление Z , Ом	66	65	66
Фазовый сдвиг φ , °	82	82	82
Индуктивность L , мГн	13	12	13
Отношение ток /частота I/F , %	-49	-48	-48
Сопротивление изоляции R_i , МОм	≥99	≥99	≥99
Заключение	НОРМА		

Контроль силового трансформатора мощностью 500 кВ·А из-за низкого сопротивления вторичной обмотки проводили с добавочным сопротивлением величиной 0,3 Ом и его автоматической корректировкой (табл. 3).

3. Контроль силового трансформатора мощностью 500 кВ·А

Параметр	Фазы первичной обмотки			Фазы вторичной обмотки		
	A-B	A-C	B-C	A-B	A-C	B-C
Сопротивление активное R_o , Ом	115,1	97,2	48,5	0	0,005	0,005
Комплексное сопротивление Z , Ом	4972	1427	2237	0	1	1
Индуктивность L , мГн	7911	2267	2237	0	0	0
Отношение ток /частота I/F , %	-33	-29	-29	0	-20	-20
Фазовый угол φ , °	23	21	20	0	5	5
Сопротивление изоляции R_i , МОм	9,1	32	0			

Установлено, что данный трансформатор имеет повреждение между первичной и вторичной обмотками и пробой на землю первичной обмотки. Общий вид трансформатора после разборки приведен на рис. 5.



Рис. 5. Поврежденный трансформатор с дефектами обмотки и изоляции

Результаты исследований на трансформаторах показали, что для корректных измерений цепи вторичных обмоток должны быть замкнуты накоротко и заземлены. При сопротивлении обмоток менее 0,01 Ом в автоматическом режиме измерений в измерительной цепи необходимо использовать последовательное добавочное сопротивление величиной порядка 0,2–0,3 Ом.

Данные измерений можно сохранять во внутренней памяти прибора, а можно переносить на компьютер. С помощью программного обеспечения результаты контроля накапливаются в базе данных компьютера, что позволяет в удобном виде представлять и анализировать результаты измерений.

Программное обеспечение системы контроля дает возможность оперативно получать протоколы и отчеты испытаний. Заключение о месте возникновения дефекта (обмотка статора или ротора) и виде возникшего дефекта (обрыв ветвей параллельной обмотки статора и стержней обмотки короткозамкнутого ротора, витковое замыкание, нарушение контактов паяных соединений в обмотках статора и ротора) составляется на основании анализа совокупности измерений.

NEC – тепловизоры класса Premium



UViRCO – передовые системы UV-диагностики
коронных разрядов



ALL-TEST IV PRO™

Прибор контроля цепи
питания электродвигателей

Открылась сертифицированная лаборатория, производящая первичную и периодическую поверку измерительных средств, внесённых в Государственный реестр РФ как преобразователи изображения пирометрические (тепловизоры), а также дефектоскопов ультрафиолетовых для дистанционной оптической диагностики подвесной и опорно-стержневой электроизоляции.

Лаборатория оснащена современным поверочным оборудованием (образцовыми средствами измерения, комплектом АЧТ), обеспечивающим выполнение работ в полном объеме и в соответствии с требованиями государственных стандартов.

Поверка производится на собственном оборудовании в сотрудничестве с ФГУП ВНИИОФИ.

Тел.: (495) 787- 55-27, 918-09-30, 789-37-48.



Заложенные в системе возможности измерения узловой зависимости взаимоиндукции статорной и роторной обмоток на повышенных зондирующих частотах позволяют выявлять дефекты паек обмоток трансформаторов и статоров двигателей, стержней ротора и дефекты механического характера. Технология анализа технического состояния двигателей и трансформаторов по основным повреждающимся узлам представляется технически и экономически целесообразной, так как может быть проведена одним прибором и оператором.

Выводы

Применение комплексных систем диагностики электродвигателей позволяет реализовать технологию обслуживания оборудования по фактическому состоянию и снизить издержки от аварийных отказов за счет раннего обнаружения дефектов и контроля их развития, своевременно планировать ремонт. Возможность удаленного контроля и автоматизации процесса измерений дает возможность осуществлять систематический контроль значительного парка машин с низкими трудозат-

ратами. Объективные данные о техническом состоянии сокращают число внеплановых остановов из-за преждевременного выхода из строя двигателя и позволяют своевременно планировать его ремонт или замену.

Библиографический список

1. **Гашимов М.А., Гаджиев Г.А., Мирзоева С.М.** Диагностирование неисправностей обмотки статора электрических машин // Электрические станции. 1998. № 11. С. 30–35.
2. **Гармаш В.С.** Метод контроля исправности стержней ротора короткозамкнутого асинхронного двигателя // Энергетика. 1990. № 10. С. 50–52.
3. **Петухов В.** Спектральный анализ модулей векторов Парка тока и напряжения // Новости электротехники. 2008. № 1.
4. **Лукьянов М.М.** Новые принципы виброакустической диагностики изношенного силового электрооборудования // Электрика. 2001. № 2.
5. **Еремеев С.Н.** Профилактическое обслуживание электродвигателей высоконагруженного технологического оборудования // Электрика. 2001. № 3.

НОВЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К МЕТОДАМ И СРЕДСТВАМ ДИАГНОСТИКИ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ МАТЕРИАЛОВ



ДУБОВ Анатолий Александрович

Д-р техн. наук, профессор,
генеральный директор ООО «Энергодиагностика»,
г. Реутов, Московская обл.

Многолетний экспериментально-практический опыт, накопленный в процессе разработки и практического применения метода магнитной памяти при диагностике различных объектов, выявил и доказал объективность «несоответствия» реальных значений физических параметров внутренних напряжений «привы-

чным» предельным значениям механических характеристик, например пределу временной прочности.

Результаты теоретических исследований закономерностей распределения физических деформаций [1] позволили объяснить наблюдаемые «несоответствия» и доказали ошибочность известного критерия оценки истинного состояния материала в локальных зонах развивающегося повреждения по степени близости к справочным предельным механическим характеристикам материала.

Исследования деформационно-силовых характеристик 98 различных сталей и сплавов показали (рис. 1), что средние значения деформаций при растяжении образцов в областях неравномерного и равномерного деформирования существенно (в разы) отличаются от значений предельных механических деформационных характеристик материала $\varepsilon_{вр}$. При этом локальные значения деформаций отличаются уже на порядки! А это значит, что критерии предельного состояния, полученные при простых механических испытаниях образцов, не могут отражать предельное состояние материала и тем более предельное состояние элемента конструкции.

Но чтобы осознать это, необходимо преодолеть укоренившееся представление о внутренних напряжениях и вспомнить, что те напряжения – «сигмы», к

которым мы все так привыкли, не являются напряжениями — это внешняя удельная сила, приложенная к образцу конкретной формы и меняющая внутренние напряжения, это условный эквивалент внутренних напряжений! «Условный», поскольку неизменными условиями являются определенная форма образца и определенный порядок испытаний.

На рис. 2 последовательно показано, как внешняя удельная сила, «расщепляясь» на составляющие, воздействует на материал, деформируя его в разных направлениях (скольжения, нормальном, широтном) и поворачивая в пространстве, вызывая тем самым соответствующие внутренние силы сопротивления материала деформированию, что и определяет в конечном счете затраты собственной энергии материала на противостояние внешней нагрузке. Очевидно, что те деформации, которые можно измерить ($\epsilon_{пр}$ — продольная и $\epsilon_{поп}$ — поперечная), — это алгебраические суммы проекций векторов внутренних физических деформаций на привычные направления — вдоль и поперек оси приложенной силы.

Заметим, что самое страшное последствие укоренившегося заблуждения в понимании сути внутренних напряжений, можно сказать, коварство заблуждения, начинает проявляться только теперь, когда остро встала задача определения состояния материала, его работос-

пособности — важной составляющей проблемы оценки остаточного ресурса сложных технических объектов.

Опасность заключается в том, что механические характеристики, получаемые при испытании образцов, — справочные предельные значения деформаций образцов и удельных сил — условных эквивалентов внутренних напряжений стали считать собственными характеристиками материала, определяющими его способность противостоять любым внешним нагрузкам независимо от формы изделия, в которую воплощен этот материал. Это и явилось источником принципиальной ошибки, свойственной всем без исключения методам «измерения» внутренних напряжений.

Результаты экспериментальных и теоретических исследований, полученные в [1], позволили «материализовать» выводы, к которым уже давно практически вплотную подошла механика разрушения, и представить предельные состояния и основополагающие понятия, неразрывно связанные с ними, следующим образом:

- предельное состояние материала — минимально возможная плотность внутренней энергии предельный потенциал, определяемый только величиной средней плотности внутренней энергии, являющейся индивидуальным качеством материала и не зависящий ни от размеров элементов конструкции, ни от условий его нагружения;

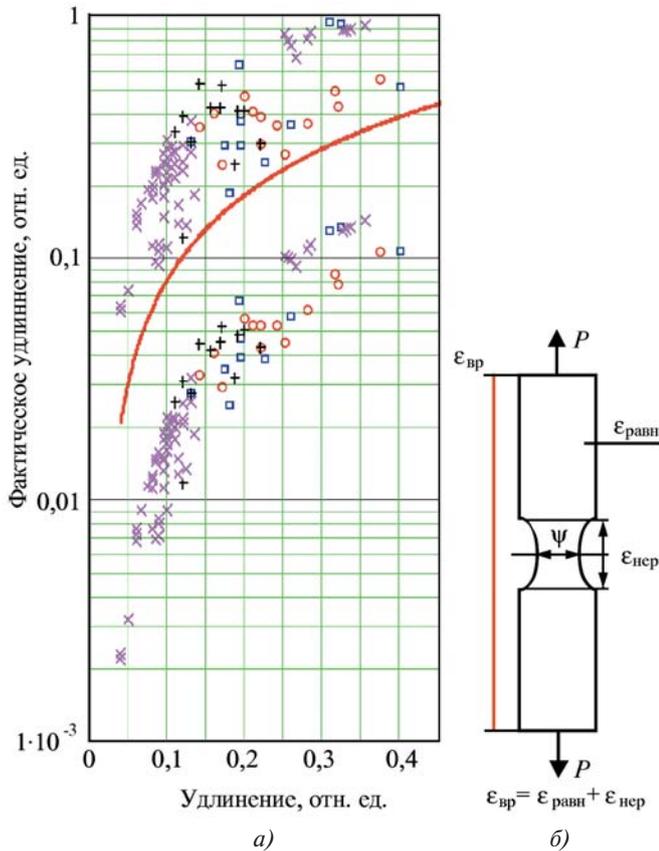


Рис. 1. Соотношение относительного удлинения $\epsilon_{вп}$ при разрушении (сплошная кривая) и фактических значений средней деформации в областях: неравномерного ($\epsilon_{нер}$ — точки выше кривой) и равномерного ($\epsilon_{равн}$ — точки ниже кривой) деформирования для различных материалов

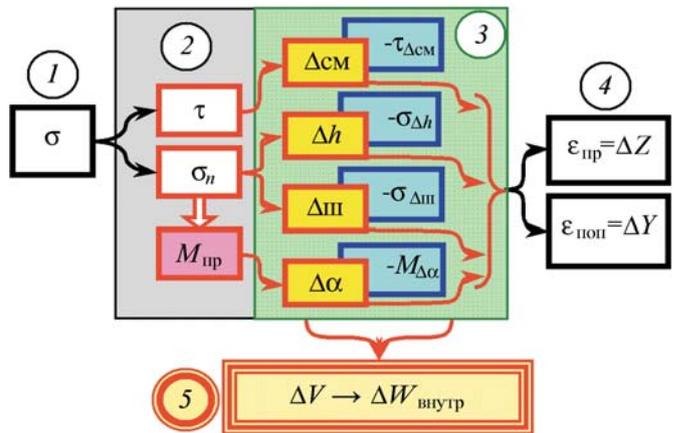


Рис. 2. Реакция материала на внешнее силовое воздействие: 1 — внешняя удельная сила; 2 — силовые составляющие внешнего воздействия на модель структурного элемента (внутри материала); 3 — совокупность локальных деформационно-силовых характеристик сопротивляемости материала; 4 — внешние характеристики реакции материала; 5 — внутренние напряжения — изменения плотности внутренней энергии; τ — напряжения сдвига; σ_n — нормальные напряжения; $M_{пр}$ — момент силы; ΔZ и ΔY — оси, вдоль которых измеряются, соответственно, продольная $\epsilon_{пр}$ и поперечная $\epsilon_{поп}$ деформации; Δh и σ_h — деформация и напряжения нормальные; $\Delta ш$ и $\sigma_{\Delta ш}$ — деформация и напряжения широтные; $\Delta \alpha$ и $M_{\Delta \alpha}$ — угловые деформация и момент; ΔV — объем структурного элемента; $\Delta W_{внутр}$ — внутренняя энергия сопротивления деформированию

- предельное состояние элемента конструкции, определяемое соотношением размеров локальной области, в которой материал достиг предельного состояния, и размерами элемента конструкции, в которой расположена эта локальная область;
- размеры локальной области, определяемые индивидуальными качествами материала, размерами элемента конструкции и условиями его нагружения, в свою очередь, определяющие характер фактического распределения локальных деформаций в объеме элемента конструкции;
- фактическое состояние материала в локальной области — величина фактической плотности внутренней энергии, фактический потенциал, определяемый индивидуальными качествами материала, местом расположения исследуемой области в объеме элемента конструкции, размерами элемента и условиями его нагружения;
- внутренние напряжения — разность потенциалов, разность плотности внутренней энергии в локальной и смежной с ней областях.

Более того, теперь можно говорить, что внутренние напряжения — это особая единая энергетическая характеристика равновесного состояния материала, которая определяется (см. рис. 2) семейством физических деформационно-силовых параметров, отображающих самые разнообразные варианты изменения внутренней энергии при различных вариантах воздействия на материал, воплощенный в конкретную форму.

Любой материал обладает собственной внутренней энергией, характеризующейся средней плотностью энергии, которая может быть представлена двумя тензорами нулевого ранга — скалярным и векторным потенциалами. Распределение энергии в объеме даже «изотропного» материала неоднородно, но характеризуется строгим порядком по каждому из возможных вполне определенных направлений изменения величины начальной энергии — тремя линейными (обычными) векторами (тензор первого ранга) и одним аксиальным (вращательным) вектором. Все это индивидуальные качества или свойства материала, определяемые одной характеристикой — средней плотностью энергии, не зависящей ни от формы объекта, ни от характера внешнего воздействия. Но при этом «вполне определенные» линейные направления изменения величины начальной энергии — нормальное, сдвиговое и широтное, определяемые положением плоскости скольжения в пространстве силового или иного внешнего поля, — уже зависят от формы объектов, в которую воплощен исследуемый материал.

Любое внешнее воздействие — от простого одноосного до самого сложного — на конкретный объект из исследуемого материала, будь то образец или сложная деталь, всегда «расщепляется» в материале на три силовые и три моментные (вращательные) составляющие (только при одноосном нагружении цилиндрического образца — на две силовые и одну моментную).

Противодействуя внешнему воздействию, материал использует собственную энергию, затраты которой можно оценить по работе внешнего поля — деформационно-силовым параметрам, которые выражаются

двумя полными тензорами второго ранга (силовым и деформационным) или двумя парами линейных (симметрических) и вращательных (кососимметрических) тензоров. Заметим, что потеря кососимметрического вращательного тензора в теории сопротивления материалов привела к глубоко ошибочному представлению о существовании «главных напряжений» и «главных деформаций». Ни теоретически (если, конечно, не допустить ошибки), ни в реальных условиях нельзя найти такую «площадку, на которой отсутствовали бы сдвиговые силы» и вращательные моменты! Это проще понять физически: энергия материала складывается из двух практически равных по величине составляющих — потенциальной (электростатической), определяющей «отталкивание» атомов, и квантовой, определяющей «стягивание» атомов. А отсюда следует, что при любом воздействии на материал, в любой его области всегда «работают» оба поля — квантовое (притяжения) и потенциальное (отталкивания). Так вот, пара кососимметрических тензоров, которую «сопромат» потерял, как раз и описывает затраты квантовой составляющей внутренней энергии материала на сопротивление внешнему воздействию. Да и вообще, что останется от материала, если действительно отбросить силы, притягивающие атомы друг к другу?

Как видим, общеизвестные значения предельных состояний — текучести и временной прочности, полученные при простых механических испытаниях образцов, не могут отражать предельное состояние материала и тем более предельное состояние элемента конструкции.

Таким образом, анализ результатов исследований приводит к известному из механики разрушения выводу, что надо говорить уже о нескольких разных критериях разрушения: предельном значении нормальной деформации при одноосном растяжении, предельном значении широтной деформации при одноосном сжатии и предельном значении сдвиговой деформации при кручении или изгибе, а также различных комбинациях предельных значений при сложном нагружении.

Все это требует более внимательного подхода к диагностике напряженно-деформированного состояния материала и процедуре оценки степени близости фактического состояния материала в локальной области элемента конструкции к предельному значению как для материала, так и для всего элемента конструкции, поскольку теперь понятно, что это далеко не одно и то же!

Совершенно очевидно, что прогнозирование возможных сроков безопасной эксплуатации элементов реальных «стареющих» конструкций (основной вариант развития разрушений) по результатам диагностики НДС материала с использованием тарировочных зависимостей, полученных при простых механических испытаниях образцов, без оценки времени или скорости развития усталостного разрушения в конкретном объекте и в конкретных условиях не просто бесполезно, но крайне опасно!

Более того, учитывая острую (от единиц до нескольких десятков микрометров) локальность процесса развития усталостной поврежденности, особенности

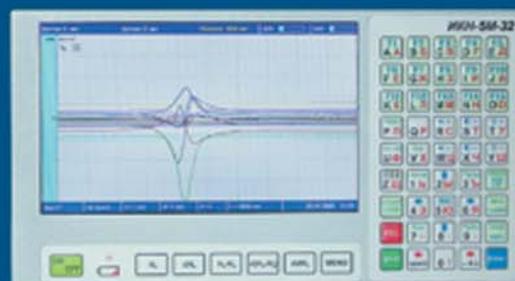
Приборы для ранней диагностики повреждений оборудования, трубопроводов и конструкций с использованием метода магнитной памяти металла



ИКН-2М-8



ИКН-3М-12



ИКН-5М-32

ИКН - измеритель концентрации напряжений - система измерения, регистрации и обработки данных диагностики напряженно-деформированного состояния оборудования и конструкций с использованием метода магнитной памяти металла

Сертификат Ростехрегулирования
RU.C.34.003.A №22258



ИКН-6М-8



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



ЭМИТ-1М -
электромагнитный
измеритель трещин
Сертификат Ростехрегулирования
RU.C.27.002.A №35003



ООО "Энергодиагностика"

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

распределения локальных физических деформаций и их соотношения со средними значениями деформаций, можно утверждать, что, используя традиционные активные методы диагностики, имеющие большую базу усреднения (в лучшем случае 10 мм), скорее всего, просто не обнаружится область развивающегося повреждения, не говоря уже о возможности определения параметров развивающегося повреждения.

Результаты исследований закономерностей распределения физических деформаций прямо указывают на необходимость разработки новой нормативной документации, регламентирующей проведение аттестации средств диагностики напряженно-деформированного состояния (НДС) конструкционных материалов и, безусловно, методик калибровки средств диагностики НДС.

Следует подчеркнуть, что диагностика НДС конструкционных материалов представляет собой следующую за дефектоскопией более высокую ступень диагностики и требует новой идеологии, новой научно обоснованной методологии, определяющей цели, задачи диагностики и критерии оценки фактического НДС конструкционных материалов.

Дело в том, что отсутствие общих требований к измеряемым характеристикам НДС, а также отсутствие метрологической базы для сертификации и поверки средств измерения характеристик НДС материалов приводят к неоднозначности исходных требований и ошибочности методического подхода к разрабатываемым средствам. А это влечет за собой не только недопустимо низкую достоверность результатов измерений (хотя, как было показано ранее, в этом контексте о ней вообще нельзя говорить), но часто и невозможность правильной идентификации измеренного параметра используемого физического поля и измеряемой физической характеристики исследуемого материала.

Вступивший в действие в 2005 г. ГОСТ Р 52330–2005 «Контроль неразрушающий. Контроль напряженно-деформированного состояния объектов промышленности и транспорта. Общие положения» является первым и важным шагом на пути превращения методов и средств диагностики НДС конструкционных материалов в эффективный и действительно необходимый и полезный инструмент оценки фактического состояния конструкционных материалов и самих конструкций.

Одним из главных общих требований ко всем методам и средствам НК НДС в укзанном национальном стандарте обозначена необходимость определения в элементах конструкций зон концентрации максимальных напряжений (ЗКН) — источников развития повреждений. ЗКН — это не только заранее известные области, где особенности конструкции создают различные условия для распределения напряжений, создаваемых внешней рабочей нагрузкой, но и случайно расположенные области, где в силу начальной неоднородности металла в сочетании с нерасчетными дополнительными рабочими нагрузками возникли большие локальные деформации.

В ноябре 2008 г. приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии РФ от 13 ноября 2008 г. №309-ст. утвержден и введен в действие новый стандарт ГОСТ Р 53006–2008 «Оценка

ресурса потенциально опасных объектов на основе экспресс-методов. Общие требования».

К экспресс-методам отнесены пассивные методы НК, использующие внутреннюю энергию металла конструкций:

- метод акустической эмиссии (АЭ);
- метод магнитной памяти металла (МПМ);
- тепловой контроль.

Эти методы получили в настоящее время наибольшее распространение на практике для ранней диагностики повреждений оборудования и конструкций. Принципиальным отличием такого подхода к оценке ресурса является выполнение 100%-ного обследования ОК с выявлением всех потенциально опасных ЗКН — источников возникновения повреждений при дальнейшей эксплуатации оборудования.

В новом национальном стандарте ГОСТ Р 53006–2008 отражены также следующие основные положения:

- в качестве основных критериев предельного состояния металла предлагается использовать фактические энергетические характеристики, которые можно определить методами МПМ, АЭ и тепловым;
- предложена структурная схема определения остаточного ресурса с акцентом на современные экспресс-методы технической диагностики;
- поверочные расчеты на прочность с оценкой остаточного ресурса предлагается выполнять для ЗКН, остающихся в эксплуатации, с учетом фактических структурно-механических свойств металла, выявленных при обследовании;
- учтены рекомендации национального стандарта ГОСТ Р 52330–2005.

В 2010 г. Ростехрегулированием утверждены два новых национальных стандарта [2, 3], устанавливающих общие требования к классификации и порядку выбора методов НК НДС.

В заключение необходимо отметить, что в отличие от нормативно-метрологических проблем — объективных проблем, путь решения которых понятен и отмечается в данной статье, психологические проблемы, которые необходимо преодолеть специалистам в области НК НДС, носят уже субъективно-массовый характер. Насколько быстро будут преодолены психологические проблемы в восприятии широким кругом специалистов новых требований к средствам и методам НК НДС, настолько быстро мы приблизимся к объективной оценке ресурса оборудования и конструкций.

Библиографический список

1. Власов В.Т., Дубов А.А. Физическая теория процесса «деформация—разрушение». М.: ЗАО «Тиссо», 2007. 517 с.
2. ГОСТ Р 53966–2010. Контроль неразрушающий. Контроль напряженно-деформированного состояния материала конструкций. Общие требования к порядку выбора методов. М., 2010.
3. ГОСТ Р 53965–2010. Контроль неразрушающий. Определение механических напряжений. Общие требования к классификации методов. М., 2010.



12-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА

НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ И ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

26–28 МАРТА 2013

МОСКВА, СК «ОЛИМПИЙСКИЙ»

**ВСЁ ПОД
КОНТРОЛЕМ!**

- Техногенная диагностика
- Экологическая диагностика
- Лабораторный контроль
- Антитеррористическая диагностика
- Измерения и испытания



www.ndt-russia.ru

Организаторы:



Генеральный партнер:



Тел: +7 (812) 380 6002/00
Факс: +7 (812) 380 6001
ndt@primexpo.ru

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИНДИКАТОРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ МАГНИТОПОРОШКОВОГО КОНТРОЛЯ, ПРЕДСТАВЛЕННЫХ НА РОССИЙСКОМ РЫНКЕ



ЕФИМОВ
Алексей Геннадьевич
ЗАО «НИИИИ МНПО «Спектр»,
Москва



КУДРЯВЦЕВ
Дмитрий Александрович
ЗАО «НИИИИ МНПО «Спектр»,
Москва

В неразрушающей дефектоскопии для визуального выявления нарушений сплошности в изделиях, т.е. для обнаружения различных дефектов, применяют индикаторы — магнитные порошки и суспензии. В настоящее время на российском рынке представлены индикаторы многих зарубежных фирм. Целью данной статьи является сравнительный анализ чувствительности основных индикаторных материалов.

Исходя из достаточно большого расхода магнитного порошка при проведении контроля, экономически выгодно использовать магнитные порошки и суспензии несколько раз. Но так как обычно объект контроля не идеально чистый, то в порошок или суспензию попадают частицы грязи и ржавчины, а из-за того, что часть магнитного порошка оседает на объекте контроля, концентрация порошка в суспензии снижается. В результате воздействия всех этих факторов чувствительность магнитного порошка уменьшается до значений, при которых дефекты не выявляются.

Существующие стандарты [1, 2] требуют регулярного контроля качества (чувствительности) магнитных порошков и суспензий. Для оценки чувствительности магнитных порошков и суспензий применяют различное оборудование, например пластиковые карточки с искусственным локальным магнитным полем на магнитной ленте [3 – 5], а также различные тест-

образцы, например образец MTU, образец Бертольда [6], кольцевой образец (ASME) [6].

Помимо этого существуют и специальные приборы для проверки качества и чувствительности магнитных порошков и суспензий, например устройство намагничивающее стандартного образца МОН-721. Необходимо отметить, что существующие тест-образцы, пластиковые карточки, приборы типа устройства намагничивающего стандартного образца МОН-721 позволяют выявлять лишь качественную характеристику магнитного порошка, но не могут оценить, насколько один порошок чувствительнее другого.

В ЗАО «НИИИИ МНПО «Спектр» выпускается прибор для проверки качества магнитных порошков и суспензий МФ-10СП, предоставляющий количественную оценку чувствительности магнитного порошка и суспензии [6]. В состав прибора входит электромагнит, предназначенный для создания равномерно убывающего магнитного поля рассеяния и состоящий из четырех катушек и магнитопровода. Внешний вид прибора МФ-10СП показан на рис. 1.



Рис. 1. Внешний вид прибора для проверки качества магнитных порошков и суспензий МФ-10СП

Принцип работы прибора основан на создании равномерно убывающего поля рассеяния вдоль двух протяженных искусственных несплошностей в виде щелей с шириной 50 и 100 мкм в магнитопроводе электромагнита, обработке поверхности магнитопровода с несплошностью испытываемым магнитным порошком (или суспензией) и измерением по шкале прибора в миллиметрах длины одного из индикаторных рисунков несплошностей в зависимости от размеров частиц магнитного порошка. В приборе имеется возможность регулировки и измерения намагничивающего тока в катушке электромагнита.

Условная чувствительность магнитного порошка (суспензий) определяется путем сравнительной

оценки длины индикаторных рисунков, образуемых испытуемым магнитным порошком (суспензией) и магнитным порошком (суспензией), обеспечивающим необходимый условный уровень чувствительности магнитопорошкового метода неразрушающего контроля конкретных изделий. Чем большей чувствительностью обладает конкретный порошок (суспензия), тем длиннее получается индикаторный рисунок над несплошностями в магнитопроводе электромагнита. Регулярно замеряя изменение чувствительности порошка в процессе его эксплуатации, можно спрогнозировать момент, когда чувствительности порошка будет недостаточно для выявления дефектов и заранее заменить старый порошок на новый. Кроме того, прибор МФ-10СП позволяет оценить условные чувствительности различных порошков и сопоставить их. Именно поэтому было решено проводить сравнительный анализ магнитных индикаторов с использованием прибора МФ-10СП.

Для проверки данной возможности были проведены сравнительные исследования чувствительности магнитных порошков фирм CIRCLE SYSTEMS, INC (США), MAGNAFLUX (Великобритания), HELLING (Германия), ELY CHEMICAL Co (Великобритания) на приборе МФ-10СП.

Для проверки чувствительности магнитных суспензий были взяты следующие магнитные порошки, применяемые для мокрого метода контроля:

CIRCLE SYSTEMS, INC

- MI-GLOW-118 – люминесцирующий желто-зеленый цвет, предназначен для контроля изделий из чугуна и грубой обработки в среде легкого масла или воды. Средний размер частиц 9 мкм;
- MI-GLOW-218 – люминесцирующий желто-зеленый цвет, предназначен для контроля изделий с грубой обработкой поверхности в водной среде. Представляет собой смесь порошка MI-GLOW-118 со смачивающим веществом. Средний размер частиц 9 мкм;
- MI-GLOW-810 – люминесцирующий желто-зеленый цвет, предназначен для обнаружения очень мелких дефектов в водной среде. Представляет собой смесь порошка MI-GLOW-800 со смачивающим веществом. Средний размер частиц 9 мкм;
- MI-GLOW-850 – люминесцирующий оранжево-красный цвет, красный при обычном освещении, используется в водной среде. Универсальный порошок, подходит как для контроля в УФ, так и в видимом свете. Средний размер частиц 5 мкм;

MAGNAFLUX

- MAGNAGLO 20B – люминесцирующий желто-зеленый цвет, используется в водной среде. Средний размер частиц 6–7 мкм;

HELLING

- LY-2500 – люминесцирующий желто-зеленый цвет, используется в масляной среде. Средний размер частиц 4 мкм;

- LY-1500 – люминесцирующий желто-зеленый цвет, используется в масляной среде. Средний размер частиц 12,5 мкм.

Все магнитные порошки фирмы HELLING предназначены для приготовления суспензий на масляной основе. Для приготовления суспензий на водной основе необходима специальная присадка (30 г/л), но можно воспользоваться и уже готовыми концентратами на водной основе;

ELY CHEMICAL Co

- Lumog X (W) – люминесцирующий желто-зеленый цвет, используется в водной среде. Средний размер частиц 6–7 мкм.

Результаты проверки чувствительности порошков на приборе МФ-10СП на трещине с раскрытием 50 мкм при силе тока 70 мА приведены в табл. 1. Все порошки разводили, тщательно размешивали в воде с концентрациями, рекомендуемыми производителем и приведенными в табл. 1, где также приведены данные производителя о чувствительности порошков при использовании образца Ketos tool steel ring.

1. Чувствительность порошка, осажденного из суспензии

Порошок	Длина индикаторного рисунка на приборе МФ-10СП, мм	Количество выявляемых линий на Ketos tool steel ring	Объемная доля концентрата в растворе*
MI-GLOW-810	76	8	11,4
MI-GLOW-850	55	6	6
MI-GLOW-118	75	8	1,4
MI-GLOW-218	85	8	4
MAGNAGLO 20B	70	7	10
LY-2500	74	7–8	31
LY-1500	60	6	31
Lumog X (W)	65	6–7	10 г/л

* Объемная доля выбрана из рекомендаций производителя на порошки.

Рассмотрим подробнее результаты проверки чувствительности магнитных суспензий на приборе МФ-10СП.

Из продукции CIRCLE SYSTEMS, INC наибольшей чувствительностью при минимальном расходе магнитного порошка обладают MI-GLOW-118 и MI-GLOW-218, что подтверждает возможность их применения для контроля изделий даже с грубой поверхностью (как в водной среде, так и в масле). Порошок MI-GLOW-810 также обладает высокой чувствительностью, особенно к мелким дефектам. Магнитный порошок MI-GLOW-850 при меньшей концентрации, чем MI-GLOW-810, обладает меньшей чувствительностью, так как предназначен для выявления крупных дефектов на грубых поверхностях. Кроме того,



48 ЛЕТ ЛИДЕРСТВА И ТЕХНИЧЕСКИХ ИННОВАЦИЙ ОТ ВЕДУЩЕЙ КОМПАНИИ В ОБЛАСТИ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ.

■ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ МАГНИТОПОРОШКОВОГО КОНТРОЛЯ

- Магнитные порошки **MI-GLOW 810, MI-GLOW 850**
- Магнитные жидкости **MI-GLOW 778, MI-GLOW 820**
- Аэрозоли **CircleSafe 778A, CircleSafe 820A, CircleSafe 850A**



■ УЛЬТРАФИОЛЕТОВЫЕ ОБЛУЧАТЕЛИ

- Облучатель портативный **УФО-3-10**
- Облучатель переносной **КД-3-ЗЛ**
- Облучатель портативный **УФО-3-3500**



■ ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

- Прибор контроля качества магнитных порошков и суспензий **МФ-10СП**
- Устройство намагничивающее **УН-5**
- Устройство намагничивающее **УНМ-300/2000**
- Магнитометр **МФ-23ИМ**
- Магнитометр **МХ-10**



ПОПРОБУЙТЕ И УБЕДИТЕСЬ В КАЧЕСТВЕ!

Высокочувствительный люминесцентный МАГНИТНЫЙ ПОРОШОК MI-GLOW 810

СОДЕРЖИМОЕ ПАКЕТИКА РАЗМЕШАТЬ В 0.5 л ВОДЫ

- Цвет частиц: желто-зеленый
- Рекомендуемая концентрация: 11.25 г/л
- Чувствительность: не менее 8 линий на образце KETOS RING
- Соответствует стандартам MIL-STD-1949, MIL-STD-271(SH), NAVSEA 250-1500-1, ASTM E 709 и ASTM E 709 и ASTM B & PV CODE-SECTION V

НЕ ТОКСИЧНО!

При попадании на кожу смыть водой.

Полный каталог продукции на www.NIO12.ru



GLOW-850 способен выявлять дефекты и при естественном освещении.

Магнитная суспензия MAGNAGLO 20B фирмы MAGNAFLUX обладает достаточно высокой чувствительностью, но ей присущ и важный негативный фактор – сильное вспенивание при перемешивании, что влечет за собой необходимость добавления антипенных присадок.

Магнитные порошки фирмы HELLING показали высокую чувствительность и яркость, но для приготовления водной суспензии требуется добавление специальной присадки.

Магнитная суспензия Lumog X (W) фирмы ELY CHEMICAL Co продемонстрировала чувствительность чуть хуже, чем у самых чувствительных магнитных порошков остальных фирм-производителей, к тому же при худшей яркости свечения.

Для проверки чувствительности концентратов были взяты следующие магнитные жидкости производства CIRCLE SYSTEMS, INC:

- MI-GLOW-778 – концентрат на водной основе, содержащий ингибиторы коррозии, противопенные и смачивающие добавки, а также вещества, регулирующие pH-фактор. Цвет – люминесцирующий желто-зеленый, в обычном свете – черный;
- MI-GLOW-820 – концентрат на водной основе, содержащий ингибиторы коррозии, антикоррозионные добавки, смачивающие вещества и вещества, регулирующие pH-фактор. Цвет – нелюминесцирующий черный.

Данные о чувствительности концентратов, полученные на приборе МФ-10СП на трещине с раскрытием 50 мкм при силе тока 70 мА, приведены в табл. 2. Баллоны с концентратами тщательно взболтали, затем концентрат развели в воде в соотношении, рекомендованном производителем и указанным в табл. 2. Там же приведены данные производителя о чувствительности порошков при использовании образца Ketos tool steel ring.

2. Чувствительность порошка, осажденного из концентрата

Концентрат	Длина индикаторного рисунка на приборе МФ-10СП, мм	Количество выявляемых линий на Ketos tool steel ring	Объемная доля концентрата в растворе*
MI-GLOW-820	57	6	1/39
MI-GLOW-778	73	8	1/39

* Объемная доля выбрана из рекомендаций производителя на концентраты.

Из табл. 2 видно, что у MI-GLOW-778 чувствительность выше, чем у концентрата MI-GLOW-820, к тому же MI-GLOW-778 может выявлять дефекты как в обычном свете, так и в ультрафиолетовом.

Для проверки возможности оценки качества аэрозолей на приборе МФ-10СП были исследованы следующие аэрозоли:

CIRCLE SYSTEMS, INC

- Circle safe 778A – комбинация люминесцирующих желто-зеленых частиц и специального смачивающего средства в воде в аэрозольном баллоне. Разработан для обнаружения очень мелких дефектов на обработанных и необработанных деталях из ферромагнитных материалов;
- Circle safe 850A – комбинация люминесцирующих красных частиц и специального смачивающего средства в воде в аэрозольном баллоне. Предназначен для выявления дефектов как при обычном освещении, так и в ультрафиолете;

MAGNAFLUX

- Magnaglo 14-HF – люминесцирующая аэрозоль желто-зеленого цвета на водной основе;

ELY CHEMICAL Co

- Supramog 4B – нелюминесцирующая аэрозоль черного цвета на керосиновой основе.

Результаты проверки чувствительности аэрозолей на приборе МФ-10СП на трещине с раскрытием 50 мкм при силе тока 70 мА приведены в табл. 3. В табл. 3 также приведены данные производителя о чувствительности порошков при использовании образца Ketos tool steel ring.

3. Чувствительность порошка, осажденного из аэрозоля

Аэрозоль	Длина индикаторного рисунка на приборе МФ-10СП, мм	Количество выявляемых линий на Ketos tool steel ring
Circle safe 778A	75	8
Circle safe 850A	52	6
Magnaglo 14-HF	75	7–8
Supramog 4B	58	6

Из табл. 3 видно, что чувствительность аэрозоля Circle safe 778A больше чувствительности аэрозоля Circle safe 850A, что подтверждает годность аэрозоля Circle safe 778A для обнаружения очень мелких дефектов. Благодаря яркому красному цвету с помощью Circle safe 850A можно обнаруживать дефекты при обычном освещении.

Аэрозоль Magnaglo 14-HF продемонстрировала чувствительность на том же уровне, что и Circle safe 778A при сопоставимой яркости свечения.

Чувствительность аэрозоля Supramog 4B находится на среднем уровне.

Исходя из проведенных исследований, можно сделать следующие выводы.

1. Из табл. 1–3 видно, что чувствительности порошков и суспензий, определенные с помощью прибора МФ-10СП, пропорциональны чувствительности, при-

веденной производителями порошков в технической документации и полученной с использованием Ketos tool steel ring. То есть вместо образца Ketos tool steel ring для проверки чувствительности магнитных порошков и суспензий можно пользоваться прибором МФ-10СП. При этом упрощается процедура определения чувствительности порошков из-за отсутствия необходимости применения дорогостоящего мощного крупногабаритного источника тока. С помощью прибора МФ-10СП можно сравнить чувствительности различных магнитных порошков и суспензий, а при многократном их использовании можно спрогнозировать момент, когда чувствительность порошка будет недостаточной для выявления дефектов и необходима будет замена отработанной суспензии на новую.

2. Чувствительности однопипных индикаторов с одинаковыми размерами частиц сопоставимы друг с другом, что видно на примере люминесцирующих желто-зеленых порошков MI-GLOW-810, MAGNAGLO 20B, LY-2500. В данном случае для выбора оптимального индикатора решающее значение имеет стоимость порошков.

3. Существуют универсальные индикаторы для работы как в УФ, так и в видимом свете, например MI-GLOW-850. Их концентрация выбирается из условий работы: для работы в УФ-свете – минимальная концентрация, для работы в видимом свете концентрацию необходимо увеличивать. Чувствительность подобных индикаторов меньше, чем специализированных люминесцирующих индикаторов, однако они позволяют без лишних материальных и трудовых затрат проводить магнитопорошковый контроль в любых условиях освещения.

Полученные результаты нашли подтверждение в проведенных в 2012 г. в лаборатории испытаний средств неразрушающего контроля Московского локомотиворемонтного завода (ОАО «Московский ЛРЗ») функциональных испытаний индикаторных материалов. Во всех тестах магнитный порошок MI-GLOW-810 производства CIRCLE SYSTEMS, INC уверенно держался в группе лидеров, занимая 1–2 место. Данный порошок получил оценки от 4,25 до 4,7 на стандартных образцах (рис. 2) и на реальных деталях с грубой поверхностью (рис. 3–8), что превышает оценки индикаторов, разрешенных к применению Инструкцией ЦТг-18/1 [7].

Магнитный порошок MI-GLOW-850 в ходе испытаний показал себя как универсальный магнитный материал: при концентрации от 3 до 10 г/л он уверенно выявляет дефекты в ультрафиолетовом свете, при повышении концентрации до 18–24 г/л он способен выявлять дефекты и в видимом свете.

Для магнитопорошкового контроля в видимом свете можно также рекомендовать концентрат на водной основе MI-GLOW-820, в составе которого содержатся все необходимые для получения водной суспензии присадки: ингибиторы коррозии, антикоррозионные добавки, смачивающие вещества и вещества, регулирующие pH-фактор. Применение данного концентрата отличается простотой, так как не требует взвешивания порошка, достаточно отсчитать нужное

количество колпачков концентрата для получения нужного объема суспензии.

Таким образом, магнитные индикаторы производства CIRCLE SYSTEMS, INC являются оптимальным выбором для проведения надежного, качественного и экономичного магнитопорошкового контроля как в видимом свете, так и в ультрафиолете.



Рис. 2. Индикаторный рисунок на СОП МП 32.06.01

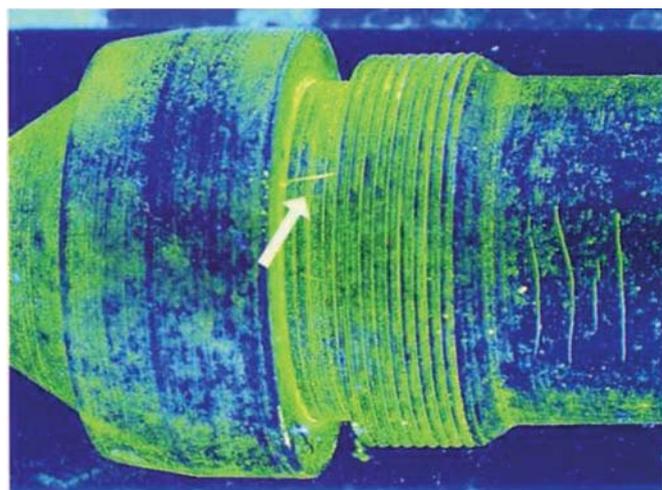


Рис. 3. Выявленные продольные трещины на валу

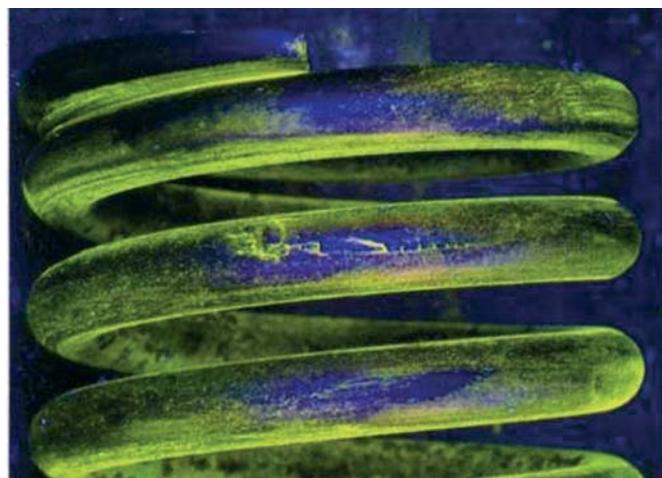


Рис. 4. Выявленные вертикальные и горизонтальные трещины на пружине подвески

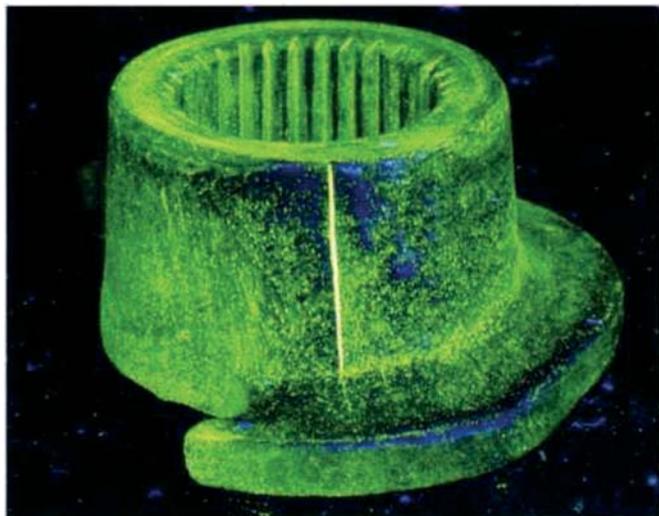


Рис. 5. Выявленная продольная трещина

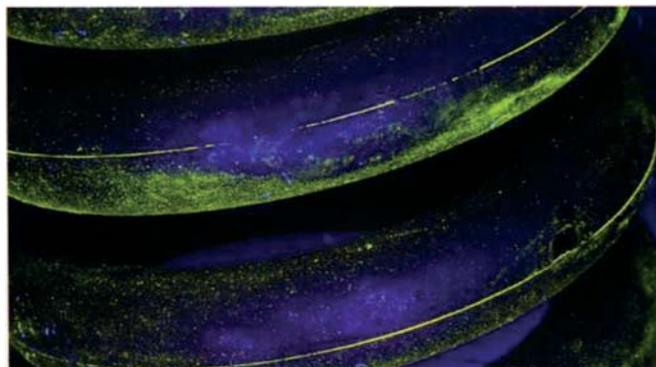


Рис. 7. Продольные трещины на пружине

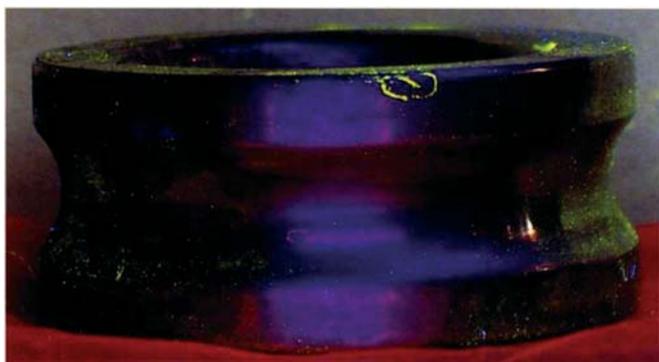


Рис. 6. Посторонние включения на внутреннем кольце подшипника



Рис. 8. Дефекты прокатки

Библиографический список

1. **ASTM E-1444:** Standard Practice for Magnetic Particle Examination.
2. **ASTM E-709:** Standard Guide for Magnetic Particle Examination.
3. **Chedister W.C.** The Magnetic Stripe Card: An Innovation Tool For Magnetic Particle Bath Control // *Materials Evaluation*. 1996. № 10.
4. **Chedister W.C.** MT Bath Condition: Time for a Change // *Materials Evaluation*. 1999. № 6.
5. **CSC Special Bar Co.** Improves Defect Detection by Using Magnetic Cards // *Metalproducing*. 1996. № 2.
6. **Шелихов Г.С.** Магнитопорошковая дефектоскопия деталей и узлов: практ. пособие. М.: ГП НТЦ «Эксперт», 1995.
7. **Инструкция** по неразрушающему контролю узлов и деталей локомотивов и моторвагонного подвижного состава. Магнитопорошковый метод. Утв. 1999 г. М.: МПС России, 1999.

Malaysia International NDT conference and exhibition 2013 «NDT for Safety, Quality and Productivity»

16–18 июня 2013 г., Куала-Лумпур

Темы конференции

- Новые передовые и инновационные методы неразрушающего контроля.
- Управление, обучение, аттестация и сертификация.
- Общая и эксплуатационная безопасность в промышленной радиографии.
- Применение НК для металлических и неметаллических материалов.
- Применение НК в атомной энергетике.
- Компьютерная томография.

Контактные лица:

Д-р Абд Нассир Б. Ибрагим (Dr. Abd Nassir B. Ibrahim)
Телефон: **+6 0193514212**
E-mail: **nassir@nuclearmalaysia.gov.my**

Д-р Ильхам Мукриз Зайнал Абидин (Dr. Ilham Mukriz Zainal Abidin)
Телефон: **+6 0192314855**
E-mail: **mukriz@nuclearmalaysia.gov.my**

АВТОМАТИЗАЦИЯ МАГНИТОПОРОШКОВОГО КОНТРОЛЯ МУФТ В ТРУБНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ



БОНДАРЧУК
Денис Николаевич
Ведущий технолог по МПК (II уровень МТ), УкрНИИНК, Украина, Киев



КОБЫЛЯНСКИЙ
Алексей Игоревич
Технолог по МПК (II уровень МТ), УкрНИИНК, Украина, Киев

В условиях рыночной конкуренции качество является главным критерием товара, поэтому отечественные заводы-производители нуждаются в проведении качественного контроля продукции на выходе из производства. Использование современных автоматизированных систем неразрушающего контроля на производстве позволяет поднять управление технологическим процессом на новый уровень. Учитывая острую потребность предприятий в модернизации имеющихся и приобретении новых автоматизированных систем контроля, Украинский научно-исследовательский институт неразрушающего контроля (УкрНИИНК) ведет научно-производственную деятельность во всех областях НК.

В настоящее время в промышленности при производстве и эксплуатации различных стальных изделий для обнаружения поверхностных и подповерхностных дефектов используется магнитопорошковый метод неразрушающего контроля. Популярность данного метода контроля объясняется его высокой производительностью, наглядностью результатов и высокой чувствительностью. С помощью магнитопорошкового метода обнаруживаются такие поверхностные и подповерхностные дефекты, как трещины, волосовины, надрывы, флокены, непровары, поры, закаты.

Успешный опыт эксплуатации установок УМПК-1 и УМПК-2 магнитопорошкового контроля колес железнодорожного транспорта вместе с учетом потребностей заказчика УкрНИИНК – одного из лидеров трубной промышленности ОАО «ИНТЕРПАЙП НТЗ» – способствовали разра-

ботке специалистами УкрНИИНК установки магнитопорошкового контроля муфт УМПК-4м.

Установка УМПК-4м представляет собой полуавтоматизированную систему, в которой заложены передовые технологии, позволяющие проводить качественный магнитопорошковый контроль муфт двумя способами – способом остаточной намагниченности (СОН) и способом приложенного поля (СПП). Обеспечиваемая производительность контроля муфт максимального типоразмера – не менее 30 муфт в час при условии ритмичной подачи муфт на пост загрузки. Установка предусматривает непрерывный режим эксплуатации с учетом технологических перерывов для проведения калибровки, настройки и обслуживания.

УМПК-4м обеспечивает «мокрый» магнитолюминесцентный контроль различных типоразмеров муфт внешним диаметром от 140 до 370 мм и длиной от 200 до 300 мм на наличие поверхностных и подповерхностных дефектов типа трещин продольной ориентации на всех поверхностях муфты. Условный уровень чувствительности магнитопорошкового контроля – «Б» согласно ГОСТ 21105.

Время контроля муфты максимального типоразмера без учета времени позиционирования не более 90 с.

Перед включением установки, а также в соответствии с технологическим циклом проверяется качество подготовленной магнитолюминесцентной суспензии, напряженность магнитного поля на постах намагничивания и размагничивания, интенсивность УФ-освещения при помощи стандартных образцов и измерительных приборов, входящих в состав установки. На основе полученных данных, в программе просмотра результатов контроля создается настройка параметров контроля для текущей смены. Данные о результатах проведения настройки заносятся в отчет о проведенном контроле.



Рис. 1. УМПК-4м. Позиция намагничивания, позиция контроля

Структурно УМПК-4м состоит из восьми постов, объединенных единой системой управления:

- пост загрузки;
- пост полива;
- пост намагничивания;
- пост осмотра;
- пост размагничивания;
- браковщик;
- пост выгрузки;
- пост системы подготовки суспензии.

Настройка установки под определенный типоразмер муфты производится путем: перенастройки направляющих желобов на стеллажах загрузки и выгрузки муфт, регулировки положения роликов и механизмов вращения муфты на оперативных столах установки, настройки систем полива, намагничивания, УФ-освещения и краскоотметки, а также регулировки высоты хода манипулятора. Время перенастройки линии с максимального типоразмера муфты на минимальный не более 20 мин.

Для обслуживания установки требуется один оператор-дефектоскопист, рабочее место которого территориально расположено в инспекционной кабине вблизи поста осмотра.

В инспекционной кабине размещены: рабочее место оператора, пульт управления установкой, а также ПК для оформления результатов контроля. На линии контроля в инспекционной кабине находятся: пост полива с форсунками нанесения суспензии, пост намагничивания с устройством импульсного циркулярного намагничивания, пост осмотра с УФ-облучателями: ручной – УФО-100 и стационарный – УФО-400, пост размагничивания. Интенсивность белого света в инспекционной кабине во время проведения контроля не более 10 лк.

Выбор режима функционирования установки осуществляется с пульта управления. Установка работает в одном из двух режимов – контроля или наладки. Пульт оператора содержит информативные переключатели и световые индикаторы, позволяющие оператору отследить происходящие процессы и производить манипуляции с любым устройством установки непосредственно с позиции контроля.

На линии контроля оборудовано два рабочих места оператора – оперативные столы. Активизирование необходимого места работы оператора осуществляется переключением соответствующего тумблера на пульте управления. В зависимости от установленного оператором режима установка способна проводить магнитопорошковый контроль двумя способами: способом приложенного поля (визуальный осмотр муфты осуществляется оператором на посту намагничивания) либо способом остаточной намагниченности (контроль проводится на посту осмотра). Способ контроля определяется оператором по магнитным характеристикам материала муфты. Работа на посту осмотра позволяет увеличить производительность контроля и обеспечивает удобный доступ к осматриваемому объекту. Контроль на посту намагничивания позволяет контролировать муфты, изготовленные из магнитомягкого материала,



Рис. 2. УМПК-4м. Пост полива, опрокидывание муфты



Рис. 3. УМПК-4м. Перенос муфты в манипуляторе

ла, и обнаруживать подповерхностные дефекты на глубине более 0,01 мм.

Работа установки УМПК-4м устроена по принципу конвейера: муфты перемещаются манипулятором на позицию вперед (шаг манипулятора).

Рассмотрим особенности установки в процессе контроля – «Работа на посту осмотра».

Магнитный индикатор наносят на позиции полива. Полив осуществляют как на радиальную поверхность муфты, так и на внутреннюю поверхность в момент вращения муфты. Опрокидыватель устанавливает стол полива с муфтой под углом 85° , что обеспечивает удаление излишков суспензии с вну-



Рис. 4. УМПК-4м. Вид панели пульта оператора в режиме «Контроль»



Рис. 5. УМПК-4м. Контроль

тренной поверхности (резьбы) муфты и предотвращает смывание рисунка при вращении в процессе контроля.

Пост намагничивания реализует циркулярное намагничивание муфты путем пропускания тока по медному стержню. Использование двойных электроконтактов и контроля температурных режимов устройства намагничивания позволило увеличить частоту повторения циклов пропускания тока и снизить вероятность перегрева в местах соединения шин и стержня, а также выпрямителя тока.

На посту осмотра находится оперативный стол для вращения муфты при осмотре и повороте на 90 и 180°, что позволяет осмотреть боковую поверхность и внутреннюю резьбу муфты с обоих торцов. Поверхности муфты освещаются мощной УФ-лампой (400 Вт). Для повышения эффективности контроля резьбовой части муфты дополнительно применена ручная лампа (100 Вт). Также оперативные столы оснащены ручным пульверизатором дополнительного локального нанесения магнитного индикатора.

Работа линии в режиме «Контроль» полностью автоматизирована – оператору необходимо только активизировать начало осмотра нажатием кнопки «Контроль» на пульте оператора, принять решение о качестве муфты и зафиксировать его нажатием кноп-

ки результата контроля «Годно»/«Брак». Также при необходимости фиксированного номерного контроля предусмотрен ввод номеров плавки и муфты с сенсорной панели пульта оператора.

Пост размагничивания служит для снятия остаточной намагниченности с проконтролированной муфты. Браковщик отделяет дефектные муфты от общего потока и перемещает их в кассету брака для последующего их изъятия и ремонта. Система краскоотметки отмечает факт проведения контроля, и далее муфты подаются на пост выгрузки в цех.

Режим «Наладка» применяется для определения оптимальных параметров контроля для каждого типоразмера муфт, которые будут использоваться в дальнейшем в режиме автоматической работы, а именно:

- времени и рабочей скорости вращения на постах полива, намагничивания и осмотра;
- тока намагничивания, при котором дефекты выявляются наилучшим образом;
- тока размагничивания для снятия остаточной намагниченности.

Все параметры устанавливаются через интерфейс панелей на пульте управления и могут быть сохранены в базе настроек, что позволяет снизить время перенастройки оборудования под другой типоразмер муфты.

Протокол результатов контроля УМПК-4М

№ п.п	Дата, смена	Время настройки	Размер трубы (муфты) (дюйм)	Марка стали (группа прочности)	№ плавки	Концентр. суспензии порошок/примесь	Интенсив. излучения ультраф. (мВт/м ² У Белый (лк)	Ток намагн. (А)	Показан. магнитом. (намагн.) (кА/м)	Показан. контрол. полоски (размагн.) (кА/м)	Показан. магнитом. (размагн.) (кА/м)	№ муфты	Результат контроля	Ф.И.О. дефектоскописта (наладчика)	
1	30.05.2011	А	9:16:27	20,1	Д	А55	9.9/10.5	Н1/2	100	9	1	1,6	5	БРАК	Соболж Ж.В.
2	03.07.2011	Б	16:21:31	20,12	Ст3сп2	А55_2	9.8/10.4	В1/2	100	8,99	2	1,59	7	ГОДНА	Дубовой Е.В.

Подпись _____ /Кобылянский/

Рис. 6. УМПК-4м. Вид протокола результатов контроля муфт



**УКРАИНСКИЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ (УкрНИИНК)**
Украина, 04071, Киев, ул. Набережно-Луговая, 8
тел./факс: (044) 531-37-26 (27)
E-mail: ndt@carrier.kiev.ua www.autondt.com

У С Т А Н О В К А МАГНИТОПОРОШКОВОГО КОНТРОЛЯ МУФТ УМПК-4м

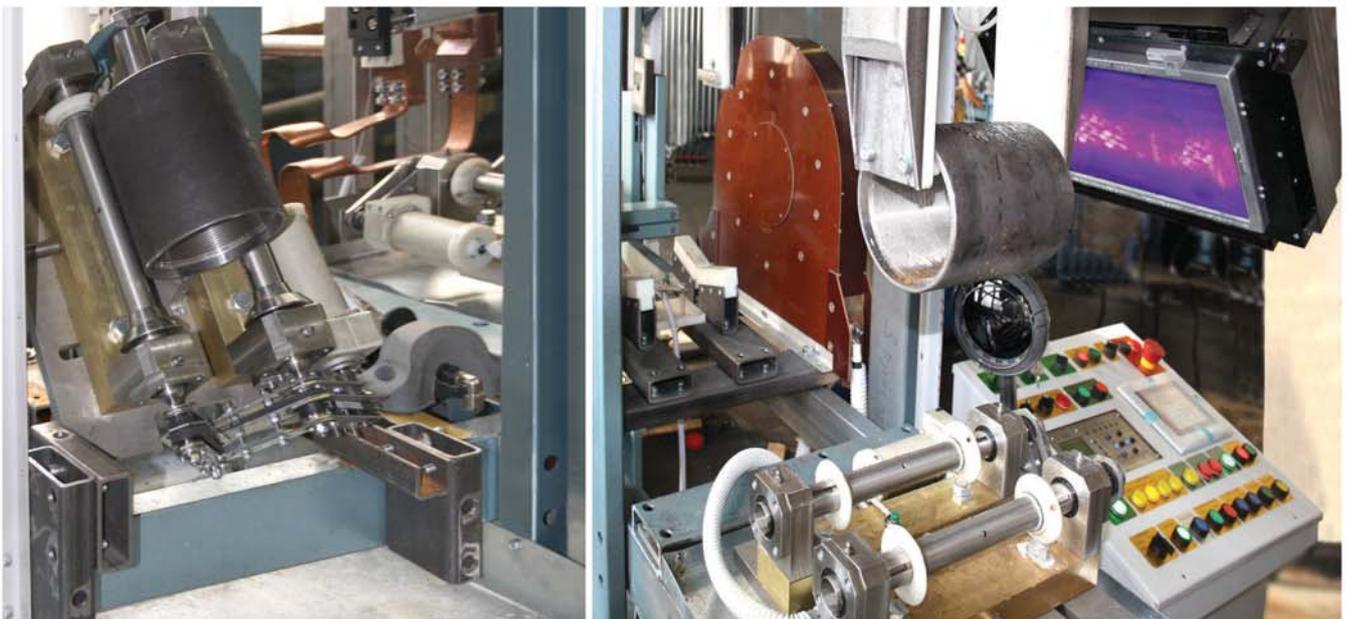
Установка предназначена для магнитопорошкового контроля муфт на наличие поверхностных и подповерхностных дефектов продольной ориентации в соответствии со следующими нормативными документами:

- ГОСТ 21105; • ГОСТ 633-80; • ГОСТ 8732; • API-5L;
- ГОСТ 632-80; • ГОСТ 8731; • API-5CT; • DIN 1630.

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ УСТАНОВКИ

- Время настройки под другой типоразмер муфты, не более _ 20 мин
- Максимальный ток намагничивания на стержне _ 11 кА
- Время контроля муфты, не более _ 90 сек
- Производительность контроля _ 30 муфт в час
- Способ контроля _ СПП, СОН
- Количество операторов _ 1 оператор
- Параметры* контролируемых муфт:
 - внешний диаметр _ от 140 до 370 мм
 - толщина стенок _ от 4 до 23 мм
 - длина _ от 200 до 300 мм
 - масса _ от 4 до 35 кг
- 100%-ное документирование результатов контроля

* Возможно увеличение сортамента контролируемой продукции без изменения производительности и качества контроля.



Система магнитопорошкового контроля муфт обеспечивает 100%-ное документирование результатов контроля, в частности:

- запись, хранение результатов и online отображение информации о процессе контроля в виде сводных таблиц на офисном ПК. Данная информация позволяет оперативно оценивать результаты контроля непосредственно в процессе его проведения и контролировать работу операторов-дефектоскопистов;
- выдачу результатов контроля на электронном и бумажном носителях. С помощью специального пакета программного обеспечения предусмотрена удаленная работа с архивами сохраненных данных, формирование различных форм отчетов и протоколов по полученным результатам;
- передачу информации о результатах контроля в систему АСУ ТП цеха.

Реализация магнитопорошкового контроля муфт обеспечивается в соответствии со следующими нормативными документами:

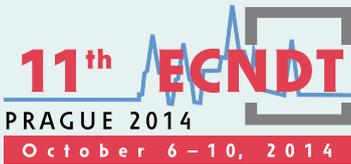
- ГОСТ 21105;
- ГОСТ 632–80;
- ГОСТ 6330–80;
- ГОСТ 8731;
- ГОСТ 8732;
- API-5CT;
- API-5L;
- DIN 1630.

В заключение еще раз отметим основные характеристики системы автоматизированного магнитопорошкового контроля муфт УМПК-4м.

Основные характеристики системы автоматизированного магнитопорошкового контроля муфт УМПК-4м

Время перенастройки установки под другой типоразмер муфты, мин, не более	20
Максимальный ток намагничивания на стержне, кА	11
Время контроля муфты, с, не более	90
Типы выявляемых дефектов	Имеющие выход на поверхность дефекты (например, продольно-ориентированные трещины), подповерхностные дефекты
Способ контроля	СПП, СОН
Производительность контроля (на одну линию), муфт/ч	30
Количество операторов (на одну линию)	1
Параметры* контролируемых муфт:	
- внешний диаметр, мм	от 140 до 370
- толщина стенок, мм	от 4 до 23
- длина, мм	от 200 до 300
- масса, кг	от 4 до 35

* Возможно увеличение сортамента контролируемой продукции без изменения производительности и качества контроля.



11th ECNDT
PRAGUE 2014
October 6-10, 2014






11-я Европейская конференция по неразрушающему контролю в Праге

От имени проф. Павла Мазала, председателя конференции и члена совета директоров Европейской федерации по НК (EFNDT), приглашаем Вас принять участие в 11-й Европейской конференции по НК, которая состоится **6 – 10 октября 2014 г.** в г. Прага (Чешская Республика) в Конгресс-центре Prague Congress Centre.

Ожидается участие более 1500 делегатов. Конференция будет сопровождаться большой выставкой оборудования и услуг в области НК, которая позволит представить последние достижения в области научных исследований и разработки оборудования НК.

MONIKA RŮŽIČKOVÁ, GUARANT International
 Телефон: +420 284 001 444 • E-mail: ruzickova@guarant.cz • www.guarant.cz
Ждем Вас в Праге!

Организационный секретариат, e-mail: eendt2014@guarant.cz
 Организационный комитет, e-mail: cndt@cndt.cz

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В МИРЕ НК

На правах рекламы

Компания ООО «Трубопровод Контроль Сервис» начала свою деятельность в 2001 г. как поставщик и центр сервисного обслуживания оборудования НК. Тесное сотрудничество с мировыми производителями привело к получению компанией статуса единственного авторизованного центра на территории России и стран СНГ.



На данный момент ООО «ТКС» не только поставщик оборудования неразрушающего контроля и **единственный** авторизованный сервисный центр, предоставляющий услуги по ремонту и обслуживанию оборудования, но также и **подрядчик по выполнению работ контроля качества** на объектах различными методами неразрушающего контроля.

Развитие ультразвукового метода сегодня

В настоящее время активно увеличивается доля ультразвукового контроля в различных отраслях промышленности. Это, в первую очередь, связано с широким применением оборудования, обладающего не только высокой производительностью, а также с возможностью сохранять полный объем

исходной информации (все А-сканы во всех точках сканирования).

Развитие и поддержка ультразвукового направления становятся все актуальнее в России:

- на объектах ОАО «АК «ТРАНС-НЕФТЬ» согласно РД 19.100.00-КТН-001-10 при строительстве и эксплуатации почти всех категорий трубопроводов следует подвергать ультразвуковому контролю 100 % сварных соединений. Повторно УЗК проводится при применении труб с классом прочности К 60 и выше при строительстве магистрального трубопровода перед проведением изоляционных работ для обнаружения холодных трещин в сварном соединении и зоне термического влияния (200 % контроля). Широко применяются дефектоскопы на фазированных решетках, позволяющие существенно увеличить скорость контроля и обеспечить более высокую выявляемость дефектов. Растет доля механизированного и автоматизированного УЗК.



По утвержденным нормам СТО Газпром 2-3.7-050-2006 (DNV-OSF101) при сварке подводных трубопроводов допускается использование автоматизированного ультразвукового метода контроля как основного;

- на объектах Газпрома согласно СТО Газпром 2-2.4-083-2006 при механизированной и автомати-

ческой сварке газопроводов по согласованию с ОАО «Газпром» допускается применять в качестве основного физического метода ультразвуковой контроль.

Понимая растущую долю применения УЗК среди методов НК, ООО «Трубопровод Контроль Сервис» уделяет особое внимание развитию и внедрению методов механизированного и автоматизированного ультразвукового контроля на основе оборудования с фазированными решетками, а также комплексному использованию всех существующих видов УЗК.

В рамках программы технической поддержки оборудования УЗК компанией ООО «Трубопровод Контроль Сервис» разработаны и серийно выпускаются специальные ручные сканеры со встроенными датчиками пути для работы с ультразвуковыми дефектоскопами ISONIC.



Сканеры предназначены для использования с датчиками на УЗ-фазированных решетках. Однако они могут применяться для работы с датчиками GuidedWave, которые используются для поиска коррозионного поражения объектов с ограниченной зоной контроля; к таковым относятся трубы с изоляцией, днища резервуаров и другие объекты.

Применение таких ручных сканеров возможно для плоских и не-

сильно изогнутых изделий (резервуары, котлы, корпуса судов и т.д.), а также для труб с номинальным диаметром от 200 мм и выше; при этом обеспечивается удобство сканирования, увеличение производительности, а также повышение достоверности контроля за счет большей точности позиционирования УЗ-датчиков относительно объекта контроля в отличие от обычного ручного УЗК.

Практическое применение ручных сканеров неоднократно проверено в ходе работ, выполняемых сотрудниками ООО «Трубопровод Контроль Сервис» на различных проектах, а рекомендации и пожелания дефектоскопистов учитываются при модернизации приборов.

Сотрудники департамента, занимающиеся обслуживанием приборов ISONIC, прошли специальное обучение и сертификацию в представительстве компании Sonotron NDT. Обучение позволяет квалифицированно обслуживать весь спектр приборов, а также проводить самостоятельно обучение персонала заказчика оборудования.

Только за последний год было обучено несколько десятков специалистов, причем занятия проводились как в офисе компании ООО «Трубопровод Контроль Сервис», так и на объекте заказчика.

Система автоматизированного ультразвукового контроля сварных стыков трубопроводов

Компанией «Трубопровод Контроль Сервис» совместно с компанией Sonotron NDT (Израиль) разработана система автоматизированного УЗК сварных стыков трубопроводов ARGOVISION. Система обеспечивает высокую производительность и достоверность контроля за счет возможности сканирования сварного соединения с двух сторон одновременно и без перемещения датчиков в направлении, перпендикулярном оси шва. Это становится

возможным благодаря применению двух датчиков с фазированной решеткой (ФР), датчиков TOFD и при необходимости дополнительных ПЭП. В данном случае можно одновременно использовать различные схемы и методы прозвучивания сварного соединения (зональный контроль, контроль качающимся лучом, контроль схем линейных сканирования, введение дополнительных каналов для контроля проблемных зон сварного соединения и т.д.), выбираемые в соответствии с поставленными задачами.



Система полностью обеспечивает качество работы по требованиям часто применяемых международных стандартов (API 1104, DNV-OS-F101, ASTM1961). Благодаря возможности использования в качестве направляющего бандажа пояса от сварочной системы CRC Evans установку ARGOVISION можно легко применять на проектах строительства трубопроводов с использованием автоматической сварки. Практическая скорость сканирования в реальных условиях контроля устанавливается в пределах 50 ... 80 мм/с с учетом качества поверхности объекта контроля. Это позволяет обеспечивать контроль с оперативной выдачей заключений «непосредственно» за бригадой автоматической сварки.

Система АУЗК ARGOVISION входит в состав автономной мобильной лаборатории неразрушающего контроля ООО «ТКС» (на платформе «Урал», «Камаз»).

Инженерная практика ООО «ТКС»

- С февраля по июнь 2012 г. бригада инженеров НЛНК ООО «Трубопровод Контроль Сервис» участвовала в реконструкции участка магистрального нефтепровода «Рязань–Москва» общей протяженностью 26 км.
- С апреля по июнь 2012 г. инженеры ООО «ТКС» выполнили ультразвуковой (УЗК), визуальный и рентгеновский контроль на объекте Верхнеконское нефтегазоконденсатное месторождение.
- В мае 2012 г. подрядные работы по ВИК и РК для реализации проекта магистрального нефтепровода «Сургут–Полоцк» (Ду 1220 мм) проведены в г. Нижняя Тура Свердловской области, заказчик «Транснефть».
- С сентября 2012 г. специалисты ООО «ТКС» ведут подрядные работы по реконструкции магистрального нефтепровода «Жировск–Москва», диаметр трубы 530Ч8 мм, РК 100 %.



Контроль качества сварных соединений нефтепровода осуществляется ультразвуковым, рентгенографическим и визуально-измерительными методами НК. Для проведения работ применяется оборудование: кроулеры JME 8" – 10"; ультразвуковые дефектоскопы Isonic 2010, а также оборудование и приборы для визуально-измерительного контроля.

С более подробной информацией о проводимых работах на объектах можно ознакомиться на сайте компании www.tkc-ndt.ru в разделе «Новости».

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.idspekr.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@maggpindt.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@introscope.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 (УОНКТД)	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, Тель-Авив, 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		
2-я страница	1/1 (210 x 290 мм)	40 000
3-я страница	1/1 (210 x 290 мм)	30 000
4-я страница	1/1 (210 x 290 мм)	50 000
МОДУЛЬ ВНУТРИ ЖУРНАЛА		
1-я страница	1/1 (210 x 290 мм)	40 000
2-я страница	1/1 (210 x 290 мм)	40 000
Расположение по усмотрению редакции	1/1 (210 x 290 мм) 1/2 (210 x 145 мм) 1/3 (210 x 100 мм)	25 000 15 000 10 000
СТАТЬЯ		
Расположение по усмотрению редакции	1 страница 2 страницы 3 страницы	20 000 30 000 40 000

Требования к принимаемым рекламным модулям

Рекламный модуль	Размер рекламного блока после обрезки	Размер рекламного блока с полями под обрезку
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	

В 2013 году действует акция: при размещении рекламного модуля формата А4 рекламодателю предоставляется возможность опубликовать рекламную статью объемом до трех журнальных полос за 10000 руб. (без учета НДС). При покупке рекламных полос в трех номерах журнала предоставляется скидка 5%.

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 отправкой почтой составит 150 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.

**СИСТЕМА
МЕХАНИЗИРОВАННОГО
УЛЬТРАЗВУКОВОГО
КОНТРОЛЯ
ЛИСТОВОГО ПРОКАТА
УНИСКОП-9П**

- Предназначена для обнаружения дефектов типа несплошности и неоднородности металла, расслоений, трещин различной ориентации.
- Толщина стенки проката 7-100 мм
- Система представляет собой комплекс НК, состоящий из сканирующего устройства и многоканального ультразвукового дефектоскопа **ОКО-01 (ОКО-02)**, что позволяет реализовывать различные схемы контроля и использовать одновременно от 8 до 32 УЗ каналов.

**РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ
УЛЬТРАЗВУКОВОЙ
ДЕФЕКТОСКОПИИ**



**УЛЬТРАЗВУКОВОЙ
ТОЛЩИНОМЕР
ТУЗ-5**

- Металлический корпус
- Большой яркий индикатор
- Возможность работы одной рукой
- Автономность: 20 часов



**ПОЛНО-
ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ
УЛЬТРАЗВУКОВОЙ
ДЕФЕКТОСКОП
УДЗ-71**

- Диапазон частот: 0,4-15 МГц
- Повышенное соотношение сигнал/шум
- АРД, DAC, ВРЧ
- TOFD
- Автокалибровка
- Сменный аккумулятор



**УЛЬТРАЗВУКОВОЙ
ДЕФЕКТОСКОП-ТОМОГРАФ
УД4-76**

- 3D-контроль: ортогональные виды
- Диапазон частот: 0,4-15 МГц
- АРД, DAC, ВРЧ
- Контроль акустического контакта и скорости сканирования
- Заряд аккумулятора в процессе работы



**ПРОИЗВОДИТЕЛЬ СРЕДСТВ И ТЕХНОЛОГИЙ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ
НПП "ПРОМПРИБОР"**

Россия, 105122, г. Москва, а/я 82, Щелковское шоссе, 2а
Тел. факс: (495) 580-37-77

E-mail: pp@ndtprompribor.ru, ndt2@mail.ru www.ndtprompribor.ru



Olympus

Ультразвуковой контроль | Фазированные УЗ решетки | Вихретоковый контроль Вихретоковые матрицы | Визуальный эндоскопический контроль Портативные XRF анализаторы металлов

Компания OLYMPUS разрабатывает и производит широкую номенклатуру приборов для неразрушающего и визуального контроля в промышленности, на высочайшем уровне производственного качества, эргономики и технологического исполнения.

Приборы OLYMPUS используются для контроля и диагностики разнообразного промышленного оборудования в различных областях промышленности и науки – в авиации, энергетике, в производстве и на транспорте. Техника OLYMPUS вносит весомый вклад в качество контролируемой продукции, обеспечивает безопасность производственных объектов, оборудования и установок. OLYMPUS имеет репутацию компании, предоставляющей пользователю экономически – эффективные решения, а также

отличную техническую **поддержку** и **сервис оборудования.**

РЕШАЕМЫЕ ЗАДАЧИ

- Контроль коррозии
- Контроль качества сварки
- Охрана и безопасность
- Дефектоскопия
- Толщинометрия
- Автоматический контроль
- Запись и обработка изображений

ПРИМЕНЯЕМЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

-  Ультразвуковой контроль
-  Вихретоковый контроль
-  УЗ контроль на ФР
-  Вихретоковые матрицы
-  Высокоскоростная видеосъемка
-  Визуальный эндоскопический контроль
-  Портативные XRF анализаторы металлов

OLYMPUS MOSCOW

«Олимпас Москва» 107023, Москва, ул. Электrozаводская, д. 27, стр. 8.
тел.: 7(495) 956-66-91 • olympus-ims.com