

ТЕРРИТОРИЯ NDT

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ

1, 2012





После проведения в Москве 10-й Европейской конференции по неразрушающему контролю (НК) и выставки средств НК Российское общество по неразрушающему контролю и технической диагностике (РОНКТД) совместно с национальными обществами НК Украины, Беларуси, Казахстана, Азербайджана, Грузии, Латвии, Молдавии и Узбекистана решили объединить свои усилия по созданию единого информационного пространства и выпустить новый международный журнал «Территория NDT» для специалистов НК, говорящих на русском языке.

Представляю Вам первый номер журнала. Обратите внимание! В состав редакционного совета журнала вошли руководители десяти национальных обществ по НК. Благодарю их за сотрудничество и присланные материалы. В этом номере вы найдете краткую информацию о Белорусской ассоциации (БАНК и ТД), о мероприятиях Украинского общества (УО НКТД) и о рынке НК в Республике Казахстан, отчеты о выставках и семинарах, краткий отчет о ежегодной осенней конференции Американского общества неразрушающего контроля и многое другое. Особое место в этом номере уделено отчету о 19-й Всероссийской научно-технической конференции и выставке по НК и ТД, прошедшей в Самаре с 6 по 8 сентября.

В журнале запланированы следующие рубрики: «Новости», «Страничка руководителя», «Интервью номера», «Информация о национальных обществах по НК», «Выставки, семинары, конференции» (подготовка, отчеты, реклама, календарь мероприятий), «Методы, приборы, технологии» (технические статьи, обзоры, реклама оборудования и приборов), «Подготовка специалистов» (системы сертификации, требования к специалистам, международное признание сертификатов, информационные ресурсы для подготовки и т.д.), «Нормативные документы и стандарты» (документы, проекты документов, обсуждения), «Обратная связь» (ответы специалистов на вопросы читателей журнала).

Не все рубрики вошли в первый номер, но обязательно в ближайших номерах они появятся.

Журнал будет выходить 4 раза в год тиражом 7...10 тыс. экземпляров и будет бесплатным для читателей, финансирование журнала будет организовано за счет спонсоров и рекламы. На сайте tndt.idspektr.ru доступна интернет-версия журнала, полностью повторяющая печатную.

«Территория NDT» – это уникальное издание, позволяющее 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 10 странах.

Журнал позволит разработчикам оборудования, сервисным компаниям и сертификационным центрам предложить свою продукцию и услуги не только в рекламных блоках, но и путем публикации развернутых материалов и отчетов.

Надеюсь, «Территория NDT» станет первым действительно массовым информационным журналом по НК, рассчитанным на очень широкий круг специалистов в разных странах, общающихся на русском языке.

С уважением, главный редактор журнала «Территория NDT»
В.В. Ключев

Скорость контроля ограничена лишь скоростью ультразвука – менее минуты требуется для полной проверки сварного стыка труб в любых погодных и климатических условиях



ISONIC PA AUT

Автоматический ультразвуковой контроль стыковых сварных швов труб с применением фазированных решеток, TOFD и конвенциональных преобразователей



Sonotron NDT
Get the whole picture
www.sonotronndt.com

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ПРЕДСТАВИТЕЛЬ В РОССИИ И СТРАНАХ СНГ:
ООО «МНПО «СПЕКТР»
119048, г. Москва, ул. Усачева, д. 35, стр. 1
Тел: +7 495 626 5359, 626 5348
<http://www.mnpo-spektr.ru> e-mail: info@mnpo-spektr.ru



Спектр



TKS

ООО «Трубопровод Контроль Сервис»

ООО «ТРУБОПРОВОД КОНТРОЛЬ СЕРВИС»

МЫ ЗНАЕМ ВСЕ О НЕРАЗРУШАЮЩЕМ КОНТРОЛЕ

- Член Саморегулируемой организации Некоммерческое партнёрство по строительству нефтегазовых объектов «Нефтегазстрой»
- Член Центра Неразрушающего Контроля и Технической диагностики «Спектр» (ЦКТД)

ЭКСКЛЮЗИВНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР:



- JME Ltd. - рентгенографические кроулеры моделей JME 6", JME 8", JME 10/60" и JME 24"
- ICM s.a. - рентгеновские генераторы серии Site-XS 200кВ - 250кВ и Site-X 180кВ - 360кВ
- SONOTRON NDT - автоматизированные ультразвуковые системы и дефектоскопы на фазированных решетках
- Buckley's Ltd. - электроискровые дефектоскопы **серии PD** - PD6 и PD130; **серии PHD** - PHD1-20 и PHD2-40

АВТОРИЗОВАННЫЙ СЕРВИСНЫЙ ЦЕНТР:



- Авторизованный в РФ и странах СНГ сервисный центр оборудования НК фирм JME Ltd., ICM s.a., Balteau NDT, Sonotron NDT, Buckley's UVRAL Ltd.
- Гарантийное и послегарантийное обслуживание
- Комплексное сопровождение проектов на объектах Заказчика вахтовым методом
- Выезд на объект Заказчика в любую точку России и стран СНГ в течение 3-х дней
- Квалифицированный персонал, аттестованный производителями
- Склад запасных частей и подменного оборудования

НЕЗАВИСИМАЯ ЛАБОРАТОРИЯ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ:



- Лаборатория неразрушающего контроля, выполняющая подрядные работы различными методами НК на объектах нефтяной и газовой промышленности, аттестованная по ОАО «АК «Транснефть» и ОАО «Газпром»
- Мобильные и стационарные лаборатории, оснащённые новейшим высокотехнологичным оборудованием, в том числе автоматизированной системой ультразвукового контроля
- Персонал лаборатории НЛНК квалифицирован по стандарту EN 473, национальному стандарту ПБ 03-440-02 и аттестован для работы на объектах ОАО «АК «Транснефть»
- Аренда оборудования НК

Территория NDT

СОДЕРЖАНИЕ

№1 (январь - март), 2012

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

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

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 БААНТ и ТД)

Миховски М.
(Болгария, президент BSNT)

Ригишвилли Т.Р.
(Грузия, президент ГОНК)

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 (495) 514-76-50

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 14.11.11 г.
Подписано в печать 17.01.12 г.
Формат 60x88 1/8.
Бумага офсетная. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 8,93. Уч.-изд. л. 8,46.
Заказ 0000, 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

Очередное заседание рабочей группы по НК МГС 4

Участие делегации УОНКТД в работе V сессии Генеральной ассамблеи Международной академии неразрушающего контроля 4

Краткие итоги 19-й Международной конференции «Современные методы и средства НК и ТД» 5

СТРАНИЧКА РУКОВОДИТЕЛЯ

Обращение президента РОНКТД С.В.Клюева к членам общества 7

ИНФОРМАЦИЯ О НАЦИОНАЛЬНЫХ ОБЩЕСТВАХ ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ

Поповина С.А. Белорусская ассоциация неразрушающего контроля и технической диагностики (БАНК и ТД). Этапы становления и развития 10

Страгнефорс С.А. Формирование рынка НК в Республике Казахстан. Казахстанская ассоциация неразрушающего контроля и технической диагностики (КАНКТД) 16

ВЫСТАВКИ, СЕМИНАРЫ, КОНФЕРЕНЦИИ

Отчет о 19-й Всероссийской научно-технической конференции и выставке по неразрушающему контролю и технической диагностике 20

Матвеев В.И. AEROSPACE TESTING RUSSIA 2011 34

Матвеев В.И. «ИНТЕРПОЛИТЕХ-2011» 39

Вавилов В.П. Ежегодная осенняя конференция Американского общества неразрушающего контроля 2011 г. 44

Чепрасова Е.Ю. Семинар по неразрушающему контролю в Нортхэмптоне 46

Шекеро А.Л. Итоги семинара «Применение современных технологий неразрушающего контроля для диагностики энергетического оборудования» 48

МЕТОДЫ, ПРИБОРЫ, ТЕХНОЛОГИИ

Пасси Г. Излучение и прием ультразвуковых сигналов с применением фазированных решеток 50

Опанасенко А.В. Вихретоковый контроль резьб различных типов 56

Вавилов В.П. Заметки об истории, современном состоянии и тенденциях развития теплового контроля 59

Абрамова Е.В. Оптимизация диагностических систем теплового контроля 65

ОЧЕРЕДНОЕ ЗАСЕДАНИЕ РАБОЧЕЙ ГРУППЫ ПО НК МГС



В ряду рабочих органов Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации (МГС) заметное место занимает рабочая группа по неразрушающему контролю (РГ НК) Научно-технической комиссии по метрологии (НТКМетр).

Основной целью РГ НК НТКМетр является формирование единой согласованной политики в области неразрушающего контроля (НК) и реализации ее положений на пространстве государств евроазиатского региона (СНГ).

Очередное, 13-е заседание РГ НК НТКМетр прошло в Ташкенте с 24 по 26 октября 2011 г. В заседании приняли участие представители национальных органов по стандартизации, метрологии и сертификации, занимающиеся вопросами НК, Азербайджана, Беларуси, Киргизии, России, Украины, специалисты агентства «Узстандарт», ответственный секретарь МГС, председатель Общества НК Узбекистана, а в качестве наблюдателей – представители заинтересованных министерств и ведомств

Узбекистана: Министерства обороны, Госархитекстроя, национальной компании «Узбекнефтегаз», Государственной инспекции Узбекистана по надзору за безопасным ведением работ в промышленности и горном деле, Государственной железнодорожной компании, а также представители авиаремонтной и горно-металлургической отрасли.

Открыл заседание заместитель генерального директора агентства «Узстандарт» А.Х. Юлдашев, выступив с краткой информацией о роли и значении метрологии в современном мире, метрологического обеспечения НК, о состоянии и направлениях развития деятельности в области НК в Узбекистане. На 13-м заседании РГ НК НТКМетр МГС были рассмотрены вопросы: работы национальных органов в области НК (обмен опытом работы, информационными материалами); выполнения «Программы работ по стандартизации, метрологии и оценке соответствия в области неразрушающего контроля»; подготовки пакета

документов по взаимному признанию результатов аккредитации лабораторий НК; разработки межгосударственного стандарта на основе EN 12668 «Контроль неразрушающий. Технические характеристики и проверка ультразвукового оборудования неразрушающего контроля»; стандарта «Контроль неразрушающий. Квалификация и сертификация персонала» (внедрение ISO 9712:2005); а также межгосударственных стандартов по ультразвуковой толщинометрии на основе европейских стандартов EN 14127 «Контроль неразрушающий. Ультразвуковая толщинометрия» и EN 15317 «Контроль неразрушающий. Ультразвуковой контроль. Основные технические характеристики оборудования для ультразвуковой толщинометрии и методы их измерений»; разработки проекта правил по межгосударственной стандартизации (ПМГ); проекта межгосударственного стандарта «Контроль неразрушающий. Порядок разработки и проведения аттестации методик неразрушающего контроля»; проекта межгосударственного документа «Контроль неразрушающий. Требования к лабораториям»; межгосударственной регламентации требований к подготовке и сертификации персонала НК, гармонизированных с международными положениями в этой области.

По результатам работы 13-го заседания РГ НК НТКМетр МГС приняты решения и рекомендации. С материалами заседания можно ознакомиться на официальном сайте МГС: <http://www.easc.org.by>.

УЧАСТИЕ ДЕЛЕГАЦИИ УОНКТД В РАБОТЕ V СЕССИИ ГЕНЕРАЛЬНОЙ АССАМБЛЕИ МЕЖДУНАРОДНОЙ АКАДЕМИИ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

По приглашению секретариата Международной академии неразрушающего контроля делегация Украинского общества неразрушающего контроля и технической диагностики приняла участие в работе V сессии Генеральной ассамблеи ANDTI.

Заседание проходило в г. Брешия (Италия) под руководством президента ANDTI Дж. Нардони. В его

работе участвовали представители национальных обществ Белоруссии, Великобритании, Германии, Италии, Литвы, Словакии, Франции, Хорватии, Чехии.

В первый день работы Генеральной ассамблеи были подведены итоги совещания ANDTI, прошедшего в 2010 г. в Москве, и намечены планы участия академии во всемирной конференции по неразрушающему кон-

тролю, которая состоится в г. Дурбане (ЮАР) в 2012 году. Присутствующим были представлены новые члены академии.

На заседании академии заслушаны научные доклады по различным фундаментальным проблемам, связанным с неразрушающим контролем.

I. S. Pecorelli (Италия) «More science and technology in the globalization era».

2. Dr. Luigi Morici. (Италия) ENEA (Ente Nazionale Energia Agenzia): «The fusion program ITER. The contribution of ENEA».
3. Dr. Mike Farley (Великобритания) «Challenges of globalization and the role ICNDT and the Academia».
4. Dr. M. Kazakevych (Украина) «Physicochemical aspects of leaktesting».
5. Prof. V. Vengrinovich (Белоруссия) «New mathematical methods and algorithms for smart signal and image processing for NDE».
6. Prof. Serge Dos Santos (Франция). Prof. Z. Prevorovsky (Чехия) «Signal processing for Modern NDT: advanced concepts and techniques to enable 'smart' maintenance».
7. Prof. Uwe Ewert (Германия) «Inspection of Plastic and Fabre Composites with X – and THz –Radiation».
8. M. Kreuzbruck (Германия) «Results of in the investigations in Eddy Current control».



9. Dr. M. Carboni, Department Mechanical polytechnic University. Milano (Италия) «An experimental and numerical approach to UT responses and their POD courses».
10. Dr. G. Nardoni (Италия) «Planar and Volumetric defects characterized through diffraction».

Члены украинской делегации приняли активное участие в обсуждении докладов и планов работы академии. Следующая сессия Генеральной ассамблеи ANDTI запланирована на апрель 2012 года и пройдет в рамках 18-й Всемирной конференции в г. Дурбан (ЮАР).

КРАТКИЕ ИТОГИ 19-Й МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И СРЕДСТВА НК И ТД»

С 3 по 7 октября 2011 г. в Украине состоялась 19-я Международная конференция-выставка «Современные методы и средства НК и ТД».

В этом году конференция изменила традиционную ялтинскую прописку и переместилась в просторный конференц-зал санатория «Ай-Даниль», расположенного на западном краю Гурзуфской бухты.

В работе конференции приняли участие более 180 специалистов из Украины, России, Белоруссии, Молдавии, Грузии, Литвы, Болгарии, Германии и других стран. Ее гостями стали президенты национальных обществ по НК Болгарии (Митко Миховски), Молдовы (Андрей Ткаченко) и Грузии (Тимур Ригишвили).

Более 40 докладов было сделано на пленарном и двух секционных заседаниях «Современные методы и средства НК в промышленности» и «Диагностика состояния промышленных объектов».

В рамках конференции также состоялись: традиционный семинар «Об опыте сертификации специалистов НК в соответствии с требованиями международных и национальных стандартов», Круглый стол на тему «Современные методы управ-



В президиуме конференции: М. Миховски, Т. Ригишвили, О. Карнаш, А. Ткаченко, Н. Белый



На заседании конференции



Гости из Болгарии и Грузии: А. Алексиев, Х. Абсаридзе, М. Миховски, Й. Мирчев



Приветственное слово президента Молдавского общества НК А.А. Ткаченко

нения и улучшения характеристик деталей, подвергающихся интенсивному абразивному износу», Мастер-класс «Качество изображения в современном световом микроскопе», а также заседание правления Украинского общества НКТД.

Традиционно большой интерес участников вызвала выставка средств для НК и ТД, в которой приняли участие около 15 компаний – разработчиков и поставщиков оборудования, среди которых были представители МЧТПП «ОНИКО», НПФ «Ультракон», ООО «Мелитек-Украина», НПП «Машиностроение», ООО «Интрон-СЭТ», НТЦ «Промтехнологии», НПФ «Харьков-Прибор» и др.



Приветственное слово генерального директора ООО «Энергодиагностика» А.А. Дубова



Между участниками конференции из Украины, Белоруссии и Литвы установились не только деловые, но и дружеские отношения

МЕЖДУНАРОДНЫЙ КАЛЕНДАРЬ СОБЫТИЙ

Дата и место проведения	Мероприятие	Организаторы
14.02.2012 Berlin/Germany	Seminar Long Range Ultrasonic Testing Training Programme http://www.dgzfp.de	DGZfP
15.03–16.03.2012 Lübeck/Germany	2nd Int. Workshop on Magnetic Particle Imaging in Non-destructive Testing (NDT) Magnetic particle imaging (MPI) has been invented by Bernhard Gleich and Jürgen Weizenecker at Philips Research in 2001 with the aim to introduce a new technique for medical imaging. In 2005, a first publication on MPI appeared in Nature (B. Gleich, J. Weizenecker, Tomographic imaging using the nonlinear response of magnetic particles, Nature 435, 2005), presenting the basic function principle and images of phantoms. http://www.iwmpi.org	Universität zu Lübeck
19.03–23.03.2012 Dallas/Texas/USA	ASNT 21st Annual Research Symposium and Spring Conference http://www.asnt.org	ASNT
16.04–20.04.2012 Durban/South Africa	18th World Conference on NDT NDT in service of society – in safety assurance, quality control and condition monitoring http://www.wcndt2012.org.za	SAINT
08.05–11.05.2012 Stuttgart/Germany	26. Control Die internationale Fachmesse für Qualitätssicherung http://www.control-messe.de	Messe Stuttgart
21.05–24.05.2012 Seattle/USA	9th Int. Conference on Non-Destructive Evaluation in Relation to Structural Integrity for Nuclear and Pressurised Components http://www.9thnde.com	EPRI
11.06–14.06.2012 Naples/Italy	11th Quantitative InfraRed Thermography QIRT 2012 http://www.qirt2012.unina.it/ocs/index.php/2012/QIRT	
17.06–20.06.2012 Rio de Janeiro/Brazil	ENDE 2012 http://ende2012.metalmat.ufrj.br/	abendi, UFRJ
03.07–06.07.2012 Dresden/Germany	6th European Workshop on Structural Health Monitoring http://www.ewshm2012.com/	DGZfP, IZFP

Дорогие коллеги!

В 2011 г. Российскому обществу по неразрушающему контролю и технической диагностике (РОНКТД) официально исполнилось 15 лет.

15 ноября 1996 г. РОНКТД зарегистрировано Минюстом РФ. Однако отметим, что фактически общество несколько старше, так как является преемником Общества СССР по неразрушающему контролю (ОСНК), созданного ещё в 1989 г.

В любом случае, 15 лет вполне достойный возраст для научного и профессионального общества в России, и мы поздравляем всех специалистов, работающих в области неразрушающего контроля, с этим юбилеем.



За эти годы мы с вами много достигли:

- создана, зарегистрирована и действует с 2002 г. Система добровольной сертификация персонала специалистов по неразрушающему контролю (СДСПНК) РОНКТД;
- при поддержке РОНКТД ежегодно проводятся конференции и выставки;
- регулярно, один раз в три года, силами РОНКТД проводится Всероссийская конференция по неразрушающему контролю и технической диагностике;
- издаётся ежемесячный журнал РОНКТД «Контроль. Диагностика»;
- при участии РОНКТД подготовлены и изданы справочники, монографии и учебные пособия;
- с 2010 г. ведётся внедрение автоматизированной системы обучения и подготовки специалистов НК;
- действует официальный сайт РОНКТД www.ronktd.ru;
- РОНКТД является активным и одним из ведущих членом международных организаций по НК: ICNDT и EFNDT;
- шесть ведущих российских учёных и членом РОНКТД являются членами Международной академии НК;
- в 2010 г. в Москве была организована и проведена Европейская конференция по НК, в которой приняли участие специалисты из 65 стран.

В 2011 г. обновлён устав РОНКТД в соответствии с новыми требованиями Закона РФ об общественных организациях. В связи с этим мы обращаемся ко всем членам РОНКТД с просьбой вновь пройти регистрацию в соответствии с требованиями закона РФ к учёту членом общественных организаций.

Сегодня мы обращаемся ко всем специалистам НК и тем, кто тем или иным образом связан с неразрушающим контролем, – вступайте в ряды крупнейшего в Европе общества – РОНКТД!

Дорогие друзья, нам нужна актуальная информация о наших членах, чтобы иметь возможность своевременно информировать вас о всех событиях, конференциях, выставках новостей в мире НК у нас в стране и за рубежом, посылать наши профессиональные журналы и публикации, предоставить вам полноценную возможность доступа к нашему основному информационному ресурсу – сайту РОНКТД www.ronktd.ru.

Нам нужна ваша поддержка, без которой само общество теряет смысл и не имеет возможности продолжать свою деятельность.

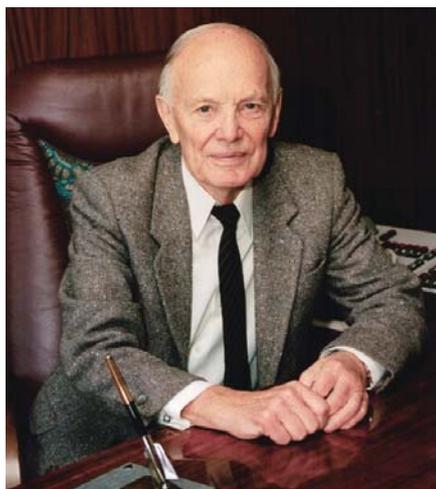
Нам нужны новые активные думающие и небезразличные члены РОНКТД, чтобы сделать Российское общество по неразрушающему контролю ещё более сильным и, главное, полезным каждому, кто занимается неразрушающим контролем.

На сайте общества (ronktd.ru) опубликован бланк заявления на вступление в члены РОНКТД, а также документы, описывающие порядок приема в РОНКТД.

РОНКТД – это общественная некоммерческая организация с богатой историей, стремящаяся объединить в своих рядах как можно больше единомышленников и профессионалов своего дела. Вступая в РОНКТД, вы поддерживаете исключительно развитие неразрушающего контроля в России!

Мы приглашаем Вас в Ваше общество!

*С уважением, С.В. Клюев,
президент РОНКТД*



АКАДЕМИКУ Б.Е. ПАТОНУ – 93!

28 ноября 2011 г. исполнилось 93 года Борису Евгеньевичу Патону, президенту Академии наук Украины, директору Института электросварки им. Е.О. Патона (г. Киев).

Борис Евгеньевич Патон – выдающийся украинский ученый в области электросварки, металлургии и технологии материалов, материаловедения, главный инициатор уникальной технологии сварки живых тканей, используемой в хирургии.

Вместе со своим отцом – Евгением Оскаровичем Патоном – он создал всемирно известную патоновскую научную школу. Борис Евгеньевич оказался одним из наиболее одаренных учеников и достойным последователем своего отца. Он продолжил и блестяще развил дело, начатое Е.О. Патоном.

Мировой авторитет Б.Е. Патону принесли разносторонняя и чрезвычайно плодотворная научная и инженерная деятельность, стремление направить фундаментальные научные исследования на решение проблем общества.

Б.Е. Патон – выдающийся общественный деятель и талантливый организатор науки, академик Национальной академии наук Украины ныне НАН Украины (1958), АН СССР – ныне РАН (1962), Академии Европы (1992), Международной академии наук, образования, промышленности и искусства США (1997), Национальной академии прикладных наук России (1997), Российской академии космонавтики им. К.Э. Циолковского, Академии проблем безопасности обороны и правопорядка России (2003), Петровской академии наук и искусств России (2006), почетный президент Международной инженерной академии, почетный член Римского клуба, Международной академии технологических наук, иностранный член академий и научно-технических обществ многих стран. Десятки отечественных и зарубежных университетов избрали академика Б.Е. Патона почетным доктором.

Б.Е. Патон – один из инициаторов создания и сохранения общего научного пространства в рамках СНГ. В 1993 г. была создана Международная ассоциация академий наук (МААН), объединившая национальные академии 15 стран Европы и Азии.

Борису Евгеньевичу присуще глубокое понимание роли и места науки в решении гуманитарных проблем развития общества. Уделяя огромное внимание разработке и внедрению современных технологий в производство, он одновременно добивается осуществления обоснованных научных оценок их влияния на окружающую среду и человека.

За огромные заслуги перед наукой и государством Б.Е. Патон удостоен высоких званий – дважды Героя Социалистического Труда СССР, Героя Украины, он кавалер четырех орденов Ленина, орденов Октябрьской революции, Трудового Красного Знамени, Дружбы народов, орденов Державы, князя Ярослава Мудрого IV и V степеней, орденов Российской Федерации «За заслуги перед отечеством» II степени и «Почета», орденов Франциска Скорины Республики Беларусь, «Ордена Чести» Грузии, «Достык» Республики Казахстан и многих других наград стран СНГ. Б.Е. Патон – лауреат Ленинской и Государственных премий СССР и Украины в области науки и техники, награжден золотыми медалями им. М.В. Ломоносова, С.И. Вавилова, С.П. Королева, Серебряной медалью им. А. Эйнштейна ЮНЕСКО и многими другими наградами и знаками отличия.

Сегодня нельзя представить Институт электросварки и Национальную академию наук Украины без Б.Е. Патона. Его житейская мудрость, огромный опыт, международный авторитет в науке и обществе позволили сохранить научный потенциал Украины.

РОНКТД и Украинское общество неразрушающего контроля и технической диагностики поздравляют всемирно известного ученого Бориса Евгеньевича Патона и желают ему здоровья и многих плодотворных лет научной работы.



ПОЗДРАВЛЯЕМ С ЮБИЛЕЕМ АКАДЕМИКА В.В. КЛЮЕВА!

2 января 2012 г. исполнилось 75 лет со дня рождения академика В.В. Ключева. Владимир Владимирович Ключев – крупный ученый в области физических методов неразрушающего контроля и технической диагностики, имеющий мировую известность и признание. В.В. Ключев автор многих основополагающих исследований и созданных на их основе высоких технологий, талантливый организатор науки, видный общественный деятель. С 1964 г. В.В. Ключев, выпускник машиностроительного факультета МВТУ им. Н.Э. Баумана, трудится в Научно-исследовательском институте интроскопии, в котором прошел путь от старшего научного сотрудника до директора.

В 1973 г. В.В. Клюев защитил диссертацию на соискание ученой степени доктора технических наук, а в 1974 г. решением Высшей аттестационной комиссии был утвержден в ученом звании профессора по специальности «Не разрушающие методы контроля».

Под руководством В.В. Клюева и при его непосредственном участии в НИИИИН проведены исследования и получены масштабные результаты в разработке новых методов и прогрессивных технологий неразрушающего контроля металлов и неметаллов, сварных соединений, крупных технически сложных сооружений и конструкций.

Владимир Владимирович Клюев работал с выдающимися учёными, среди которых академики АН СССР А.П. Александров, Б.Е. Патон, В.А. Легасов, Г.А. Николаев, К.В. Фролов, чл.-кор. АН СССР М.Н. Михеев, В.Е. Щербинин, чл.-кор. РАН Н.А. Махутов, доктора технических наук Р.И. Янус, Н.М. Родигин, В.В. Власов, В.Г. Герасимов, С.В. Румянцев, П.К. Ощепков, А.К. Гурвич, И.Н. Ермолов, Н.П. Алёшин, в том числе зарубежные ученые Ф. Ферстер (Германия), Х. Бергер (США), П. Де Метр (Бельгия), Р. Хелмшоу (Англия), Р. Баллен (Канада), Х. Хайт (Германия) и многие другие.

Достижения ученого достойно отмечены научным сообществом, в 1987 г. В.В. Клюев избран членом-корреспондентом АН СССР, а в 2006 г. — академиком РАН, является членом Европейской академии.

Участвуя в работе Координационного совета по техническим наукам, Бюро отделения энергетики, машиностроения, механики и процессов управления РАН, Рабочей группы при Президенте РАН по анализу риска и проблем безопасности, возглавляя Научный совет РАН по автоматизированным системам диагностики и испытаний, В.В. Клюев вносит большой вклад в научно-технический прогресс, решение проблем безопасности на сложных промышленных объектах, на транспорте и в других отраслях экономики России.

В последние десятилетия в круг научных интересов В.В. Клюева-ученого вошла проблема оценки остаточного ресурса и риска эксплуатации сложных технологических объектов. Одним из первых он начал и развил исследования комплексных методов диагностики технических объектов, определения напряженно-деформированного состояния сложных конструкций для предотвращения аварий и катастроф.

Владимир Владимирович прилагает большие усилия для сохранения и развития международного научного сотрудничества, он является одним из основателей и вице-президентом Международной академии неразрушающего контроля.

Длительное время Владимир Владимирович сочетает напряженную научную работу с преподавательской деятельностью в ведущих вузах страны. Особенно значимы его заслуги в подготовке инженерных кадров в качестве заведующего кафедрой метрологии и стандартизации Московского государственного университета приборостроения и информатики (МГУПИ).

Академик В.В. Клюев входит в состав редколлегии журналов «Проблемы машиностроения и надёжности машин. Машиноведение», «Дефектоскопия» и «Заводская лаборатория. Диагностика материалов», является главным редактором журналов «Контроль. Диагностика» и «Территория NDT». По его инициативе и при активном участии издаются справочники, монографии, учебные пособия и методические материалы по неразрушающим методам контроля.

За большие заслуги В.В. Клюев удостоен Премии Совета Министров СССР (1983 г.), Государственной премии РФ в области науки и техники (1997 г.), Премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники (2003 г.), награжден 2 орденами Трудового Красного Знамени (1971 и 1986 гг.), орденом Дружбы народов (1981 г.), медалью «Ветеран труда» (1984 г.) и другими наградами.

***Уважаемый Владимир Владимирович, сердечно поздравляем Вас с юбилеем!
Желаем Вам крепкого, неразрушаемого здоровья, неиссякаемой энергии,
новых профессиональных успехов и осуществления всех замыслов и планов!***



Президент России

2 января 2012 года

В.В.Клюеву

Уважаемый Владимир Владимирович!

Примите мои поздравления с 75-летием и самые добрые пожелания.

Вы внесли большой вклад в развитие отечественной науки и завоевали авторитет как специалист по технической диагностике. При Вашем непосредственном участии создан целый ряд измерительных приборов, которые широко применяются в различных отраслях промышленности, а также в экологии и медицине.

Коллеги ценят Вас и как талантливого организатора, более 40 лет возглавляющего НИИ интроскопии. Во многом благодаря Вам этот институт стал крупным научно-производственным объединением, продукция которого востребована не только в России, но и за рубежом.

Здоровья Вам, благополучия и новых успехов в наступившем 2012 году.

Д. Медведев



БЕЛОРУССКАЯ АССОЦИАЦИЯ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ. Этапы становления и развития



ПОПОУДИНА Светлана Андреевна
Вице-председатель БАНК и ТД

Белорусская ассоциация неразрушающего контроля и технической диагностики (БАНК и ТД) зарегистрирована 15 сентября 1993 г. в Министерстве юстиции Республики Беларусь как республиканское общественное объединение. Это событие стоит в ряду других

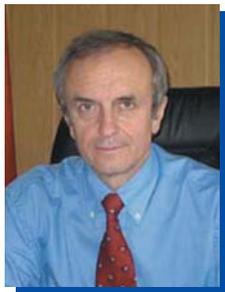
важных событий в жизни специалистов и учреждений, занимающихся проблемами контроля качества промышленной продукции и потенциально опасных объектов.

Учредителями ассоциации выступали предприятия и организации, выполняющие работы по неразрушающему контролю, среди них: ИПФ НАНБ Беларуси, РУП «Минский авиаремонтный завод», Центральная строительная лаборатория УП «Трест Белпромналадка», ОАО «Белтрубопроводстрой», Инженерный центр «Сертико», УО «Белорусско-Российский университет».

РУП «Минский авиаремонтный завод» — один из трех крупнейших авиаремонтных предприятий в Беларуси. В заводскую структуру РУП «Минский авиаремонтный завод» входит лаборатория НК, которая занимается контролем качества

особо ответственных узлов и деталей самолетов. В основном применяются для этой цели ультразвуковой, вихретоковый, магнитный, радиографический методы контроля. Все специалисты этой лаборатории имеют сертификаты компетентности по СТБ (*Государственный стандарт РБ*) ЕН 473—2005 «Квалификация и сертификация персонала в области НК. Общие требования».

ЦСЛ УП «Трест «Белпромналадка» является головной организацией по неразрушающему контролю в Министерстве строительства и архитектуры Республики Беларусь. ЦСЛ УП «Трест «Белпромналадка» ведет контроль качества объектов энергетики и строительства неразрушающими методами. В состав ЦСЛ «Трест «Белпромналадка» входит учебно-методический центр обеспечения качества контроля. Это подразделение проводит подготовку



*Председатель правления
БАНК и ТД –
д-р физ.-мат. наук
МИГУН Николай Петрович*

Белорусская ассоциация неразрушающего контроля и технической диагностики (БАНК и ТД) – научно-техническое республиканское общественное объединение ученых и инженерно-технических работников, занимающихся развитием и применением различных видов и методов неразрушающего контроля и технической диагностики для контроля качества промышленного оборудования, материалов, изделий, конструкций и сооружений. Всего в ассоциации 86 членов.



*Ассоциация размещается по адресу:
Республика Беларусь,
г. Минск,
ул. Академическая, 16*

персонала к сертификации по радиографическому, ультразвуковому, визуальному методам.



ОАО «Белтрубопроводстрой» ведет строительство магистральных трубопроводов, компрессорных станций, нефтегазопроводов. В состав организации входит служба контроля качества, которая ведет контроль сварных и изолированных работ неразрушающими методами. Методы контроля – радиографический, визуально-измерительный, ультразвуковой, капиллярный, течеискание. Технический директор ОАО «Белтрубопроводстрой» В.М. Кубрак является членом правления БАНК и ТД.

Инженерный центр «Сертико» был создан в 1990 г. Основными видами его деятельности были заявлены проведение государственных испытаний, поверка, метрологическая аттестация средств неразрушающего контроля. Начиная с

1992 г. ИЦ «Сертико» активно занимается развитием новых направлений работ в области НК:

- сертификацией персонала,
- аккредитацией лабораторий по НК и ТД.

Учреждение образования «Белорусско-Российский университет» готовит инженеров, магистров по разработке и применению современных методов и средств неразрушающего контроля и технической диагностики, волоконно-оптических приборов и систем для промышленности и медицины.

Заведующий кафедрой «Физические методы контроля» С.С. Сергеев является членом правления БАНК и ТД. В состав УО «БРУ» входит учебный центр неразрушающего контроля, который проводит обучение по неразрушающим методам для дальнейшей сертификации персонала.



Учебный процесс в УО «БРУ»

Первым президентом БАНК и ТД (1993–2005 гг.) была избрана директор ИЦ «Сертико» канд. техн. наук. З.С. Никифорова. Автор 150 печатных работ, специалист по метрологическому обеспечению средств НК, руководитель головной организации по государственным испытаниям средств НК СССР в 1976–1990 гг., в 1990–1997 гг. директор ИЦ «Сертико». З.С. Никифорова была инициатором работ по сертификации персонала НК. В 2008 г. она была награждена дипломом ICNDT Navestoft «Признание выдающегося вклада в международную сертификацию в области НК».

С.А. Попоудина была избрана первым исполнительным директором БАНК и ТД (1995–2010 гг.). В 1976–1991 гг. работала в системе Госстандарта, занималась разработками метрологического обеспечения средств виброметрии, испытательного оборудования, средств неразрушающего контроля. С.А. Попоудина автор 50 печатных работ. В должности исполнительного директора БАНК и ТД занималась развитием работ по сертификации персонала, переоснащением лабораторий НК и ТД приборами нового поколения, организацией научно-практических семинаров по проблемам НК, всей организационно-методической работой в ассоциации. Она была од-

ним из инициаторов и активным участником создания в Беларуси технического комитета ТК 10 «Техническая диагностика и неразрушающий контроль». В 2008 г. С.А. Попоудина награждена дипломом ICNDT Havercroft «Признание выдающегося вклада в международную сертификацию в области НК».

БАНК и ТД является членом Международного комитета по неразрушающему контролю — ICNDT. ICNDT был основан в 1960 г. БАНК и ТД была принята в члены ICNDT во время проведения 14-й Международной конференции по НК в декабре 1996 г. в Дели. В 1998 г. обществами по НК европейских стран-учредителей была учреждена Европейская федерация по неразрушающему контролю (EFNDT), предшественником которой был Европейский комитет по неразрушающему контролю. Одним из учредителей EFNDT была БАНК и ТД.

Основные цели ассоциации БАНК и ТД:

- повышение качества, надежности, долговечности и безопасности продукции, выпускаемой и эксплуатируемой в Республике Беларусь;
- развитие международных контактов и сотрудничества, поиск заинтересованных партнеров в других странах, установление творческих связей между партнерами;
- широкий обмен научными и техническими идеями.

Основные направления деятельности БАНК и ТД:

- содействие в вопросах разработки, изготовления, приобретения, внедрения и сервисного обслуживания современных средств неразрушающего контроля и диагностики;
- участие в работах по стандартизации, содействие в гармонизации государственных ТНПА в области НК и ТД с европейскими нормами и международными стандартами;
- оказание консультативной помощи специалистам лабораторий НК и ТД;

- научно-методическое руководство сертификацией персонала;
- организация выставок, научных конференций, симпозиумов, совещаний, лекций;
- информационная деятельность в области НК и ТД.

Деятельность ассоциации направлена на дальнейшее развитие методов и средств НК и ТД, новых направлений работ в области НК, оказание научно-методической и практической помощи специалистам, организациям, предприятиям и лабораториям, которые проводят работы в области неразрушающего контроля и технической диагностики промышленной продукции и потенциально опасных объектов. Основные направления работ в области неразрушающего контроля в Республике Беларусь развивались в соответствии с политикой государства, а также ICNDT и EFNDT.

Ассоциация проводит работы, направленные на взаимное сотрудничество предприятий и специалистов по всем направлениям в области НК, так как только совместными усилиями можно эффективно решать вопросы повышения контроля качества через дальнейшее развитие и применение как традиционных методов и средств НК, так и современных интеллектуализированных.

Руководящий орган ассоциации — правление. К настоящему времени в состав правления входят 15 ведущих специалистов в области НК. В ассоциации созданы 2 комитета:

- комитет по обучению, возглавляемый С.С. Сергеевым, зав. кафедрой ФМК БРУ, Могилев;
- процедурный комитет, возглавляемый В.Е. Залого, директором ЗАО «Допог-Сервис», Минск.

Основная задача комитета по обучению — дальнейшее совершенствование и развитие процесса подготовки персонала по НК для целей сертификации, экспертиза программ подготовки персонала по НК.

Основная задача процедурного комитета — разработка процедур и схем сертификации в различных производственных секторах.

Содействие в вопросах разработки, изготовления, внедрения, приобретения и сервисного обслуживания современных средств неразрушающего контроля и диагностики позволяет лабораториям неразрушающего контроля, предприятиям и организациям повысить качество промышленной продукции, потенциально опасных объектов, объектов стройиндустрии через применение современных приборов нового поколения, в том числе и интеллектуализированных за счет повышения достоверности об объективности контроля.

Переоснащение лабораторий неразрушающего контроля средствами неразрушающего контроля (СНК) и их разнообразие обеспечивается постоянной работой БАНК и ТД, которая инициировала внесение в Реестр средств измерения широкого спектра приборов производства России, Украины и Молдовы, что дает возможность белорусскому потребителю подбирать оптимальные приборы по области применения и финансовым возможностям.

Ведущим разработчиком методов и средств неразрушающего контроля материалов, изделий и технологических процессов в Республике Беларусь является государственное научное учреждение «Институт прикладной физики НАН Беларуси».

По состоянию на 1 января 2011 г., внесено в Государственный реестр средств измерений Республики Беларусь СНК, выпускающиеся в Беларуси, странах СНГ и дальнего зарубежья, — 62 прибора. Учтывая, что основная масса приборов неразрушающего контроля производится за пределами страны, их внесение в реестр осуществляется признанием результатов испытаний в соответствии с Правилами по межгосударственной стандартизации 06—2001 «Порядок признания результатов испытаний и утверждения типа, поверки, метрологической аттестации средств измерений». Метрологический контроль за средствами НК осуществляется в целях обеспечения Закона РБ «Об обеспечении единства измерений». Метрологичес-

кий контроль за СНК включает в себя:

- государственные приемочные испытания;
- метрологическую аттестацию;
- поверку;
- калибровку.

Все работы по метрологическому обеспечению СНК выполняет РУП «Белорусский государственный институт метрологии» Госстандарта РБ.

Начиная с 1993 г. БАНК и ТД инициировала такое направление деятельности в области неразрушающего контроля, как сертификация персонала. С этого времени в Республике Беларусь начинают разворачиваться работы по созданию единой системы подготовки и сертификации персонала НК под научно-методическим руководством БАНК и ТД в соответствии с европейским стандартом EN 473 «Квалификация и сертификация персонала в области НК. Общие принципы». В 1997 г. орган по сертификации персонала «Профсертико», который Проматомнадзор МЧС РБ уполномочил проводить сертификацию персонала в области НК, был зарегистрирован в EFNDT.

В 1997 г. БАНК и ТД подписала многосторонний договор MRA о взаимном признании систем/схем, сертификатов по сертификации персонала в области НК в рамках EFNDT.

Подписание такого договора обусловило необходимость создания системы сертификации персонала по НК. Работы в этом направлении включали в себя: создание и аккредитацию органа по сертификации персонала в Республике Беларусь, сети учебных центров по различным методам НК в целях подготовки к сертификации, введение европейского стандарта EN473–92 «Квалификация и сертификация персонала в области неразрушающего контроля. Общие требования» в качестве государственного для приведения национальных требований к уровню квалификации к единым европейским требованиям. БАНК и ТД подготовила к введению указанный стандарт (ГОСТ 30489–97).

1 августа 2005 г. введен в действие СТБ EN 473–2005 «Квалификация и сертификация персонала в области неразрушающего контроля. Общие требования», который идентичен европейской норме EN 473:2000.

С 2002 г. орган по сертификации персонала «Профсертико» вошел в структуру Белорусского государственного института повышения квалификации и переподготовки кадров по стандартизации, метрологии и управлению качеством.

Нотифицированный орган ЕС, представленный Исследовательским институтом сварки – промышленным институтом Словацкой Республики, провел в 2005 г. аудит указанного органа по сертификации. По результатам аудита нотифицированный орган Словацкого института сварки подписал с БГИПК по стандартизации, метрологии и управлению качеством соглашение о признании экзаменационного центра ОСП и его возможности проведения сертификации персонала по НК на соответствие требованиям директивы 97/23/ЕС «Безопасность оборудования, работающего под давлением».

С 1 марта 2004 г. по 1 января 2011 г. в Республике Беларусь сертифицировано 7320 специалистов по различным методам НК.



Распределение сертификатов компетентности по отраслям промышленности

В Республике Беларусь к настоящему времени имеется два аккредитованных в национальной системе оценки соответствия органа по сертификации персонала:

- ОСП БГИПК по стандартизации, метрологии и управлению качеством;

- ОСП Республиканского института высшей школы.

Аккредитация лабораторий НКиТД осуществляется на техническую компетентность на соответствие СТБ ИСО/МЭК 17025 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий». Аккредитацию лабораторий НКиТД проводит РУП «Белорусский государственный центр аккредитации», который входит в систему Госстандарта РБ.

К настоящему времени в РБ аккредитовано около 120 лабораторий НКиТД. Наиболее применяемыми при контроле качества промышленного оборудования, в том числе и потенциально опасного, являются:

- визуально-оптический;
- радиографический;
- ультразвуковой;
- магнитный;
- капиллярный;
- вихретоковый.

Всемирный комитет по неразрушающему контролю ICNDT высоко оценил вклад БАНК и ТД в международную сертификацию персонала по НК и наградил в 2008 г. премией Хаверкрофта «Признание выдающего вклада в международную сертификацию в области НК» специалистов З.С. Никифорову, С.А. Попоудину, В.В. Левкович, С.И. Зиновьеву.

Дипломы были вручены на 17-й Всемирной конференции по НК в октябре 2008 г. в Шанхае.

Информационная деятельность в области НК и ТД включает в себя организацию выставок, научных конференций, лекций, оказание консультативной помощи специалистам лабораторий НК и ТД. Во время этих мероприятий специалисты знакомятся с новыми технологиями контроля качества неразрушающими методами, получают рекомендации по использованию приборов нового поколения и современных методов, обмениваются опытом.

Информационная деятельность в области НК и ТД является предпосылкой обеспечения высокой надежности различных объектов контроля на всех этапах – от

производства до их эксплуатации. За весь период деятельности ассоциации было проведено 75 семинаров по актуальным вопросам НК и ТД с одновременной демонстрацией приборов, издано 70 информационных бюллетеней. С июля 2011 г. ассоциация издает журнал «Неразрушающий контроль и диагностика». Актуальная информация о деятельности БАНК и ТД публикуется на интернет-ресурсах: [www:bandt.basnet.by](http://www.bandt.basnet.by) и [www:bandt.by](http://www.bandt.by).

Международная деятельность БАНК и ТД осуществляется путем участия в международных конференциях с докладами, в заседаниях генеральных ассамблей ICNDT, EFNDT.



Делегация специалистов БАНК и ТД, украинского и французского обществ на стенде БАНК и ТД, г. Берлин, 2006

Было проведено четыре республиканских конкурса дефектоскопистов. Целью этих конкурсов было повышение уровня подготовки и обмен опытом специалистов в области НК.



Участники 4-го Республиканского конкурса специалистов НК

Хронология БАНК и ТД

21 апреля 1993 г.	Учредительное собрание по созданию БАНК и ТД
21 апреля 1993 г.	Учредительное собрание по созданию БАНК и ТД
Май 1993 г.	Принятие БАНК и ТД в Европейский совет по НК (ЕСNDT)
15 сентября 1993 г.	БАНК и ТД зарегистрирована в Министерстве юстиции Республики Беларусь
1994 г.	Аккредитация Инженерного центра «СЕРТИКО» как органа по сертификации персонала немецким обществом по аккредитации TGA. Регистрация Системы сертификации персонала БАНК и ТД в EFNDT
1993–1995 гг.	Разработка нормативной базы по аккредитации лабораторий НК и ТД в рамках Системы аккредитации поверочных и испытательных лабораторий Республики Беларусь. Начало работы по аккредитации лабораторий НК и ТД в связи с введением в Беларуси Системы аккредитации поверочных и испытательных лабораторий
1993–1998 гг.	Создание сети учебных центров для подготовки специалистов по НК
Октябрь 1995 г., ноябрь 1998 г.	Проведение 1-й и 2-й Международных конференций «Компьютерные методы и обратные задачи в НК и ТД» в Минске
Март 1996 г.	Постановление Коллегии Госстандарта Республики Беларусь об одобрении «Концепции развития стандартизации, метрологии и сертификации в области НК», разработанных БАНК и ТД
Апрель 1996 г.	Утверждение Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (МГС) Межгосударственной программы работ в области НК. БАНК и ТД – инициатор и разработчик этой программы
1996 г.	Аккредитация ОСП «Профсертико» в качестве органа по сертификации персонала в области НК в национальном органе по аккредитации Республики Беларусь (Госстандарте)
Декабрь 1996 г.	БАНК и ТД принята в Международный комитет по НК – ICNDT
1996–1998 гг.	Заседания в Минске Временной рабочей группы по НК при МГС. БАНК и ТД активный организатор этих заседаний
1996–2001 гг.	Участие в работе Исполнительного комитета EFNDT по сертификации персонала в области НК
1996–2010 гг.	Участие делегаций БАНК и ТД в международных, европейских и национальных конференциях по НК
Июнь 1997 г.	Подписание БАНК и ТД Многостороннего договора MRA о взаимном признании систем/схем, сертификатов по сертификации персонала в области НК в рамках EFNDT
1999 г.	Награждение БАНК и ТД почетным дипломом выставочной компанией «Белэкспо» за содействие развитию и применению в Республике Беларусь современных методов и средств НК
2004 г.	По инициативе НП РУП «БелГИИС» и БАНК и ТД в соответствии с решением Госстандарта Республики Беларусь создан технический комитет № 10 «Техническая диагностика и неразрушающий контроль»
2004–2006 гг.	Проведение 1-й и 2-й Международных научно-технических конференций «Современные методы и приборы контроля качества и диагностики состояния объектов» в Могилеве
Май 2005 г.	Прохождение аудита ОСП БГИПК по стандартизации метрологии и сертификации в Исследовательском институте сварки Словацкой Республики на право проведения сертификации персонала по НК согласно требованиям Директивы 97/23/ЕС
Май 2007 г.	Проведение 1-го Республиканского конкурса «Лучший специалист неразрушающего контроля Республики Беларусь»
2008 г.	Издание по инициативе БАНК и ТД и при активном участии РУП «БелГИСС» каталога ТНПА «Техническая диагностика и неразрушающий контроль»
Июнь 2010 г.	10-я Европейская конференция по неразрушающему контролю (10 ЕКНК)

28.02 – 01.03.2012

МОСКВА, СК ОЛИМПИЙСКИЙ

www.ndt-russia.ru

ufi
Approved
Event

11-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ
ВЫСТАВКА И КОНФЕРЕНЦИЯ

НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ
И ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА
В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

NDT®

ПРИСОЕДИНЯЙТЕСЬ К ЛИДЕРАМ ОТРАСЛИ



Организаторы:



При содействии:



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



ФОРМИРОВАНИЕ РЫНКА НК В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН КАЗАХСТАНСКАЯ АССОЦИАЦИЯ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ (КАНКТД)



СТРАГНЕФОРС
Светлана Александровна
Президент КАНКТД,
Республика Казахстан

Промышленная специализация Республики Казахстан ориентирована главным образом на добычу углеводородов и других ископаемых в основном за счет привлечения иностранных инвестиций. Доля перерабатывающей промышленности в структуре валового оборота республики до се-

годняшнего дня является незначительной. Проектные и исследовательские институты в области прикладных разработок для промышленной безопасности, а также производственные лаборатории и кафедры НК в Казахстане отсутствуют. Данная специфика экономики Казахстана определила зависимость рынка неразрушающего контроля от стран, имеющих соответствующую инфраструктуру производства и эксплуатации оборудования, таких как Россия и США – крупнейших инвесторов в Казахстане.

Законодательная и нормативная базы, регулирующие рынок неразрушающего контроля и технической диагностики, находится под воздействием общемировых тенденций и практики реализации инвестиционных проектов на стадии формирования принципа независимого технического аудита. Так, на основании принятого в

2009 г. Закона Республики Казахстан «О промышленной безопасности и опасных производственных объектах» введена ответственность собственников объектов повышенной опасности и определена роль государства как контролирующего органа за выполнением установленных закономерностей мероприятий.

В области технического регулирования в Казахстане вот уже более 5 лет активно идет процесс унификации стандартов на основе гармонизации со стандартами ISO. Казахстан является голосующим членом ISO 135 (Неразрушающий контроль), который представлен Казахстанской ассоциацией неразрушающего контроля и технической диагностики (КАНКТД). К сожалению, основная масса нормативных документов так и не была адаптирована под специфику внутреннего рынка и фактически не используется.

Обзорная информация:

- Республика Казахстан: площадь — 2,7 млн км²; численность населения — около 16,7 млн человек; государственный язык — казахский, язык межнационального общения — русский.
- Объединение юридических лиц «Казахстанская ассоциация неразрушающего контроля и технической диагностики» (КАНКТД) было создано в апреле 2010 г. по инициативе РОНКТД.
- Членами КАНКТД являются строительно-монтажные и сервисные компании, научно-исследовательские институты и учебные центры.
- Ассоциация является добровольным некоммерческим объединением, созданным для формирования и развития организованного рынка неразрушающего контроля и технической диагностики Казахстана.
- КАНКТД видит своей задачей развитие неразрушающего контроля и технической диагностики, способствующих созданию и совершенствованию инфраструктуры и систем оперативного реагирования, стабилизирующих экономику.

**Цели КАНКТД**

- Защита прав и интересов членов ассоциации в государственных органах, развитие законодательной базы.
- Создание единого информационного пространства для предприятий неразрушающего контроля и технической диагностики.
- Развитие и поддержка проектов технического перевооружения объектов и обучения персонала согласно требованиям международной практики, интегрированной в законодательство Казахстана.
- Лоббирование интересов членов ассоциации по продвижению казахстанского участия в инвестиционных проектах.
- Распространение положительного имиджа ассоциации, ее членов и отрасли в целом на региональном и глобальном уровне.

Основные направления деятельности КАНКТД

- Организация экспертизы проектов в области неразрушающего контроля и технической диагностики.

- Организация разработки нормативной базы и технологических регламентов
- Подбор оборудования
- Подбор кадров
- Подготовка специалистов НК
- Совместная организация мероприятий и презентаций для внедрения нового оборудования и технологий НК
- Представление интересов членов КАНКТД в государственных и международных организациях.

КАНКТД является членом союза «Атамекен», объединяющем профильные ассоциации и союзы Республики Казахстан и непосредственно участвующем в разработке и утверждении законодательной базы по соответствующим вопросам.

КАНКТД является партнером Казахстанской ассоциации организаций нефтяного и энергетического комплекса KAZENERGY, объединяющей крупнейшие мировые компании и их инвестиционные проекты в Казахстане.

КАНКТД является партнером Министерства нефти и газа и Министерства образования и науки Рес-

публики Казахстан, членом отраслевого совета по подготовке кадров.

КАНКТД является экспертным органом Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Казахстан в области неразрушающего контроля и технической диагностики.

КАНКТД является сертификационным органом и возглавляет аттестационный центр по СТ РК ИСО 9712.

КАНКТД организовал Технический комитет 76 «Неразрушающий контроль и техническая диагностика» при Министерстве индустрии и новых технологий Республики Казахстан.

КАНКТД является полноправным членом EFNDT и заявлена в члены ICNDT.

КАНКТД активно поддерживает партнерские отношения с РОНКТД, СННДТ, УЗОНК.

Подготовка кадров и работа с сообществом профессиональных специалистов относится к основ-



ным приоритетам деятельности КАНКТД. На сегодняшний день в республике отсутствует единая информационная база данных по количеству сертифицированных специалистов, сертификация проводится аттестованными Министерством по чрезвычайным ситуациям Республики Казахстан учебными центрами, общее количество таких центров в Казахстане на сентябрь 2011 г. составляет более 30. Деятельность этих центров осуществляется на основе утвержденных министерством Правил подготовки специалистов по неразрушающему контролю, разработанных на основании СТ РК ИСО 9712–2008.

Количество казахстанских специалистов в общем количестве работающих в Казахстане специалистов неразрушающего контро-

ля формируется за счет исторически сложившихся инфраструктурных подразделений (лабораторий) основных государственных предприятий – транспортных и энергетических. В структуре обслуживания недропользователей основной контингент специалистов неразрушающего контроля составляют привлеченные иностранные специалисты.

В этой связи основной задачей КАНКТД является формирование национального сообщества НК, объединяющего и развивающего местные компании и кадровый потенциал для увеличения казахстанского содержания в экономике страны.

Международная научно-техническая конференция «ПРОМЫШЛЕННЫЕ АНАЛИЗАТОРЫ СОСТАВА И КАЧЕСТВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СРЕД И ОПЫТ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ»

г. Дзержинск Нижегородской области
5-6 июня 2012 г.

Обсуждение современных проблем и задач в области повышения уровня промышленного контроля состава и качества технологических сред, качества выпускаемой продукции, экологии и безопасности производств.

Научные направления конференции:

I. Теоретические аспекты промышленного контроля состава и качества технологических сред:

- Общие вопросы разработки промышленных анализаторов;
- Масс-спектрометрические промышленные анализаторы;
- Хроматографические промышленные анализаторы;
- Оптические промышленные анализаторы;
- Промышленные анализаторы растворов;
- Автоматизированные системы контроля качества продукции.

II. Практические аспекты промышленного аналитического контроля:

- Системы аналитического контроля в химической, пищевой отраслях промышленности;
- Контроль природного газа, газовых конденсатов и нефтепродуктов;
- Применение промышленных анализаторов для контроля загрязнений окружающей среды;
- Опыт применения промышленных анализаторов в системах автоматического управления;
- Метрологическое обеспечение промышленных анализаторов;
- Структурные, конструктивные и схемные решения анализаторов, обеспечивающих их надёжность в непрерывном и длительном режимах эксплуатации.

Одновременно с конференцией организуется выставка промышленных анализаторов газов и растворов, влагомеров, плотномеров, вискозиметров и других аналитических приборов.

Адрес оргкомитета конференции:

606023, Нижегородская область, г. Дзержинск, б-р Мира, д. 21.

Место проведения конференции и выставки:

Нижегородская обл., г. Дзержинск, загородный отель «Чайка» (пос. Желнино)

Контактная информация:

тел./факс: 8-8313-26-05-04, 8-8313-34-47-30

E-mail: avtomat@sinn.ru

Дополнительная информация размещена на сайте ДПИ НГТУ <http://www.dpi-ngtu.ru>

4-я специализированная выставка
приборов и средств контроля, измерений, испытаний

Экспо Контроль

17–19 апреля 2012



Контроль
и измерения



3D-измерения



Испытания
и тестирование



Микроскоп



Датчики
и сенсоры



Обработка изображений
и машинное зрение



Неразрушающий
контроль



Бесконтактные
измерения

Москва, Экспоцентр

Выставка проходит в рамках Форума «Россия инновационная 2012» в соответствии с рекомендацией Правительства РФ под эгидой Торгово-промышленной палаты РФ

Тел. +7 (499) 978-76-88 | www.rual-expo.ru

Организатор



При поддержке





ОТЧЕТ О 19-й ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ И ВЫСТАВКЕ ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКЕ

СГАУ им. акад. С.П. Королева, Самара, 6-8 сентября 2011 г.

С 6 по 8 сентября 2011 г. в Самаре на базе Самарского государственного аэрокосмического университета (национального исследовательского университета) им. акад. С.П. Королева состоялась 19-я Всероссийская конференция по неразрушающему контролю и технической диагностике и выставка средств НК и ТД.

Организаторами этого важного форума были Российское общество по неразрушающему контролю и технической диагностике (РОНКТД) и Самарский государственный аэрокосмический университет (СГАУ) им. акад. С.П. Королева (Национальный исследовательский университет). Конференция проводилась при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ). Выставку приборов и средств неразрушающего контроля организовала фирма «Примэкспо».

География предприятий и организаций, направив-

ших своих представителей на этот форум, охватывает основные промышленные регионы России, Беларуси, Казахстана, Латвии, Литвы, Молдовы, Украины, а также стран дальнего зарубежья – Германии, Италии, Канады, США, Чехии и Китая.

Открывая конференцию, акад. В.В. Клюев остановился на проблемах безопасности и задачах развития средств технической, экологической и антитеррористической диагностики.

На конференции были представлены 218 научных докладов (5 пленарных, 176 секционных и 37 стендовых), рассмотренных на заседаниях 17 секций. Доклады были посвящены основным методам технической, экологической и антитеррористической диагностики – радиационному, акустическому, вихретоковому, магнитному, тепловому, вопросам метрологии и стандартизации, подготовки персонала. На отдельных секциях рассмотрены задачи НК и ТД в таких важнейших



отраслях промышленности, как аэрокосмическая, нефтехимическая и др.

На пленарном заседании были представлены следующие доклады:

- 1) Инновационная стратегия развития методов и средств НК и ТД (В.В. Ключев, В.Т. Бобров, ЗАО «НИИИИИ МНПО Спектр», Москва);
- 2) Работы СГАУ в области неразрушающего контроля и технической диагностики (А.Б. Прокофьев, Е.В. Шахматов, Самарский государственный аэрокосмический университет им. акад. С.П. Королева (Национальный исследовательский университет), Самара);
- 3) Магнитные методы оценки фазового состава, структурного и напряженно-деформированного состояний (Э.С. Горкунов, ИМАШ Уро РАН, Екатеринбург);

- 4) Проектирование автоматизированных систем диагностического мониторинга взрывоопасных производств (Ю.И. Стеблев, Д.Е. Быков, С.В. Сусарев, В.Ф. Михайлов, СамГТУ, Самара);
- 5) Комплексный многопараметровый неразрушающий контроль качества сплошности сетчатых конструкций из полимерных композиционных материалов (О.Н. Будадин, Ю.Г. Кутюрин, А.А. Филипенко, ОАО ЦНИИ Специального машиностроения, г. Хотьково, Московская обл.).

С приветствием к участникам конференции обратились: старейший участник конференции акад. Академии наук Литвы, чл.-кор. РАН К.М. Рагульскис, Литва, канд. хим. наук М.Л. Казакевич, Украина, С.Г. Сандомирский, Беларусь, Е. Ермаков, Казахстан, д-р-хабилитат техн. наук В.М. Бобренко, Молдова, д-р техн. наук В.В. Кожаринов, Латвия.



Секция «Магнитный контроль»

Руководители секции:

Э.С. Горкунов (на фото слева), Г.С. Шелихов.



30 заявленных докладов.

В докладе «Магнитный контроль дефектов сплошности в изделиях их пара- и диамагнитных электропроводящих материалов» (авторы Э.С. Горкунов, С.М. Задворкин, В.Ф. Кузеванов, Институт машиноведения УрО РАН, Екатеринбург) рассказывается об усовершенствовании способа контроля, позволяющего выявлять дефекты сплошности в электропроводящих изделиях из пара- и диамагнитных материалов, определять их количество, пространственное положение и геометрические размеры. Способ основан на том, что при пропускании электрического тока по объекту контроля в местах дефектов изменяется его плотность. Это вызывает возникновение локальных неоднородных магнитных полей, которые обнаруживаются магниточувствительными преобразователями. Способ апробирован при контроле дефектов сплошности сварных соединений листов из алюминиевых сплавов. Выявляются дефекты сплошности швов в виде рыхлот, непроваров по длине и глубине шва, сквозных и глухих отверстий, продольных трещин, ферромагнитных включений.

Доклад «Модельное исследование концентрации магнитного потока в зоне контроля при использовании П-образных и цилиндрических электромагнитов» О.Н. Василенко, В.Н. Костина, Г.В. Бида (Институт физики металлов УрО РАН, Екатеринбург) посвящен 3D-моделированию методом конечных элементов магнитного поля в локально намагничиваемых ферромагнитных объектах, даны рекомендации по выбору формы и размеров П-образных приставных наконечников, показаны способы совершенствования конструкции цилиндрических электромагнитов для целей структуроскопии.

Авторами доклада «К магнитному контролю уровня затяжки стальных шпилек и болтов корпусного оборудования на объектах энергетики» (Р.В. Загидулин, Т.Р. Загидулин, ООО НТЦ «Спектр», ГОУ ВПО УГАТУ) разработан физический метод контроля уровня затяжки стальных шпилек и болтов корпусного оборудова-

ния. Метод основан на измерении величины магнитного параметра, зависящего от уровня внутренних и внешних механических напряжений металла, в качестве которого принята напряженность поля, вызванная остаточной намагниченностью. Этот метод контроля был реализован в индикаторе механического напряжения металла ИН-01, использованном для измерения уровня затяжки стальных шпилек подогревателей высокого давления (ПВД). Были проведены цеховые испытания индикатора ИН-01 на энергоблоке № 3 Кармановской ГРЭС ОАО «Башкирэнерго» при контроле уровня затяжки стальных шпилек ПВД-6, основанных на плановый ремонт. В процессе испытаний было проконтролировано более 200 стальных шпилек ПВД, получены положительные результаты.

Доклад «К вопросу о количественной диагностике степени усталостной деградации сталей» В.Н. Бусько, В.Л. Венгриновича, А.В. Макарова, Р.А. Саврай (Институт прикладной физики НАНБ, Минск, Беларусь; Институт машиноведения УрО РАН, Екатеринбург) посвящен исследованию возможности контроля усталостной деградации, обусловленной воздействием на образец двух видов циклического нагружения (однососного от нулевого циклического растяжения и циклического изгиба) с помощью магнитошумового метода на примере сталей У10, Ст3 и ВНС-2. Экспериментальные исследования усталостной деградации и ее количественную оценку осуществляли с помощью измерения интенсивности магнитного шума (МШ), а также специальной обработки полученных данных, основанной на вычислении разницы значений МШ при ортогональных положениях преобразователя Баркгаузена (ПБ). Принцип использования разности сигналов при взаимно перпендикулярном перемагничивании основан на идее о преимущественной роли сдвиговых напряжений при развитии усталостной деградации металла. Исследования показали, что параметры микромагнитного метода, в том числе с использованием специальной обработки полученных данных, основанной на вычислении разницы значений интенсивности магнитного шума при ортогональных положениях ПБ, обладают чувствительностью к накоплению усталостного повреждения при многоциклового усталости и могут быть использованы при оценке усталостной деградации в сталях.

Автор доклада «Анализ погрешности измерения максимальной проницаемости сталей в открытой магнитной цепи и оценка ее величины по коэрцитивной силе» С.Г. Сандомирский (ОИМ НАН Беларуси, Минск, Беларусь) определил условия, при которых результаты измерения магнитной проницаемости μ_r и коэрцитивной силы H_c образцов в открытой магнитной цепи могут быть использованы для определения максимальной магнитной проницаемости μ_m их материалов.

Сопоставление результатов расчета с экспериментом свидетельствует о весьма точном описании реально существующей корреляционной связи между μ_m и H_c .

В докладе того же автора «Расчет релаксационной коэрцитивной силы ферромагнитного материала и тела» приведен расчет релаксационной коэрцитивной

силы H_r сталей и изделий из них по коэрцитивной силе H_c , намагниченности насыщения M_s , остаточной намагниченности M_r и размагничивающему фактору N . Под релаксационной коэрцитивной силой H_r в работе принята величина, равная напряженности магнитного поля, необходимого для приведения магнитного материала с остаточной намагниченностью в статически размагниченное состояние. На основании аналитического анализа и расчетов с использованием элементов петель магнитного гистерезиса материала и тела получены формулы расчета релаксационной силы материала и тела.

Еще один доклад С.Г. Сандомирского «Возможности определения остаточной намагниченности сталей по магнитным параметрам, измеренным в открытой магнитной цепи» посвящен методам определения и оценки остаточной намагниченности сталей по результатам измерения магнитных параметров изделий в открытой магнитной цепи, которые могут быть использованы для целей структуроскопии. Полученные экспериментальные зависимости $M_r(M_s)$ и $M_r(H_c)$ 32 сталей после различных режимов закалки и отпуска позволили разработать формулы для оценки остаточной намагниченности M_r сталей как среднего значения возможного диапазона ее изменения. Использование разработанных формул позволяет определять остаточную намагниченность M_r материала стальных изделий в разомкнутой магнитной цепи, когда ее измерение по стандартным методикам невозможно.

Секция «Тепловой контроль»

Руководители секции:

О.Н. Будадин, Е.В. Абрамова.



13 докладов, 5 из них в форме заочного участия (по согласованию с авторами презентации этих докладов были представлены руководителями секции канд. техн. наук Е.В. Абрамовой и д-ром техн. наук О.Н. Будадиным).

Основная направленность докладов связана с применением теплового контроля для диагностики конструкций в авиационно-космической отрасли, измерения теплофизических характеристик материалов, проведения инструментального энергоаудита зданий и промышленных объектов, комплексным технологиям термографии в сочетании с другими методами дефектоскопии.

Повышенный интерес вызвали доклады О.Н. Будадина (ЦНИИ специального машиностроения, г. Хотьково, Московская обл.) В.И. Матвеева (ЗАО «НИИН МНПО «Спектр», Москва), Л.Д. Евсеева (Производственно-строительная компания, Самара), Е.В. Абрамовой (ФГУ НУЦСК при МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва).

В докладе О.Н. Будадина представлены результаты исследований изделий из полимерных композиционных материалов сложной формы путем анализа температурных полей, возникающих при различных видах нагружения: ультразвуком, механическим, нагревающими устройствами, горячей водой и т.д. Метод ультразвуковой термографии, основанный на анализе локализации температурного поля в области расположения дефекта при введении в материал мощных ультразвуковых колебаний с соответствующей частотой, позволяет выявлять так называемые слипания — дефекты, которые другими методами неразрушающего контроля не выявляются в сложных пространственных сетчатых структурах.

При механическом нагружении контролируемых объектов в местах концентрации напряжений может происходить пластическая деформация, сопровождающаяся выделением тепла, которое распространяется в конструкции. Зафиксировав аномалии температурного поля и выделив их на фоне структурных неоднородностей и помех, можно определить местоположение проекции концентратора напряжения на поверхность контроля и определить геометрические координаты внутреннего положения и размер дефекта.

Перспективно комплексирование теплового метода с другими методами дефектоскопии. Показано, что применение комплексного контроля различными методами с многопараметровой обработкой позволит с достаточной производительностью и достоверностью выявить дефекты типа нарушений сплошности в сетчатых структурах из ПКМ.

В области моделирования температурных полей микромеханизмов пластической деформации и разрушения материалов также были интересны результаты, представленные А.К. Емалетдиновым из Уфимского авиационного технического университета.

А.В. Ковалев и В.И. Матвеев в своем докладе предложили новый метод теплового нагружения конструкций — соединение импульсного и монотонного нагрева, что дает возможность выявлять дефекты более тонкой структуры по сравнению с обычным нагревом в течение заданного времени.

Разработке и реализации технологий проведения инструментального энергоаудита были посвящены 3 доклада. Е.В. Абрамова показала, что эта функция отдана в саморегулируемые организации (СРО). Но большинство из них не имеют в своем штате специалистов высшей квалификации по тепловому контролю, которые могут разрабатывать методики диагностики, поэтому существует некоторый технологический вакуум в области энергетических обследований объектов, а недостаточно квалифицированный персонал зачастую неправильно интерпретирует измерительные данные по контролируемым объектам. Соли-

дарность в этом вопросе проявил Л.Д. Евсеев, показавший на примерах серьезные трудности в реализации Федерального закона РФ от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности...». Необходим новый подход к решению задач проведения энергоаудита как к технологической части, так и к обучению и оценке квалификации специалистов.

Следует отметить направление развития теплового контроля, представленное специалистами Е.В. Пудовкиной и О.Н. Поповой из Тамбовского государственного технического университета, связанное с применением теплового контроля для оценки теплофизических свойств твердых материалов

После заслушивания докладов состоялась оживленная дискуссия по проблемам, затронутым в работе секции.

Секция «Вихретоковый контроль»

Руководители секции:

Ю.К. Федосенко, П.Н. Шкатов,
В.Е. Шатерников (на фото).



15 докладов (опубликовано 15 тезисов).

В тематике докладов можно выделить следующие направления:

- расчет электромагнитных полей в неоднородных проводящих средах (объект с дефектами различной формы и пространственной ориентации) в целях формирования сигналов от дефектов;
- разработка методик решения обратных задач на основе полученной численными и экспериментальными методами базы данных электронных образов различных дефектов конкретных производственных объектов;
- разработка принципов формирования локальных источников переменного электромагнитного поля и создание на их основе вихретоковых преобразователей (ВТП) комбинированных и многоэлементных конструкций;
- разработка новых в подавляющем большинстве цифровых методов обработки сигналов ВТП с применением программно управляемых микропроцессоров и специальных контроллеров;
- разработка ВТП и приборов для контроля толщины металлических немагнитных покрытий на металлической немагнитной основе;
- разработка методик производственного контроля объектов ответственного назначения: трубопроводов атомных и тепловых электростанций, оборудования аэрокосмической отрасли; металлопродукции черной и цветной металлургии; трубопроводного и железнодорожного транспорта; контроля дисперсных сред.

В работах первого направления прежде всего следует выделить численные методы на основе метода конечных элементов. Эти методы позволяют оперативно проводить анализ системы: вихретоковый преобразователь — проводящий объект с дефектом с учетом как геометрических и физических (проводимость, магнитная проницаемость) параметров объекта, так и размеров и пространственного расположения дефектов. Методы позволяют решать двумерные и трехмерные задачи (2D- и 3D-решения). Методика заключается в численном моделировании системы: изменяют последовательно основные исходные параметры, например размер преобразователя, величину воздушного зазора, частоту и величину тока возбуждения, размеры и расположение дефекта с анализом амплитудно-фазовых соотношений выходных сигналов (доклад А.С. Крюкова, В.П. Лунина, А.Г. Жданова, МЭИ, «Оценка возможности применения нового способа получения сигналов при вихретоковом контроле теплообменных труб»).

В докладах второго направления разрабатываются методики формирования базы электронных образов различных дефектов конкретных производственных объектов. Для расчета амплитудно-фазового соотношения сигналов ВТП (электронный образ дефекта) используется метод конечных элементов. Расчеты проводятся для большого набора искусственных дефектов различной формы и пространственной ориентации, и на основе таких расчетов формируется банк данных образов дефектов (прямая задача), используемый в дальнейшем для определения размеров и формы дефекта (обратная задача). При проведении контроля объекта измеряют амплитудно-фазовые соотношения сигналов ВТП и по этим сигналам находят в базе данных близкие значения образа дефекта с указанием его размеров и формы. Для обработки базы данных применяют специальные методы, например метод нейтронных сетей (доклад П.А. Баранова, В.П. Лунина, МЭИ, «Анализ признаков вихретоковых сигналов при оценке геометрических параметров дефектов труб парогенератора»).

В работах третьего направления излагаются методы формирования переменных электромагнитных полей с локальными участками переменного электромагнитного поля. Такие источники позволяют охватывать широкую зону контроля без особой потери его локальности. Для контроля протяженных металлических объектов цилиндрической формы представлен проходной ВТП с угловой асимметрией электромагнитного поля, которая достигается за счет медного экрана с четырьмя вырезами, разнесенными по длине преобразователя (доклад Ю.К. Федосенко, ЗАО «НИИИИ МНПО «Спектр», Москва, «Методы повышения эффективности и достоверности автоматизированного вихретокового дефектоскопического контроля массовой металлопродукции»). В работах этого направления представлены такие комбинированные и многоэлементные ВТП, в которых обмотки возбуждения выполнены в виде проходных катушек, а измерительные — катушек накладных.

Программно-управляемые микропроцессорные системы (третье направление) включают такие разде-

лы, как: прием и измерение амплитудно-фазовых соотношений сигналов ВТП, выбор частоты и величины тока возбуждающей обмотки, установка коэффициента усиления и сравнение измерительных сигналов с заданными значениями порогов срабатывания, поиск неисправных узлов прибора и другие функции.

В толщиномерах покрытий используют либо магнитный метод (покрытия на ферромагнитной основе), либо вихретоковый с применением амплитудно-фазовой обработки сигналов ВТП (доклад В.А. Сясько, А.Е. Ивакина, ЗАО «Константа», Москва, «Разработка вихретоковых амплитудно-фазовых преобразователей для измерения толщины электропроводящих неферромагнитных покрытий изделий из цветных металлов» – четвертое направление).

В работах пятого направления описаны способы отстройки от основных мешающих факторов (структурных неоднородностей, изменения зазора и наклона ВТП и др.) при дефектоскопии объектов ответственного назначения, представлены схемы построения дефектоскопов, статистические данные результатов контроля (достоверность при различной чувствительности, скорости контроля, шероховатости поверхности изделия (доклад А.Е. Шубочкина, А.Г. Ефимова «Опыт эксплуатации вихретокового дефектоскопа ВД-90Н для неразрушающего контроля во время капитального ремонта магистральных газопроводов»).

Секция «Ультразвуковой контроль»

Руководители секции:

В.Т. Бобров, В.Г. Шевалдыкин (на фото).



18 секционных и 11 стендовых докладов, 6 из них посвящены технике ультразвуковых антенных решеток, теоретическим и практическим аспектам их применения для дефектоскопии изделий из металлов и композитов.

Доклады А.А. Самокрутова и В.Г. Шевалдыкина «Ультразвуковая томография с цифровой фокусировкой. Возможности и применение» (докладчик В.Г. Шевалдыкин) и В.Г. Бадаляна, Е.Г. Базулина, А.Х. Вopilкина и Д.С. Тихонова «Автоматизированная система ультразвукового контроля сварных соединений с применением антенных решеток и C-SAFТ обработки» (докладчик Е.Г. Базулин) посвящены теории и применению ультразвуковой томографической аппаратуры, основанной на использовании антенных решеток в режиме синтезированной фокусируемой апертуры с

реконструкцией изображений вычислительным путем. Аппаратура, построенная на таком принципе, имеет значительные преимущества перед приборами с фазированными антенными решетками, которые уже достаточно широко распространены за рубежом и в России.

В ряде докладов были изложены результаты применения томографических приборов с антенными решетками, используемыми как в режиме фазирования, так и в режиме цифрового синтеза апертуры, фокусируемой в каждую точку визуализируемой области.

Весьма интересный анализ достоинств приборов с томографическим отображением результатов контроля приведен в стендовом докладе Н.Н. Коновалова и Н.В. Мелешко «Визуализация дефектов сварных соединений при ультразвуковом контроле фазированными антенными решетками. Оценка достоверности». В нем показано, в частности, что используемый в настоящее время амплитудный критерий оценки дефектности изделия часто не позволяет принять правильного решения о его годности. Дополнительную информацию дает анализ формы, ориентации и размеров образов несплошностей на экране прибора. В докладе отмечено также, что наибольшую опасность представляют плоскостные дефекты в виде трещин и неспаров, которые успешно выявляются ультразвуковыми томографами.

Интересные результаты ультразвукового контроля изделий из полимерных композиционных материалов приведены в докладе А.С. Бойчука «Неразрушающий контроль деталей и конструкций авиационной техники из полимерных композиционных материалов при использовании ультразвуковых фазированных решеток». При контроле использовали приборы A1550 IntroVisor, фирмы «Акустические Контрольные Системы» и OmniScan компании Olympus NDT. В докладе проиллюстрированы возможности этих приборов при выявлении расслоений и непрочных различий ориентации в углепластиковых панелях. При высокой чувствительности эти приборы позволяют намного повысить производительность контроля конструкций по сравнению с традиционными методами ультразвуковой дефектоскопии.

В докладе С.Я. Молоканова «Неразрушающий контроль металлопродукции в ОАО «ЧМК» также отмечено, что наряду с применением традиционных приборов ручной ультразвуковой контрольной аппаратуры используют приборы с фазированными антенными решетками EPOCH 1000i фирмы Olympus. Это еще раз показывает, что новая техника томографического контроля все больше внедряется в промышленный неразрушающий контроль при массовом производстве металлоизделий.

В ходе дискуссии высказывались предложения о необходимости уточнения терминологии в области ультразвуковой промышленной томографии, поскольку многие понятия не имеют однозначных формулировок. Так, термин «антенные решетки» почти все произвольно снабжают прилагательным «фазированные», полагая, что все приборы работают «на фазированных антенных решетках». Тем не менее решетки можно использовать и в других режимах, получая новые возможности и свойства аппаратуры. Область промышленной ультразвуковой томографии быстро

развивается, а разработка четкой, однозначно всеми понимаемой терминологии значительно отстает. Выработать ее – значит, положить начало настоящему научному анализу всех составляющих этого направления знаний.

Вторая группа докладов была посвящена исследованию диаграмм направленности акустических преобразователей – доклады В.Т. Боброва, А.А. Самокрутова, С.В. Боброва «Формирование диаграммы направленности малоапертурных ЭМАП» и др.

Проблемам ультразвукового контроля технологических трубопроводов и эталонирования при контроле основного металла объектов трубопроводного транспорта были посвящены доклады ученых СамГТУ – В.А. Пилуя и др.

Интересный доклад, посвященный определению остаточных напряжений в цельнокатаных колесах, бандажах и рельсах, представили В.В. Муравьев, О.В. Муравьева, Е.Н. Балобанов, Л.В. Волкова (Ижевский государственный технический университет).

С незапланированными докладами выступили сотрудники ОАО «НИИХИММАШ» В.А. Бобров, В.В. Волокитин, С.А. Параев, А.В. Пепеляев, А.В. Семеренко, доклад «Экспериментальное исследование сварных швов нержавеющей сталей ультразвуковым дефектоскопом ИУИ «Сканер» и томографом с фазированными решетками OmniScan» и С.А. Параев, В.А. Бобров, доклад «Особенности неразрушающего контроля толщины плакирующего слоя двухслойных сталей ферритного и аустенитно-мартенситного класса».

Секция «Радиационный контроль»

Руководители секции:

Б.В. Артемьев, В.А. Горшков (на фото).



8 докладов, вошедших в сборник тезисов, 5 секционных и 3 стендовых, 2 дополнительных доклада.

Доклады посвящены радиационной технике, теоретическим и практическим аспектам ее применения. Доклады В.А. Горшкова и В.М. Юмашева «Аппаратурные методы обнаружения и идентификации радиоактивных, делящихся и особо опасных веществ» (докладчик В.А. Горшков) и С.А. Мартынова «Сцинтилляционный сигнализатор опасного уровня рентгеновского излучения СУР-02и» посвящены аппаратуре, обеспечивающей радиационную безопасность

персонала, работающего с радиоактивными веществами и источниками ионизирующего излучения.

В докладе Н.Н. Потрахова и других «Экспрессный контроль ориентации кубических монокристаллов» рассмотрены вопросы контроля кристаллографической ориентации монокристаллов жаропрочных сплавов на основе никеля при производстве монокристалльных турбинных лопаток методом направленной кристаллизации.

В обзорном докладе Е.И. Косариной, А.В. Степанова и В.Е. Усачева «Рентгеноскопические установки для решения некоторых задач промышленной дефектоскопии» приведены конкретные примеры использования рентгеноскопических установок «Норка» и «Леда» для решения задач контроля сварных соединений в промышленности и при реконструкции памятников культуры.

Интересные результаты по созданию цифровых промышленных радиографических систем в рамках проекта МАГАТЭ представила А.К. Азизова «Оптимизация средств и методов цифровой промышленной радиографии» (Узбекистан, г. Навои).

В докладе М.М. Гнедина и Д.И. Галкина «Обеспечение требований ПБ 03-585 03 при радиографическом контроле технологических трубопроводов» затронут вопрос балльной оценки сварных соединений технологических трубопроводов и вопросы обеспечения необходимой чувствительности контроля. Продолжением темы был доклад С.А. Мартынова, Д.В. Самойлова «Проблемы и опыт архивирования радиографических снимков сварных швов».



В докладе Б.В. Артемьева, А.А. Букля и А.Н. Созонтова «Обеспечение единства измерений и опыт эксплуатации рентгеновских толщиномеров» не только описаны методы и конкретные технические решения, позволяющие достигнуть необходимой точности и скорости измерения продольной и поперечной разнотолщинности проката из цветных металлов, но и приведены статистические данные десятилетнего опыта эксплуатации рентгеновских толщиномеров серии РИТ10 на Кировском заводе по обработке цветных металлов. Дан сравнительный анализ рентгеновских толщиномеров различных российских и зарубежных производителей с учетом опыта эксплуатации в условиях единого технологического цикла завода. Внеплановые доклады В.А. Горшкова «Выявление неоднородностей типа «кальцинат» в биологических

тканях методом дульных энергий» и М.А. Гревцева «Применение цифровых систем детектирования в промышленности» были с интересом заслушаны участниками.

Обобщая информацию в данной области НК, полученную не только из докладов, но и в неформальной дискуссии, возникшей после работы секции, необходимо отметить, что сохраняются тенденции развития метода: применение цифрового управления источниками и приемниками излучения, усложнение алгоритмов обработки данных, уменьшение фокусных пятен источников до микронных размеров, использование энергетического сканирования при контроле двух и более объектов.

Секция «Подготовка персонала, метрология, стандартизация»

Руководители секции:

В.А. Барвинок (на фото справа), В.В. Муравьев, Н.П. Муравская, Н.Н. Волкова.



11 заявленных докладов, заслушано и обсуждено 5 докладов, 4 стендовых доклада.

Доклады М.М. Гнедина и Д.И. Галкина «Система европейских стандартов по визуальному и радиографическому контролю» и О.Г. Гуляевой «Комплексная система оценки соответствия в области промышленной безопасности» посвящены вопросам стандартов по контролю, системам оценки соответствия и их применению в области промышленной безопасности.

Вопросы метрологического обеспечения теплового метода контроля рассмотрены в докладе А.В. Ковалева и В.И. Матвеева «К вопросу о метрологии средств ТНК».

В докладе А.А. Решетова «Презентация учебного пособия «Неразрушающий контроль и техническая диагностика энергетических объектов» изложены методы и аппаратура неразрушающего контроля и технической диагностики энергетических объектов в форме лекций и практических занятий для студентов, обучающихся техническим специальностям, не связанным с контролем качества и диагностики.

Доклад В.В. Муравьева «Подготовка специалистов и сертификация по неразрушающему контролю в Ижевском государственном техническом университете посвящен подготовке специалистов по направлению 200100 «Приборостроение» по профилю «Приборы и методы контроля качества и диагностики»,

а также сертификации персонала по неразрушающему контролю в системе Росстандарта.

Подготовке специалистов в области контроля напряженно-деформированного состояния был посвящен доклад А.А. Дубова (ООО «Энергодиагностика») и Н.Н. Коновалова (ОАО «НТЦ Промышленная безопасность»).

В работе секции приняли участие более 25 специалистов.

Секция «НК в аэрокосмической отрасли»

Руководители секции:

В.М. Гречишников, И.А. Кудрявцев, В.Т. Бобров.

Всего на секции из 11 докладов было представлено 10 устных докладов и 1 стендовый доклад – авторы Р. Кажис, Л. Мажейка и др. (Литва).

Доклад И.А. Кудрявцева, Е.И. Поминова, Д.В. Корнилина (ГОУВПО СГАУ им. акад. С.П. Королева) был посвящен диагностике жидкостных систем по параметрам частиц износа. Задачи неразрушающего контроля ПКМ с использованием реверберационно-сквозного метода и диагностики полимерных композитов в деталях и конструкциях авиационной техники рассмотрены в докладах А.С. Генералова, В.В. Мурашова, М.А. Далина и В.В. Мурашова, К.С. Мишурова, К.В. Сорокина (ФГУП «ВИАМ»).

Секция «Визуальный, измерительный и оптический контроль»

Руководители секции:

В.И. Матвеев, В.В. Мишакин, Н.С. Данилин.

4 доклада.

По программе данной секции предстояло заслушать 4 доклада. Необходимо отметить доклад П.С. Сумкина (НУЦ «КАСКАД» при МГУПИ, Москва) «Сравнительный анализ средств визуального и измерительного контроля в РФ и средств оптического контроля США», в котором рассмотрены российские и американские стандарты и нормативные документы, регламентирующие проведение соответствующего оптического контроля продукции, в том числе сварных соединений. Докладчик отметил, например, ряд различий в формулировках браковочных признаков при диагностике угловых сварных соединений, что определяет специфику конструкций мерного инструмента. Кроме того, типовые наборы для специалистов оптического контроля в США отличаются по составу, так, в их наборах обязательно присутствуют температурные маркеры.

В других докладах речь шла об оценке поврежденности металлических сплавов на ранних стадиях усталостного разрушения (доклад В.В. Мишакина, А.В. Гончара, Ю.Б. Гусева, Нижегородский филиал института машиноведения РАН, ОАО «ГАЗ», Нижний Новгород, Россия), а также о применении оптоэлектронных преобразователей угловых перемещений для бесконтактного определения профиля поверхности изделий машиностроения (доклад О.В. Теряевой, А.И. Данилина, А.Ж. Чернявского, СГАУ им. акад. С.П. Королева, Самара).

Секция «Автоматизация НК»

Руководители секции:

С.А. Матюнин, Ю.К. Федосенко.



10 докладов.

В докладах описана структура автоматизированных систем управления конкретными технологическими процессами для получения различных материалов и веществ, например поливинилформальдегидов, стиролакриловой дисперсии, ректификации этаноламинов, систем повышения эффективности противопожарной защиты газоперекачивающих агрегатов, повышения достоверности активного теплового контроля композитных материалов, диагностирования неисправностей оборудования, автоматической обработки результатов НК рельсового пути.

При построении автоматизированных систем для анализа измеренных сигналов часто используется метод нейронных сетей. Так, при проведении активного теплового контроля композитных материалов нейронные сети являются эффективным инструментом для распознавания различий между идентифицируемыми классами дефектов – на основе банка данных электронных образов дефектов, который формируется с использованием либо расчетных, либо экспериментальных данных (доклад Д.А. Нестерука, ГОУ ВПО НИТПУ, Томск «Использование нейронных сетей в активном тепловом контроле композиционных материалов»). При построении автоматизированных систем часто используются отказоустойчивые промышленные компьютеры и специализированные управляющие и диагностические программы, например Simatic Rack, контроллер SIEMENS, аппаратно-программный комплекс «АСТРА» и др. (доклады П.А. Липин, Дзержинский политехнический институт, «Применение средств Proagent для диагностирования неисправностей оборудования систем управления на основе программно-технического комплекса SIMATIC»; В.Ф. Тарабин, А.В. Зверев, ЗАО «Фирма «ТВЕМА», Москва, «Аппаратно-программный комплекс «Астра» для автоматической обработки результатов неразрушающего контроля рельсового пути»).

В целом уровень докладов секции № 9 соответствовал требованиям всероссийской конференции по НК и ТД.

Секция «Нанодиагностика»

Руководители секции:

В.И. Матвеев, А.В. Демин.



В докладе «Наносенсоры в приборах НК» (В.В. Клюев, В.И. Матвеев, ЗАО «НИИИИ МНПО «Спектр», Москва) отмечены определенные успехи в разработке и практическом применении технических средств для размерного и структурного контроля продукции на нанометровом уровне: микроволновых толщиномеров, лазерных интерферометров, эллипсометров и дифрактометров, нанотвердомеров, измерителей шероховатости поверхностей, кондуктометров и т.п. Кроме того, на основе нанотехнологий удалось разработать приемные элементы и матричные преобразователи из них для современных приборов НК нового поколения при реализации практически всех известных методов технической диагностики с большими чувствительностью и разрешающей способностью.

В докладе «Новый подход к дефектоскопии и неразрушающему контролю промышленных конструкций» (С.В. Пушко, К.С. Балиж, ЗАО «НТИ», Зеленоград) рассматривается НК промышленного оборудования с использованием методов сканирующей зондовой микроскопии. Специализированный сканирующий атомно-силовой микроскоп «СОЛВЕР Пайп» был впервые применен для определения структурных и механических характеристик материалов с нанометровым разрешением в производственных условиях, причем не только в России, но и в Италии, Франции, Польше. Данный прибор позволяет регистрировать изменения в структуре материала в тот момент, когда характерные размеры этих изменений не превышают десятков нанометров, т.е. когда дефекты только начинают зарождаться. Одной из главных задач подобных исследований является оценка остаточного эксплуатационного ресурса изделия.

Доклад «Измерительный комплекс для диагностики оптических постоянных наноструктурированных сред и метаматериалов» (А.В. Демин и др., ФГУП ВНИИОФИ, Москва) посвящен вопросам диагностики и метрологического обеспечения в области микро- и нанооптических элементов, включая дифракционную и преломляющую оптику, оптические волноводы, фотонные кристаллы, устройства на плазмонах,

тепловизионные устройства и т.д. Диагностирование осуществляется измерительным комплексом на основе оптического излучения для исследования структуры и формы 3D-объектов аттестованными методами и с использованием государственных стандартных образцов.

Секция «Акустическая эмиссия»

Руководители секции:

В.И. Иванов (на фото), О.В. Муравьева, В.В. Кожаринов.



8 докладов.

Большой интерес вызвали доклады «Применение акустической эмиссии для исследования коррозионных процессов» (Н.А. Кондратенко, В.А. Барат, МЭИ, Москва) и «К вопросу о повышении информативности акустико-эмиссионного и электроразрядно-частотного методов при использовании искусственных нейронных сетей» (Вал.В. Кожаринова, Вл.В. Кожаринова, Латвия). Полезной практикой применения метода АЭ в промышленности был посвящен доклад «Акустикоэмиссионный контроль боковых рам и над-рессорных балок тележек грузовых вагонов» (В.В. Муравьев и О.В. Муравьева, Ижевский государственный технический университет). Доклад «АЭ-диагностика и оценка риска аварии» (В.Н. Панчиков, И.Э. Власов, ОАО «Оргэнергонефть», В.И. Иванов, НТЦ ПБ) посвящен актуальному вопросу возможности применения метода АЭ для оценки промышленной безопасности оборудования ОПО путем использования рискоориентированных подходов. Дополнительно к программе были представлены доклады «Актуальные проблемы метода АЭ» (В.И. Иванов, НТЦ ПБ) и «Обработка сигналов АЭ с использованием вейвлетпреобразования и применение методов нейронных сетей» (С.А. Параев, НИИ химмаш). Остальные доклады были продемонстрированы как стендовые.

Секция «Комплексные методы НК»

Руководители секции: О.А. Журавлев, В.И. Иванов.

17 докладов.

Представленные доклады: «Комплексный неразрушающий контроль элементов силовых установок судов нефтештормов» (А.Н. Иванов, Ю.И. Стеблев,

С.В. Пантеровский, СамГТУ, Самара), «Использование оптического и акустического методов контроля для оценки поврежденности конструкционных сталей» (В.В. Мишакин, Н.В. Данилов, В.А. Клюшников, Нижегородский филиал Института машиноведения им. А.А. Благодатова РАН, Н. Новгород), «Применение комбинированного метода исследования локализованной деформации при нагружении образцов из углерод-углеродного композиционного материала с различными концентраторами напряжений» (С.В. Панин, М.В. Бурков, А.В. Бяков, П.С. Любутин, Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск), «Новый портативный инструмент НК Uniscop» (С.В. Елизаров, А.Л. Алякритский, В.Г. Кольцов, В.А. Барат и М.Ю. Ростовцев, ООО «ИНТЕРЮНИС», Москва).

В докладе В.Ф. Тарабрина, ЗАО «Фирма ТВЕМА», «Комплексирование методов и систем диагностики железнодорожной инфраструктуры» отмечается важность решения задач диагностики объектов железнодорожной инфраструктуры, которые обеспечивают безопасность движения поездов на железных дорогах России. Целью диагностики является своевременное выявление расстройств, угрожающих безопасности движения, нарушающих установленный ход перевозочного процесса или требующих неотложных или плановых профилактических работ. Существующая система диагностики не отвечает современным требованиям, так как она не имеет единой базы данных и не позволяет оценить как текущее состояние инфраструктуры, так и его изменение во времени в целях прогнозирования состояния и эффективного планирования работ по содержанию, реконструкции и ремонту путевого хозяйства с минимальными затратами.

В докладе представлена концепция комплексирования методов и систем неразрушающего контроля и технической диагностики железнодорожной инфраструктуры, рассматриваются принципы проектирования, производства и эксплуатации отвечающих современным требованиям диагностических комплексов.

В качестве примера реализации концепции комплексирования методов и систем диагностирования железнодорожной инфраструктуры приводится диагностический комплекс «ИНТЕГРАЛ», который заменяет 7 диагностических лабораторий, таких как вагон-дефектоскоп, вагон-путеизмеритель, скоростная путеобследовательская станция, тоннелеобследовательская станция, вагон контроля параметров контактной сети, вагон контроля параметров средств железнодорожной автоматики и телемеханики, вагон контроля параметров радиосвязи. Комплекс оборудован автоматизированной системой георадиолокации земляного полотна и системой визуального обнаружения дефектов, не имеющих аналогов на железных дорогах России и стран СНГ. Все полученные данные синхронизируются по единым географической и путевой координатам. Интегрированная в единый комплекс диагностика позволяет не только повысить качество проверок, но и экономить необходимые для их проведения ресурсы.

Секция «Вибродиагностика»

Руководители секции:

А.А. Решетов (на фото), А.В. Егоров.



8 докладов.

В работе секции приняли участие д-р техн. наук, проф. ГОУ ВПО «Московский государственный университет приборостроения и информатики», Заслуженный деятель науки РФ В.Е. Шатерников (Москва) и д-р техн. наук., проф., акад. Академии наук Литвы, чл.-кор. РАН Kazimieras Ragulskis (Каунас, Литва). А.А. Симчук (ООО «ГлобалТест», г. Саров, Нижегородская обл.) представил доклад «Расчетное моделирование конструкции пьезоэлектрических датчиков динамического давления». Целью работы является оптимизация методом конечных элементов конструкции пьезоэлектрических преобразователей динамического давления.

Доклад «Теоретические основы методов и средств повышения эффективности вибродиагностического контроля энергомеханического оборудования» (А.А. Решетов, ГОУ ВПО «Московский государственный университет приборостроения и информатики», Москва) раскрывает теоретические основы расчетно-экспериментальных методов и средств повышения эффективности вибродиагностического контроля энергомеханического оборудования (в том числе газотранспортных систем). Рассмотрены решения задачи о собственных частотах и формах его колебаний по расчету уровней энергетических соотношений (функций чувствительности) элементов оборудования, которые обобщены в виде расчетных моделей.

А.В. Егоров (ГОУ ВПО «Марийский ГТУ», Йошкар-Ола) представил 6 докладов по направлению диагностического контроля энергетической эффективности ряда объектов (колесных и гусеничных транспортных средств, ременных, цепных и зубчатых передач), механических характеристик трехфазных электрических двигателей с помощью расчетно-экспериментальных методов, а также по теме «Определение момента инерции вращающихся частей однофазных электрических двигателей».

По результатам работы секции рекомендовано опубликовать доклады А.А. Симчука, А.А. Решетова и А.В. Егорова в журнале «Контроль. Диагностика» после соответствующего оформления материалов и

сделано заключение о необходимости повышения эффективности вибродиагностического контроля энергомеханического оборудования путем разработки и внедрения расчетно-экспериментальных методов и средств.

Секция «Общие вопросы НК, остаточный ресурс»

Руководители секции:

А.Б. Прокофьев, И.А. Кудрявцев (на фото), В.И. Матвеев, Н.С. Данилин.



13 заявленных докладов, заслушано 11 докладов.

Наибольший интерес вызвал доклад Д.А. Каковкина и других (ОАО «Оргэнергонефть», Самара) «Инспекция с учетом факторов риска», посвященный анализу системы управления на основе оценок риска эксплуатации опасных производственных объ-

ектов. В условиях значительной изношенности производственных фондов и нехватки финансовых ресурсов для их обновления такая система управления представляется безальтернативной. Базовым элементом системы является Методика инспекции оборудования с учетом факторов риска, которая обеспечивает своевременное получение достоверной информации о состоянии оборудования для принятия управленческих решений с минимальными затратами. В докладе приведены примеры успешного применения данной методики.

В докладе В.И. Иванова и других (ОАО «Оргэнерго-нефть», Самара) «На пути от дефектоскопии к дефектометрии» рассмотрены актуальные проблемы НК при переходе от качественных оценок к количественным показателям, которые можно получить только в процессе измерения. Современный этап развития требует использования новых параметров, технических средств и подходов, включая применение таких показателей, как вероятность обнаружения дефекта, операционные характеристики приемника, калибровочные характеристики и др. Все эти характеристики необходимы для определения степени опасности дефекта и более надежного прогнозирования остаточного ресурса конструкции.

В докладе Е.В. Кулешова и Ю.А. Афанасьева (ОАО СУЭК, Центр технической диагностики, Красноярск) «Концепции диагностического подхода к проблеме эксплуатации горно-транспортного оборудования» представлен глубокий анализ целесообразности применения комплексного подхода к проведению НК, обеспечивающего оценку фактического состояния путем мониторинга технических средств с помощью технического диагностирования.

В 7 докладах ученых и аспирантов Самарского аэрокосмического университета обсуждены результа-

ты электрофизической диагностики микросхем различных серий, полупроводниковых и фотодиодов для космической аппаратуры, что связано с необходимостью повышения ее надежности.

Секция «Антитеррористическая диагностика»

Руководители секции:

А.В. Ковалев, Е.Ю. Усачев.

9 докладов.

Во вступительном слове А.В. Ковалев (НПЦ «СПЕКТР-АТ», Москва) остановился на задачах мониторинга и защиты на железнодорожном транспорте, отметил, что Президент РФ 7 июля 2011 г. подписал указ, которым утвердил список приоритетных направлений развития науки, технологии и техники, причем в нем на первое место поставлена задача обеспечения безопасности и противодействия терроризму. Отмечена эффективность использования современной тепловизионной и комбинированной тепловизионно-телевизионной аппаратуры наблюдения, в частности комплекса в составе АКП-35, АКП-50 и ТСН-50-К, предназначенного для установки непосредственно на локомотиве в целях наблюдения за поверхностью насыпи и железнодорожным полотном на расстоянии до 1000 м. Такая аппаратура выявляет нарушение сплошности насыпи, следы подхода к полотну, обнаруживает людей и посторонние предметы на полотне.

Об аппаратуре для досмотра легкового и грузового транспорта, а также о применении малогабаритных бетатронов в антитеррористической диагностике сообщалось в двух выступлениях специалистов Лаборатории ТСНК МИРЭА (Москва) и Института неразрушающего контроля ТПУ (Томск).

Интересный доклад «Голографический подповерхностный радиолокатор для НК конструкционных материалов и структур» был представлен С.И. Ивашовым, руководителем Лаборатории дистанционного зондирования при МГТУ им. Н.Э. Баумана. В нем рассмотрены основные преимущества голографических радиолокаторов, с помощью которых успешно осуществляется поиск противопехотных и противотанковых мин, средств технической разведки в помещениях, обследование строительных конструкций, а также диагностика композитных материалов. Разработанная серия радиолокаторов типа «РАСКАН» применяется не только в России, но и в зарубежных странах. Наибольшее распространение получила модель «РАСКАН-4/4000», позволяющая получать не только качественное изображение, но и видеть объект за объектом.

Современные средства НК и ТД все чаще оперируют с большим объемом информации, осуществляя визуализацию структуры и быстро протекающих динамических процессов, что требует соответствующего программного обеспечения, а в ряде важных случаев оно становится определяющим, делая средства технической диагностики интеллектуальными. На эту актуальную тему доклад «Разработка алгоритмов для анализа динамических изображений» сделал

С.В. Пугачев (Manpower, Москва).

Еще два доклада об оптимизации алгоритма работы селективных металлоискателей представили специалисты Московского энергетического института.

Секция «Экологическая диагностика»

Руководители секции:

Д.Е. Быков, В.В. Кожаринов (на фото).



7 заявленных докладов, 5 секционных, 2 стендовых.

Тематика работы секции была посвящена вопросам развития методологии, технологии и оборудованию, применяемому при решении экологических проблем неразрушающего контроля и технической диагностики.

Наибольший интерес участников привлек доклад Е.Л. Ермакова, О.В. Тивановой, Н.М. Акылбека (Институт ядерной физики НЯЦ РК, Алматы, Казахстан) «Повышение безопасности эксплуатации надземной части трубопроводов газоконденсатного хранилища объекта «Лира». В докладе приведены результаты семилетнего мониторинга эксплуатации трубопроводов и арматуры надземной части обвязки газоконденсатного хранилища объекта «Лира» (Казахстан) и дана оценка рисков.

При эксплуатации месторождений с высоким содержанием сероводорода влияние на несущую способность трубопроводов оказывает коррозионное поражение, вызванное процессами общей и локальной коррозии, а также сульфидного коррозионного растрескивания, что приводит к уменьшению толщины стенки трубы и возникновению концентраторов напряжений, деградации свойств, снижается сопротивление зарождению и распространению трещин. По результатам диагностирования были обнаружены участки с коррозионным поражением более 30% по толщине со структурными нарушениями (сульфидного коррозионного растрескивания), что было подтверждено металлографическими исследованиями. На основании анализа комплекса данных мониторинга в целях снижения риска эксплуатации внесены изменения в программу ежегодного контроля состояния металла трубопроводов, оптимизирована процедура НК, пересмотрены нормы браковочных толщин, проведена оценка остаточного ресурса отдельных элементов надземной части обвязки трубопроводов объекта «Лира». Данная работа может служить учебным пособием при проведении мониторинга опасного оборудования.

В докладе М.Г. Рубцова «О возможности использования гидрогеохимического каротажа для диагностики технического состояния скважин» рассмотрена возможность использования нового метода

исследования скважин — гидрогеохимического каротажа для решения некоторых задач по определению технического состояния обсадных колонн скважин. Гидрогеохимический метод позволяет по ряду признаков определять негерметичность как металлических, так и пластмассовых обсадных колонн (нефтяных, нагнетательных, наблюдательных, водозаборных). Приведен большой объем полученных результатов. Использование гидрогеохимического метода позволяет расширить возможности проведения геофизических исследований в скважинах различного назначения.

Авторы доклада «Аппаратно-методическое обеспечение оперативной диагностики экологического состояния водных объектов» М.Г. Рубцов, В.Я. Купер, В.К. Тянь (СамГТУ) рассмотрели основные вопросы методологического и аппаратного обеспечения создания эффективной технологии оперативной диагно-

стики состояния водных объектов на базе современных средств измерения. Технической основой для реализации предлагаемой методологии контроля могут стать мобильные измерительные комплексы типа «ХИТОН» и портативные приборы типа «РОТАН», предназначенные для зондирования водной среды и позволяющие выполнить автоматизированную съемку параметров вод (поверхностных и подземных) в режиме реального времени. Стационарный измерительный комплекс типа «ХИТОН-А» может стать основой создания стационарной системы непрерывного автоматизированного контроля качества водной среды и построения 3D-карт загрязнения. В докладе приведены конкретные результаты работ, проведенных с использованием предлагаемого методологического подхода и указанной аппаратуры. Показана их эффективность в различных условиях на территории России и за рубежом.

Выставка средств НК и ТД



На стендах выставки были представлены более 150 наименований оборудования НК и ТД для дефектоскопии, измерения толщины и твердости металлических и неметаллических деталей, контроля качества покрытий, анализа структуры, свойств и напряжений в материалах, контроля бетонных и железобетонных сооружений и изделий, контроля изоляции и катодной защиты подземных трубопроводов, локализации мест утечек, трассопоисковой аппаратуры и др., эндоскопы и тепловизоры, а также криминалистическое оборудование.

Среди продемонстрированных на выставке средств НК можно выделить ряд приборов, вызвавших наибольший интерес у посетителей. Это ультразвуковой томограф А1550, объединивший в себе все современные достижения в области УЗК. От импортных аналогов его выгодно отличает меньшая масса и способность работать в полевых условиях. В преобразователях данного дефектоскопа впервые в мире реализована возможность смены чувствительного элемента фазированной антенной решетки. Другим прибором, привлекавшим значительное внимание, был вихретоковый дефектоскоп ВД-90НП, обладающий малой массой, отличной чувствительностью к дефектам типа не-

сплошности. Данный дефектоскоп способен выявлять дефекты глубиной от 0,1 мм в различных ферромагнитных и немагнитных материалах и сплавах. На образцах реальной продукции были успешно проведены испытания акустического дефектоскопа АД-64М. Современная цифровая элементная база и оригинальный алгоритм обработки сигнала позволили проводить быстрые преобразования Фурье в режиме реального времени, что предоставило возможность реализовать все преимущества метода свободных колебаний при контроле слоистых пластиков и материалов сотовой структуры, широко используемых в авиационной и аэрокосмической отрасли. ЭМА-толщинометры А1270 и ЭМАТ-100, способные работать по грубым поверхностям без дополнительной зачистки и использования контактной жидкости, привлекли внимание представителей металлургических заводов и предприятий нефтегазовой отрасли. Ультразвуковой толщиномер А1210, представляющий пользователю расширенные возможности контроля за счет вывода информации в виде А-скана, показал себя незаменимым инструментом при контроле многослойных пластиков. А-скан позволил не только определять наличие непроклея, но и контролировать толщину различных слоев.



Представленные на выставке видеоэндоскопы как отечественного, так и импортного производства привлекли внимание представителей предприятий различных сфер, особый интерес был проявлен со стороны организаций, осуществляющих плановое техническое обслуживание и ремонт авиационной техники. Учитывая специфику данной отрасли, эндоскопы являются незаменимым инструментом в целом ряде случаев. Широко на выставке были представлены оборудование и материалы для рентгеновского контроля, однако следует отметить, что в подавляющем большинстве они были импортного производства. Среди отечественных образцов можно отметить малогабаритный рентгеновский сканер скрытых полостей «Ватсон», предназначенный для поиска скрытых закладок и вложений, широкий динамический диапазон которого позволяет разделять вложения по объему и плотности. Вызвали интерес получившие распространение в 30 странах мира приборы типа ИКН-5М-32 и ИКН 6М-8, в основе принципа действия которых метод магнитной памяти металла.

Выставку посетили представители предприятий аэрокосмической отрасли: ОАО «Завод авиационных подшипников», ОАО «Кузнецов», ФГУП ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс», ЗАО «Салют-фильм», ОАО «Концерн ПВО «Алмаз-Антей», ОАО «Ижевский электро-механический завод «КУПОЛ», ФГУП «ЦНИИ Конструкционных материалов «ПРОМЕТЕЙ», ОАО «МОТОРОСТРОИТЕЛЬ», ОАО «Металлист-Самара»; предприятий нефтегазовой отрасли: ОАО «Татнефть», филиала ЗАО «НПЦ «Молния», ОАО «Транснефть»,

ОАО «РусТурбоМаш»; металлургических и машиностроительных предприятий: ОАО «Самарский металлургический завод», ОАО «Ижевский металлургический завод», ОАО «Средне-Невский судостроительный завод», ОАО «Дивногорский завод низковольтных автоматов», ОАО «АвтоВАЗ», ЗАО «ГК «Электроштит»-ТМ Самара»; предприятий оборонной отрасли и смежных отраслей: ГУП «Конструкторское бюро приборостроения», ОАО «Пластик», Чебоксарский завод кабельных изделий «Чувашкабель» и многие другие.

Большой интерес выставка вызвала у студентов и преподавателей вузов и сотрудников различных научных центров, выставку посетили представители Самарского государственного аэрокосмического университета им. акад. С.П. Королева (СГАУ), Самарского государственного университета (СамГУ), Самарского государственного технического университета (СамГТУ), Института машиноведения Академии наук России (ИМАШ РАН), ГНЦ «Институт физики высоких энергий» и др.

Наибольший интерес у посетителей выставки и участников конференции вызвала экспозиция приборов и средств НК и ТД, представленная на объединенном стенде ассоциации «СПЕКТР-ГРУПП», на стендах ряда других фирм. Всего стенды посетило более 500 посетителей и специалистов предприятий как Самарской области, так и других регионов России и стран СНГ.

На выставке посетителям демонстрировалась работа приборов на образцах.





AEROSPACE TESTING RUSSIA 2011



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

8-я Международная выставка испытательного оборудования, систем и технологий авиационно-космической промышленности прошла 4–6 октября 2011 г. в Москве, в ЦВК «Экспоцентр». В этой связи важно отметить возросшее значение контроля качества авиационного оборудования в свете развития российской авиации.

Организатором выставочного мероприятия, сопровождавшегося в рамках выставки обширной деловой программой, явилась всемирно известная компания ИТЕ. В выставке приняли участие 64 компании из 6 стран мира. За три дня работы выставку посетили более 4500 специалистов авиакосмической и смежных отраслей промышленности из 22 стран мира.

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

- 1) сбора и анализа промышленных данных, обработки и автоматизации измерений;
- 2) контроля измерений и тестирования авиационной и аэрокосмической техники;
- 3) программного обеспечения и регулирования управления систем летательных аппаратов и комплексов;
- 4) неразрушающего контроля;
- 5) ремонта, обработки и защиты элементов и подсистем авиакосмической техники на этапе эксплуатации;
- 6) оказания услуг в области контроля и исследований.

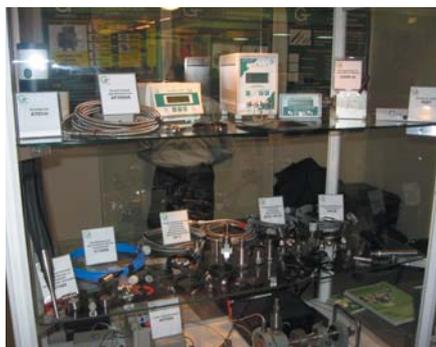
Воздушный транспорт занимает третье место по объёму пассажирских перевозок в России. Вопросы безопасности полётов стоят на первом месте в разработках авиационных технологий. Надёжность любых гражданских и военных самолётов напрямую зависит, прежде всего, от технического состояния двигателя. Поэтому авиационные двигатели проходят жесточайший контроль качества, где каждая деталь двигателя подвергается воздействию условий, максимально приближенных к реальным полётам. Специальные приборы должны зафиксировать все неточности сборки, а в процессе эксплуатации авиационное оборудование должно так же тщательно обслуживаться и проверяться.

Для комплексного обследования летательных аппаратов, а также сопутствующих конструкций применяется сложная система тестирования всех модулей на предмет надёжности 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 надёжности конструкций летательных аппаратов уделяется системам моделирования, которые предназначены для воссоздания критических ситуаций разрушения материалов и конструкций с целью дальнейшего их предупреждения. Разработаны и используются многоцелевые системы моделирования для комплексного анализа стойкости конструкции при действии многочисленных факторов.

Многообразие методов, применяемых в контроле качества материалов авиакосмической промышленности, даёт широкие возможности для всестороннего исследования объектов. В диагностических исследованиях выделяют разрушающий и неразрушающий контроль. В авиастроении 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, отметим его общий высокий технический уровень. Так, на стенде компании ООО «ГлобалТест» (российского разработчика и производителя измерительной датчиковой аппаратуры) можно было ознакомиться более чем с 200 типами датчиков вибрации, удара, силы, давления и согласующих электронных устройств, востребованных не только в России, но и за рубежом. Кроме того, данная компания представляет полный спектр услуг по комплектации измерительных испытательных комплексов и систем технической диагностики.

Компания FOGALE предложила оригинальную систему CAPA-BLADE для измерений радиального зазора и вибраций рабочих лопаток в газовых турбинах, основанную на использовании современных емкостных датчиков, работающих при температуре до 1400 °С без охлаждения при длине кабеля в пределах 30 м. Процедура калибровки проводится как в статическом, так и в динамическом режимах.



Вибрационные испытания преобладают в системах диагностики сложных узлов и механизмов. Большую гамму электродинамических и других виброустройств можно было увидеть на стендах EMIC Corp. (Япония) и российской ООО «Новатест», представившей инновационные решения от ведущих мировых производителей LDS, Vibel & Kjaer Vibro, Polytec и др. Новинкой стал сканирующий виброметр PSV-400 (Polytec), позволяющий осуществлять бесконтактные измерения вибраций с рабочих расстояний от 80 мм до 100 м, обеспечивая визуа-

лизацию и анализ колебаний конструкций (т.е. возможность получения «виброфотографии» поверхности).

Оптические системы исследования находят широкое применение не только при виброконтроле, но и при анализе напряжённо-деформированного состояния. Так, датская фирма Dantec Dynamics (через дистрибьютера ООО «ОКТАВА+») показала целый ряд систем получения трёхмерных оптических изображений Q-100 – Q-810 для измерений 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. Например, оптическая система



METRONOR (компания «ДЕЛКАМ-УРАЛ») обеспечивает точность 20 мкм при измерениях размеров на расстоянии до 2,5 м от камеры. Система METRONOR способна контролировать качество малых и крупногабаритных изделий (до 30 м), в том числе качество сборки.

Большое внимание уделяется созданию систем и комплексов для полной автоматизации работ на исследовательских, испытательных, технологических и контрольно-диагностических установках. Примером могут быть АСTest-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 более чем в 1500 модулях, что позволяет ус-

пешно 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 измерительно-вычислительных комплексов МІС-500 (НПП «МЕРА») предоставляет возможность создавать измерительные системы более чем с 5000 каналами.



Традиционные приборы и системы неразрушающего контроля продемонстрировали в широком ассортименте такие известные компании, как OLYMPUS и Промышленная ассоциация «МЕГА» (продукция мировых производителей). Это различной конфигурации промышленные эндоскопы, одноэлементные и с фазированными решётками ультразвуковые дефектоскопы и структуроскопы, приборы вихретокового обнаружения подповерхностных дефектов (в том числе с применением вихретоковых матриц), металлографические микроскопы, инфракрасные камеры (тепловизоры компаний XENICS, JPROBE, FLIR), системы для телеинспекции и многое другое. Стоит отметить самый современный и многофункциональный компактный видеоэндоскоп VUMAN RA-Y (VIZAAR, Германия) с функцией дистанционной фокусировки, а также портативный модульный универсальный дефектоскоп OmniScan (OLYMPUS) с различными сменными вихретоковыми и ультразвуковыми модулями, в том числе с фазированными решётками и вих-

ретоковыми матрицами для решения разнообразных задач при проведении НК. Заслуживает внимания тестер композитов BondMaster – единственный на рынке полностью многорежимный прибор для контроля широкого диапазона композитных материалов. Тепловизоры разных компаний позволяют обеспечить 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.

Структура и свойства поверхности определяют многие эксплуатационные свойства изделий, различных деталей, узлов конструкций и инструмента. Современные методы формирования поверхности, плёнок 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.) 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 требованию заказчика.



Аналитическое оборудование, без которого не обойтись в современных технологических процессах аэрокосмической отрасли, было представлено рядом фирм, в частности SHIMADZU, AWTech, «ТермоТехно». Это значительная линейка спектрометров на различных принципах действия для решения аналитических задач (на-

пример, 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.

Всемирно известная компания Brüel & Kjaer демонстрировала новейшие портативные приборы для оценки и контроля уровня 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.



Сугубо специальное оборудование в виде безэховых или экранированных камер, а также испытательных комплексов на воздействие кондуктивных помех можно было увидеть на стендах компаний FRANKONIA и EM TEST. Таким оборудованием проводят проверку электронного оборудования на устойчивость к воздействию помех и электромагнитную совместимость.

Нельзя себе представить подобную выставку без демонстрации электро- и радиоизмерительных приборов общего и специального назначения. Каталоги известных производителей Agilent Technologies, Fluke, Tektronix 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. Модель спектроанализатора MDO40-54-3 компании Tektronix является одной из лучших в мире по частотному диапазону, чувствительности, быстродействию и функциональным возможностям.

Подготовка и сертификация персонала по неразрушающему контро-



Ряд фирм (TIRA Umweltsimulation GmbH, Vttsch Industrietechnik GmbH, MSH Techno, Ostec) представили гамму температурных, климатических, вакуумных камер, солевого тумана, в том числе установки имитации космического пространства. Все они работают по соответствующим программам в автоматическом режиме, позволяя имитировать реальные условия испытаний.

лю авиационной техники является одной из важнейших задач решения проблемы качественной аттестации продукции. НУЦ «КОНТРОЛЬ И ДИАГНОСТИКА» наглядно продемонстрировал на своём стенде все этапы этого процесса – от обучения (предсертификационной теоретической и практической подготовки) до принятия общего, специального и практического экзаменов с выдачей и регистрацией сертификатов.

ВЫСТАВКИ, СЕМИНАРЫ, КОНФЕРЕНЦИИ

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 «Инновационные технологии от мирового лидера – компании НВМ для задач авиакосмической промышленности» (Thomas Kaczmarek, НВМ GmbH). Из стендовых мероприятий наибольший интерес вызвала презен-

тация компании National Instruments, основанная на демонстрации структурных, вибрационных и акустических испытаний авиационных систем.

Выставка показала высокий уровень диагностического приборостроения и контрольно-измерительных систем с тенденцией их дальнейшей интеллектуализации и расширения функциональных возможностей.



14-я Международная практическая конференция «ТЕХНОЛОГИИ УПРОЧНЕНИЯ, НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЙ И РЕМОНТА: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА»

Санкт-Петербург
17-20 апреля 2012 г.

При поддержке Северо-Западного федерального округа Российской Федерации и Комитета экономического развития, промышленной политики и торговли Санкт-Петербурга

Основные области знаний, рассматриваемые на конференции, относятся к различным технологиям диагностики, дефектации, мойки, очистки, восстановления геометрии, упрочнения поверхности, обработки нанесенных покрытий, окраски, консервации, маслам, смазкам, присадкам, процессам трения и изнашивания, защите от коррозии, конструкционным, технологическим и эксплуатационным методам повышения качества и долговечности изделий.

В работе конференции традиционно принимают участие специалисты России, Беларуси, Украины, Казахстана, Азербайджана, Молдавии, Армении, Узбекистана, Литвы, а также приглашенные иностранные зарубежные фирмы, которые проводят презентацию своей деятельности.

Работа конференции ведется по четырем взаимосвязанным направлениям:

1. Технологии восстановления первоначальной (заданной) геометрии поверхности с использованием сварки, осаждения, наплавки, напыления и других процессов.
2. Инженерия поверхности, конструкционные, технологические и эксплуатационные методы повышения надежности и долговечности, триботехника, обработка поверхности изделий.
3. Технологии упрочнения, модификация и восстановление физико-механических свойств поверхности, нанесение тонкопленочных покрытий.
4. Технологии дефектации, диагностики, мойки и очистки.

Основная задача данной конференции – популяризация внедрений технологий, которые способны создавать надежную и конкурентоспособную продукцию, это пропаганда необходимости получения новых знаний, способствующих повышению качества, надежности и долговечности выпускаемых и эксплуатируемых технических изделий. Особенностью проводимой конференции является демонстрация и проведение вместе с участниками нанесения износостойких покрытий на изделия, привезенные с собой.

Познакомиться с материалами предыдущих конференций можно на сайте www.plasmacentre.ru в разделе «Конференции».

Организаторы:

Санкт-Петербургский государственный политехнический университет; НПФ "Плазмацентр".

Заявки на участие принимаются по:

тел.: (812) 444-93-37, (921) 973-46-74

факсу: (812) 444-93-36,

e-mail: info@plasmacentre.ru



«ИНТЕРПОЛИТЕХ-2011»



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

XV Юбилейная международная выставка средств обеспечения безопасности государства «Интерполитех-2011» состоялась на территории ВВЦ г. Москвы с 25 по 28 октября 2011 г. Организаторами выставки были МВД, ФСБ и ФСВТС (Федеральная служба по военно-техническому сотрудничеству) России. В торжественной церемонии открытия крупнейшего форума приняли участие министр внутренних дел РФ Р. Нургалиев, министр МЧС РФ С. Шойгу, представители МВД России и ряда заинтересованных министерств и ведомств.

В этом году в мероприятиях «Интерполитех» приняло участие более 360 экспонентов из 35 субъектов РФ и 12 иностранных государств, которые показали около 10 тыс. образцов самой современной продукции полицейского и военного назначения. В частности, 30 компаний экспонировали более 240 образцов продукции военного назначения, в числе которых 80 образцов представили 9 иностранных компаний. «Интерполитех» стал форумом, демонстрирующим современные подходы к вооружению и технической оснащённости правоохранительных органов и иных структур, чья деятельность связана с обеспечением национальной безопасности, охраной государственной границы, противодействием преступности, защитой прав личности и бизнеса.

Выставку посетили более 15 тыс. человек. Среди участников и гостей были представители компаний-производителей и потребители средств безопасности из 18 стран мира. В числе мероприятий состоялись также конференции, круглые столы и практические семинары с участием ведущих специалистов в области безопасности по актуальным темам отрасли. Всего в рамках деловой программы было проведено 5 конференций, 10 круглых столов, 3 семинара, 6 презентаций и 5 пресс-конференций.

Во второй раз в рамках «Интерполитех» МВД России организовало для массового зрителя показ военной и полицейской техники в действии. Демонстрационный показ состоялся в г. Красноармейске на территории НИИ «Геодезия». После демонстрации элементов личной боевой подготовки спецотряды показали возможности новинок вооружения – гранатомётов, крупнокалиберных пехотных пулемётов, спецтехники, беспилотных летательных систем и вертолётов, в частности успешно была проведена «операция» по освобождению заложников.

В рамках выставочной экспозиции на ВВЦ было представлено более 50 единиц крупногабаритной специальной техники, например модернизированная



бронемашина «Тигр-М», оснащённая новыми более надёжными узлами и агрегатами. На стенде французских участников можно было увидеть одну из последних моделей легкового броневедомоля VBL — основной боевой машины силовых структур Франции. При массе не более 4 т этот плавающий «минитанк» со стрелковым, противотанковым и зенитным вооружением обладает высокой маневренностью и скоростью передвижения до 95 км/ч.

Швейцарские производители показали арсенал разнообразных боеприпасов специального назначения, а компании из Израиля, Германии и Нидерландов — большой выбор средств индивидуальной защиты, новое поколение систем видеонаблюдения и других технических средств обеспечения безопасности.

Среди экспонентов выставки следует отметить отечественные компании: «Вертолёты России», завод «Камаз», судостроительный завод «Вымпел», ФГУП «СНПО «Элерон», ООО «Военно-промышленная компания», концерн «Вега», корпорация «Защита», компании «Горизонт» и «Таск-Т» и др. Из зарубежных производителей в выставке приняли участие такие компании, как: National Instruments (США), Teijin Aramid GmbH (Германия), FLIR Systems (Нидерланды), PANHARD General Defense (Франция), FMS Enterprises Migun Ltd. (Израиль) и ряд других фирм. На многих стендах можно было увидеть инновационные разработки в области средств защиты информации, бронезащиты, криминалистической техники, технических средств спецсвязи и пограничного контроля.

Для перекрытия каналов доставки средств терроризма: скрытого проноса людьми, провоза транспортными средствами и пересылки по почтовому каналу огнестрельного и холодного оружия, взрывчатых веществ и взрывных устройств, наркотиков — эффективно используются мобильные и стационарные установки рентгеновского, микроволнового и газоаналитического досмотра. Так, на стенде российской компании «НЕЛК» посетители смогли познакомиться с рентгенографическим сканером «КОНТУР» для досмотра человека в полный рост. В этом сканере реализован инновационный метод личного досмотра, основанный на регистрации проходящего через субъект рентгеновского излучения с исключительно низкой дозой облучения за одно обследование — не выше 0,25 мкЗв. Система позволяет обнаружить различные предметы, спрятанные под одеждой, в протезах, полостях тела, а также проглоченные упаковки из материалов любых типов как неорганического, так и органического происхождения.

Для досмотра крупногабаритных грузов и даже контейнеров применяют специализированные рентгеновские инспекционно-досмотровые системы: мобильный комплекс «КАРГОСКАН DTP-500» (компания «НЕЛК»), целый ряд рентгенотелевизионных установок HEIMANN (компания Smiths detection), рентгенотелевизионные интроскопы серии XIS (компания Astrophysics Inc., «РЭЙКОМ»), рентгенотеле-

визионные установки серии RAPISCAN EAGLE (компания Rapiscan, «Таск-Т») и многие другие.

Компания HomeLand представила интересную цифровую видеосистему досмотра днища автомобилей, обеспечивающую чёткие живые картинки всего днища автомобиля для быстрого обнаружения любого прикреплённого пакета, взрывчатки, оружия и т.п.

Большую линейку досмотровых детекторов взрывчатых, наркотических и отравляющих веществ показали компании SCINTREX TRACE (AUTOCLEAR) и ООО «НЕОЛАБ». Все экспонаты отличали высокий уровень технических параметров, надёжность и эргономический дизайн. Канадская компания SCINTREX TRACE продемонстрировала 4 новые модели портативных приборов: детекторы паров и частиц взрывчатых веществ E 3300, E3500 Chemilux, E4500 GC-Chemilux и детектор наркотиков N2200. В основе работы детекторов используются технологии хемилюминесценции люминола (Chemilux), газовой хроматографии (GC) и электрохимические обнаружители (EVD). Уровень чувствительности приборов ниже нанограмма. Приборы позволяют выявлять и идентифицировать следы запрещённых веществ в багаже, почтовых вагонах, грузовиках, одежде и электронных устройствах. Кроме того, компания ООО «НЕОЛАБ» дополнила приборный ряд экспресс-тестами (голландской фирмы MMC International BV) для следового обнаружения наркотиков в моче и слюне. Следует отметить и стенд ООО «СИНТЕЗ СПб», демонстрировавшего профессиональные многофункциональные алкометры серии Lion Alcolmeter SD-400 (компания LION Laboratories Ltd.) для медицинского освидетельствования и предрейсового осмотра водителей транспортных средств.

В последнее время разработана уникальная технология измерения подвижности ионов анализируемых веществ от напряжённости электрического поля (по своей природе газоаналитический метод). Приборы на основе этого метода способны определить наличие паров взрывчатых веществ в режиме реального времени при их концентрации в воздухе менее 10–13 г/см³. Компания Smiths detection, используя этот метод ионной спектроскопии, внедрила в практику бесконтактный проходной портал для обнаружения взрывчатых и наркотических веществ IONSCAN SENTINEL II, обладающий высокой пропускной способностью — до 6 чел./мин.

Вызвала интерес и другая досмотровая система, с работой которой можно было ознакомиться на стенде компании ООО «Роникс Секьюрити». Данная система GEN2 (разработки и производства компании Brijot Imaging Systems Inc., США) представляет собой пассивный радиоволновый детектор скрытых объектов на теле человека, оснащенный компьютером со сложным интеллектуальным ядром обработки графической информации, работающий в комплексе со встроенной видеокамерой. В этом устройстве радиоволновый детектор принимает исходящие от тела человека электромагнитные волны миллиметрового диапазона, а видеокамера одновременно (в режиме

реального времени) передает изображение досматриваемого субъекта.

Получаемая встроенным компьютером устройства графическая информация позволяет оператору (контролеру) оперативно и с высокой точностью обнаруживать скрытые на теле досматриваемого субъекта (под его одеждой) объекты, в том числе предметы повышенной опасности, и в большинстве случаев распознавать их. Принцип действия детектора GEN2 основан на обнаружении скрытых под одеждой человека объектов на основании различия интенсивности волн, испускаемых телом человека и находящимися на нем объектами. Само же устройство GEN2 не содержит источников излучения и не оказывает вредного воздействия на здоровье людей, в том числе людей с кардиостимуляторами, беременных женщин, детей.

Радарные технологии дистанционного обнаружения и визуализации скрытых объектов в последнее время получили значительное развитие. В основе этих технологий – использование пикосекундных (сверхширокополосных) генераторов микроволнового диапазона частот с последующим воссозданием многомерного изображения тестируемого объекта, в том числе в псевдоцветах. На стенде Томского государственного университета можно было ознакомиться с практическими результатами исследований на стадии опытного образца сверхширокополосного томографа скрытых объектов.



Продукция многих компаний в этом году была посвящена тепловидению в ИК-диапазоне. Так, на стенде российской компании «Таск-Т» продемонстрировано большое количество приборов антитеррористического назначения, в том числе с современными неохлаждаемыми наблюдательными тепловизорами высокого разрешения ближнего и дальнего радиусов действия. В качестве примера можно привести

целый ряд неохлаждаемых портативных тепловизоров серии «Катран», «Скат», «Спрут», стационарные неохлаждаемые тепловизоры ТСН-МП-50 (150), ТН-4604МП-100 и др.

Тепловизионные наблюдательные камеры и тепловизоры высокого разрешения были представлены также рядом других компаний: «ПЕРГАМ», ЦНИИ «Циклон», Flir Systems, ЗАО «НПП СИЛАР», «МИР ДИАГНОСТИКИ», «БИК-Информ», «ДИАГНОСТ» (от производителей Guide, NEC, MIKRON), Lahoux Optics, GuardLiner, «ФАРВИЖН», «ФАВОРИТЬ», ООО «Инновационная безопасность», ООО «ПРОГРЕССТЕХ», ЗАО «Инфростемс» и др. Большинство представленных тепловизоров работает в спектральном диапазоне 8...14 мкм, применяя в матричных детекторах неохлаждаемые микроболометры.



Компания ООО «ПРОГРЕСС-ТЕХ» представила линейку тепловизоров французской фирмы «Софрадир», работающих в нескольких диапазонах ИК-спектра: 0,8...3, 3...5 и 8...12 мкм, причём матрицы детекторов выполнены по современной технологии на так называемых квантовых ямах. Компания ЗАО «Инфростемс» продемонстрировала другой инновационный проект по созданию на базе российских технологий неохлаждаемого тепловизора повышенной чёткости на основе пироэлектрического преобразователя инфракрасного излучения диапазона 8...14 мкм.

Наблюдается тенденция комплексирования тепловизоров видеокameraми высокого разрешения и лазерными дальномерами, при этом получаемые разнотемпературные изображения анализируются оператором отдельно на одном экране, а могут и накладываться друг на друга для повышения информативности (так называемая технология IR-Fusion). Есть уже примеры цифрового микширования сигналов тепловизионного и телевизионного каналов – интегрированный тепловизор «ФИЛИН» компании ЦНИИ «Циклон». Такое разнообразие представленных

средств тепловизионного наблюдения обусловлено многообразием решаемых задач и условиями практического применения. Так, например, эффективность наблюдения увеличивают использованием беспилотных летательных аппаратов, в связи с чем и на этой выставке компания «НЕЛК» показала носимый комплекс «Бумеранг» для воздушной разведки с помощью миниатюрных оптико-тепловизионных средств.

Профессиональные видеокамеры высокого разрешения можно было увидеть на многих стендах, в частности на стендах компаний «БИК-Информ» и «Ижевский радиозавод». Эти видеокамеры снабжены оптическими трансфокаторами, варифокальными объективами и современными моделями видеорегистраторов.

На ряде стендов посетители могли ознакомиться с оптическими устройствами широкого применения. Так, на стенде компании «Таск-Т» были представлены в широком ассортименте: досмотровые эндоскопы серий ЭТГ и ЭТЖ, телевизионные эндоскопы типа ЭТВЦ, телевизионное досмотровое устройство «Поиск-ТВ», аппаратура проверки подлинности документов серий «Генетика» и «Корунд», приборы обнаружения телевизионных и оптоэлектронных систем наблюдения (в том числе прицелов) «СПИН-2», «Антисвид-2», «Гранат» и многое другое.



Обнаружители скрытых видеокамер можно было также увидеть на стендах компаний ООО «Инновационная безопасность» (модель «Чистильщик»), «СЮРТЕЛЬ» («ОПТИК») и др.

Новые наборы элементов и материалов для криминалистических анализов демонстрировались на стендах «Криминалистическая техника», Krim-Market, ЗАО «Научные приборы», ООО «НПФ «СИМЕКС», а современные компараторы для исследования подлинности различных видов документов и ценных бумаг – на стенде компании «Регула-Русь».

Большой интерес вызвало современное радиолокационное оборудование. Так, НПК «ФАВОРИТЪ» ознакомила посетителей с новыми разработками РЛС «РОСА» и «РАПАН», предназначенными для контроля надводной, наземной и воздушной обстановки с определением координат и параметров движения обнаруженных целей при всепогодных условиях.

Комплексные решения и оборудование для создания систем безопасности на акваториях и при проведении подводно-технических работ продемонстрировала компания ОАО «Тетис Про», показав образцы современных оптико-электронных систем обнаружения и сопровождения, а также радиолокационное и гидроакустическое оборудование, без чего невозможно в настоящее время безопасное и эффективное использование морской надводной и подводной техники.

Большое внимание по-прежнему уделяется модернизации систем мониторинга эфира и радиопеленгации (NATIONAL Instruments, «ИРКОС», «СЮРТЕЛЬ», «РЭЙКОМ»). На стенде радиоизмерительного оборудования известной компании NATIONAL Instruments можно было увидеть векторный анализатор радиосигналов последнего поколения PXIe-5665, предназначенный для обработки радиочастотной информации по пеленгационному и мониторинговому каналам. В целом комплекс осуществляет пеленгацию источников несанкционированного излучения и поиск новых источников радиоизлучений в реальном времени с



ВЫСТАВКИ, СЕМИНАРЫ, КОНФЕРЕНЦИИ-

определением местоположения, скорости движения и отображения на карте.

Технические средства охраны периметров также вызывают значительный интерес. Известные компании – «НИКИРЭТ», «ПОЛЮС-СТ», «ЭЛЕКТРОХИМПРИБОР», ООО «Прикладная радиофизика» и другие показали разнообразные радиоволновые и инфракрасные лучевые датчики, магнитометрические и вибрационные средства обнаружения при охране любых периметров. Радиолучевые датчики (извещатели) являются всепогодными. Их дальность действия составляет от десятка до сотен метров при ширине зоны обнаружения в середине участка от 0,5 до 8 м и может при необходимости регулироваться. Датчики эффективны для работы на подготовленных участках, охраны козырьков зданий и ограждений, коридоров, узких зон обнаружения, работы с преломляющими отражателями, на дальних дистанциях. Возможны поставки с круговой поляризацией для работы в сложных условиях промзоны.

В развитии средств охраны периметров наблюдается тенденция всё более широкого внедрения цифровых методов обработки сигналов. Некоторые специалисты полагают, что приоритет в развитии сигнализационных средств принадлежит пассивным маскируемым средствам и, в частности, волоконно-оптическим, которые при достаточно высокой вероятности обнаружения нарушителя имеют более низкую стои-

мость, чем активные устройства. Отмеченный тип средства («ВОРОН», ООО «Прикладная радиофизика») позволяет также выявить нарушителя на участках со значительной протяжённостью – до 100 км.

Безусловно, на выставке демонстрировались различные перспективные средства обеспечения безопасности, и среди них были новинки. Так, многие посетители с интересом ознакомились с прибором «Бутон» (ООО «НПП «Лазерные системы»), позволяющим дистанционно (до 100 м) обнаруживать содержание паров алкоголя в салоне автомобиля, движущегося со скоростью до 120 км/ч. Был также представлен не имеющий аналогов в России специализированный защищённый компьютер со встроенными системами связи (НПК «Традиция»). Вызвала интерес цифровая камера на базе сенсора L3Vision, способная работать при низкой освещённости без ИК-подсветки (ЗАО «Нева Электроника»).

Выставка закончилась, а о её результатах можно будет судить по принятию наиболее интересных и перспективных разработок на вооружение службами МВД РФ. Ясно также, что выставка «Интерполитех» стала своеобразным полигоном для формирования комплексного образа технологий безопасности настоящего и будущего.



ДНИ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ, 2012

11–15 июня, Созополь, Болгария

В программе следующие мероприятия:

1. Чествование 50-летия Болгарского общества неразрушающего контроля.
2. XXVII Международная конференция «Дефектоскопия, 2012».
3. XXIII Молодежная школа «Неразрушающий контроль структуры и физико-механических свойств материалов».
4. Болгаро-русский семинар «Диагностика электроэнергетических систем».
5. Семинар участников проекта «ShipInspector».
6. Национальный семинар «Задачи и проблемы НК элементов железнодорожного транспорта».
7. Круглый стол «Порошковая металлургия».
8. Круглый стол «Развитие стандартизации в области НК».
9. Семинар секции «Бизнес».
10. Выставка фирм.

Мероприятия организуют: ННТД по дефектоскопии; Институт механики - лаб. МДБК; Технический университет (г. Варна); Петербургский энергетический институт повышения квалификации НТС по машиностроению.

Адрес организационного комитета: 1113 София, ул. Акад. Г. Бончев, бл. 4, Институт механики – БАН. Проф. М. Миховски
Тел.: (+359 2) 979 64 45, (+359 2) 979 71 20 • GSM (+359) 899443892 • Факс: (+359 2) 870 74 98, (+359 2) 979 71 20
Email: nntdd@abv.bg; nntdd@imbm.bas.bg • Http: www.bgsndt.org; www.ndtbgcert.org

ЕЖЕГОДНАЯ ОСЕННЯЯ КОНФЕРЕНЦИЯ АМЕРИКАНСКОГО ОБЩЕСТВА НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ 2011 г.

Все члены общества обязуются осуществлять свою профессиональную деятельность в духе честного отношения к работодателям, исполнителям, клиентам и конкурентам в соответствии с высокими идеалами персональной чести.

Этический код ASNT



ВАВИЛОВ Владимир Платонович
Томский политехнический университет,
Институт неразрушающего контроля

Небольшой город Палм-Спрингс (Palm Springs), расположенный между Лос-Анджелесом и Сан-Диего на въезде в пустыню Мохава и известный своими гольфовыми полями, с 24 по 28 октября 2011 г. стал местом проведения ежегодной осенней Конференции и выставки контроля качества Американского общества неразрушающего контроля 2011 г. (ASNT Fall Conference & Quality Testing Show). Температура наружного воздуха до +32°C способствовала тому, что участники предпочитали оставаться в кондиционированных помещениях, выходя на свежий воздух по вечерам на многочисленные коктейль-приемы, устраиваемые спонсорами и крупными фирмами.

Высокий уровень организации конференции характерен для мероприятий такого уровня, проводимых не только в США, но и в других странах, включая Россию. Международное присутствие в Палм-Спрингс нельзя признать обширным; в основном это



были представители Канады и Мексики, а также Германии, Великобритании и ряда других стран, в частности Китая. Судя по всему, автор данной статьи был единственным российским участником конференции, и он с удовольствием выслушивал многочисленные благоприятные отзывы о Европейской конференции 2010 г. в Москве.

На конференции был заслушан целый ряд пленарных и приглашенных докладов. Рики Морган (Ricky Morgan), президент Американского общества неразрушающего контроля, поделился своим годичным президентским опытом и подчеркнул стремление ASNT сотрудничать с соответствующими организациями других стран. Джон Найхолт (John Nyholt), который представлял оправившуюся после трагедии в Мексиканском заливе компанию British Petroleum, описал стратегию компании в области технической диагно-

стики, разработанную в том числе с использованием спутниковых операций.

Следует заметить, что большое количество докладов было посвящено готовящимся изменениям в документах по сертификации персонала и методикам испытаний. Например, в приглашенном докладе Джо Макин, руководитель отдела ASNT по методам контроля, описал предстоящие поправки в так называемую рекомендуемую практику (recommended practice) SNT-TC-1A «Personnel Qualification and Certification in Nondestructive Testing» («Квалификация персонала и сертификация в неразрушающем контроле»). Данный документ обеспечивает рекомендации работодателям по организации внутренних сертификационных программ, а также устанавливает требования к уровню образования, опыту и обучению специалистов по каждому методу контроля. В США существует практика сертификации на крупных предприятиях помимо федеральной процедуры, обеспечиваемой ASNT.

Среди кратких предконференционных курсов выделяется курс по технике ультразвукового волнового контроля трубопроводов, который становится все более популярным при обнаружении коррозии и трещин на большом расстоянии (здесь сильны позиции фирмы TÜF SÜD America). Для контроля наружной коррозии трубопроводов была описана система лазерного сканирования Pipecheck фирмы Creaform.

Всего на конференции было сделано 95 докладов на следующих 17 секциях: общий неразрушающий контроль (General NDT), композиционные материалы (Composites), ультразвуковой контроль (Ultrasonics), магнитопорошковый контроль (MT/PT), контроль мостов (Bridge NDT), фазовые решетки в ультразвуковом контроле (UT Phased Array), контроль надежности (Reliability Studies), испытания и визуализация структуры композиционных материалов с помощью СВЧ и миллиметровых волн (Microwave and Millimeter Wave Inspection and Imaging of Composite Materials and Structures), испытания трубопроводов (Pipeline Inspection), радиационная безопасность (Radiation Safety), цифровая радиография (Digital Radiography), мониторинг состояния методом акустической эмиссии (Health Monitoring with Acoustic Emission), неразрушающий контроль композитов в авиакосмической технике (Aerospace Composite NDT), вихретоковый контроль (Eddy Current), обработка данных неразрушающего контроля в авиакосмической промышленности (Data Processing for Aerospace NDT), термография (Thermography) и контроль состояния в авиакосмической промышленности (Health Monitoring for Aerospace). Любопытно отме-

тить, что 6 секций из 17 были посвящены композиционным материалам и авиакосмической технике, что, очевидно, отражает нынешнее лидирующее положение США в этих областях.

На весьма обширной выставке, традиционно сопровождающей конференцию, было представлено 137 компаний, многие из которых малоизвестны в России. Из известных фирм можно отметить: Brooker, Carestream NDT, Foersterns Instrument, Fujifilm NDT Systems, Olympus NDT, Perkin Elmer, Sentinel, Zetec. Большая часть экспонатов относилась к ультразвуковому, радиационному, вихретоковому и магнитопорошkovому контролю. Среди объектов контроля преобладали композиционные материалы и металлические трубы. Был также очевиден акцент на автоматизацию и визуализацию результатов испытаний, в том числе трехмерную (3D). Для автора представили интерес разработки коммерческой аппаратуры теплового контроля фирм Thermal Wave Imaging (США) и Thermosensorik (Германия).

На выставке-продаже литературы по неразрушающему контролю была велика доля учебных материалов (курсовых текстов и экзаменационных вопросов). Автор обсудил с руководством ASNT возможность распространения в США последнего российского 8-томного справочника, три тома которого были переведены на английский язык. Выявилась очевидная недоработка РОНКТД в части рекламы этих изданий за рубежом. Автор получил благоприятные отзывы о томах по ультразвуковому и тепловому контролю, которые он привез для ознакомления американским коллегам. Проблема аналогичных американских изданий в том, что они написаны коллективами, включающими до нескольких десятков авторов, и поэтому страдают неизбежной тавтологией.

Автор выступил с докладом по статистической оценке результатов теплового контроля композитов и принял участие в заседании инфракрасного комитета ASNT, где обсуждались вопросы введения сертификации по объектам контроля (в настоящее время соответствующие сертификационные уровни ASNT относятся к методу контроля в целом). В частности, усилился интерес к применению теплового/инфракрасного метода в энергоаудите и электроэнергетике. Существенные российские достижения в этих областях позволяют сделать вывод о возможности более тесного сотрудничества с американскими коллегами даже с учетом изоляционизма американцев в технических областях.



СЕМИНАР ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ В НОРТХЭМПТОНЕ



ЧЕПРАСОВА Екатерина Юрьевна
РОНКТД

10–11 ноября 2011 г. в г. Нортхэмптон, Англия (Northampton, England), состоялся семинар, организованный Российским обществом по неразрушающему контролю и технической диагностике (РОНКТД) и Британским институтом по неразрушающему контролю (BINDT) совместно с Университетом Нортхэмптона (University of Northampton).

Семинар в Англии собрал 16 участников, среди них представители РОНКТД, Грузинского общества по НК, ЗАО «НИИИИ «МНПО Спектр», НУЦ «Контроль и Диагностика», НУЦ «Качество», ОАО «НТЦ «Промышленная безопасность», Санкт-Петербургского государственного университета путей сообщения.

В рамках семинара были представлены подробные презентации деятельности BINDT:

- задачи и структура BINDT (директор BINDT Matt Gallagher);
- комплексная система обучения специалистов НК BINDT (Matt Gallagher);
- единая система аккредитации учебных центров и учебных программ (руководитель направления по обучению Roger Lyon);
- международная система сертификации специалистов НК PCN (руководитель направления сертификации Peter Milligan).

Участники семинара познакомились с факультетами и программами Университета Нортхэмптона, в том числе с системой дистанционного (заочного) обучения студентов на степень бакалавра по специальности «Неразрушающий контроль», введенной в программу уже более трех лет назад. Отдельно была показана разработанная в университете система NVision, позволяющая визуализировать объекты в 3D.

David Gilbert, главный редактор журнала Insight, ознакомил участников семинара с системой учета чле-





нов британского общества и работой редакции журнала, представив систему безбумажного документооборота, используемую в редакции. Кроме того, он продемонстрировал функционирующую уже более 10 лет электронную библиотеку, с помощью которой можно обращаться к изданиям, хранящимся в любой из британских библиотек.



Организаторами было отмечено, что такие семинары полезны для специалистов обществ всех стран и предложено провести следующую встречу в РОНКТД. Участники семинара также отметили, что знакомство с представленной Университетом Нортхэмптона программой подготовки студентов по специальности НК будет полезно другим техническим вузам, имеющим подобные программы. РОНКТД взяло на себя обязательство провести рассылку такой информации в РФ.



В заключение напомним, что семинар проходил в рамках работы рабочей группы 1 «Обучение» Европейской федерации по неразрушающему контролю (EFNDT). Целью группы 1 является разработка предложений и рекомендаций для членов EFNDT по повышению качества обучения и подготовки молодых специалистов НК. В феврале-марте 2011 г. был проведён опрос среди 30 европейских стран – членов EFNDT о существующих у них системах подготовки. Наиболее интересным оказался опыт Великобритании на базе BINDT и Германии на базе Немецкого общества НК (DGZfP). Поэтому было принято решение организовать в Англии и Германии семинары по обмену опытом для молодых специалистов, в которых смогли бы принять участие представители учебных и сертификационных центров, контролирующих организаций и представителей обществ НК.



Следующий семинар, теперь уже со специалистами DGZfP, состоится в Берлине 30–31 января 2012 г. Приглашаем всех заинтересованных в знакомстве с системой подготовки специалистов НК в Германии к участию!



По вопросам участия в семинаре обращаться к Чепрасовой Екатерине, тел. (499) 245 56 56, e-mail: cheprasova@ronktd.ru



ИТОГИ СЕМИНАРА «ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ»



ШЕКЕРО Андрей Леонидович
ИЭС им. Е.О. Патона НАН Украины

Украинское общество неразрушающего контроля и технической диагностики (УО НКТД), Институт электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины, ПАО «Государственная энергогенерирующая компания «ЦЕНТРЭНЕРГО» 12–13 июля 2011 г. провели научно-практический семинар «Применение современных технологий неразрушающего контроля энергетического оборудования».

В семинаре приняли участие около 60 специалистов, которые представляли более 30 предприятий Украины и России.

Приветствовавший участников семинара председатель УО НКТД проф. В.А. Троицкий (ИЭС им. Е.О. Патона) также сделал доклад, посвященный работам, выполняемым в рамках европейского научного проекта «Ship Inspector – Определение критически опасных трещин и коррозии корпусов кораблей». Данная тема стала развитием предыдущего европейского проекта LRUCM, посвященного развитию технологии дальнедействующего ультразвукового контроля низкочастотными направленными волнами. Цель нового проекта заключается в создании систем на основе технологий низкочастотного УЗК и фазированных решеток для обнаружения дефектов и коррозионных повреждений в критических зонах конструкций кораблей без извлечения их из воды. УО НКТД входит в состав участников проекта, другими членами которого являются: TWI (Англия), DGZfP (Германия), BNDTS (Болгария), AIPND (Италия), SMART Group (Англия), I&T Nardoni (Италия), HSNT (Греция), Isotest (Италия), Tecnitest (Испания), Zenon (Греция), Cereteth (Греция), HSE (Англия), American Bureau of Shipping – Europe (Англия), Lloyds Register EMEA (Англия), Class NK (Англия). Системы, которые будут созданы в результате выполнения проекта, можно будет использовать также для контроля других крупногабаритных листовых (мостовых, корабельных, днищ больших сосудов) конструкций.

Представитель МНПО «Спектр» (Москва) С.Е. Жаиринов представил 2 доклада: «Контроль состояния трубок теплообменника акустическим методом с использованием современной технологии «Акустический глаз» для бесконтактной экспресс-диагностики состояния трубных пучков теплообменников» и «Применение технологии фазированных решеток для УЗ-контроля сварных швов металлоконструкций на примере нового дефектоскопа Isonic ISONIC 2010».



Участники семинара – специалисты ИЭС им. Е.О. Патона, ГП «Укрхимтрансаммиак», ГП «Колоран» (Украина) и МНПО «Спектр» (Россия)

Интересный доклад «Диагностика энергооборудования с использованием метода магнитной памяти металла» сделал сотрудник ООО «Энергодиагностика» (Москва) А.А. Собранин.



А.А. Собранин демонстрирует возможности метода магнитной памяти металла

Процессами, предшествующими эксплуатационному повреждению, являются изменения свойств металла (коррозия, усталость, ползучесть) в зонах концентрации напряжений. Соответственно, изменяется намагниченность металла, отражающая фактическое напряжённо-деформированное состояние трубопроводов, оборудования и конструкций. Метод МПМ основан на регистрации и анализе распределения собственных магнитных полей рассеяния на поверхности изделий в целях определения зон концентрации

напряжений, дефектов, неоднородности структуры металла и сварных соединений.

Слушателям семинара были также представлены доклады по другим перспективным направлениям НК и ТД:

- **В.Н. Бухенский** «Рентгеноскопический контроль в полевых условиях без применения расходных материалов (рентгеновской пленки, фосфорных пластин и т.п.)»;
- **М.Л. Казакевич, В.А. Троицкий, И.М. Васенец, В.М. Шевцов** «Новые результаты в области неразрушающего контроля и ремонта дефектов теплообменных трубок»;
- **Е.А. Давыдов, А.Л. Шекеро** «Измерение точных размеров трещиноподобных дефектов дифракционно-временным методом ультразвукового контроля»;
- **С.А. Швыдкий** «Определение дефектов и коррозионных поражений в протяженных объектах с ограниченным доступом направленными низкочастотными волнами».



Основные организаторы семинара: М.Л. Казакевич (второй слева) и А.А. Тройняк (второй справа)

Во второй день семинара его участники посетили Трипольскую ТЭС (г. Украинка, Киевская обл.), где им на образцах реальных энергетических объектов была продемонстрирована работа системы Acoustic Eye для контроля трубок теплообменников, дефектоскопа на фазированных решетках Isonic 2010, портативного ультразвукового дефектоскопа Isonic UTPode, ультразвукового течеискателя Arbil (APS 5000), измерителя концентрации напряжений ИКН-3М-12 и ИКН-6М-8, электромагнитного индикатора трещин ЭМИТ-1М, вихретокового импульсного дефектоскопа «ВИД 022». Специалисты имели возможность самостоятельно протестировать данные приборы.

ИЗЛУЧЕНИЕ И ПРИЕМ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ СИГНАЛОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ФАЗИРОВАННЫХ РЕШЕТОК



Гарри ПАССИ

Генеральный директор и научный руководитель фирмы Sonotron NDT, Израиль

Возможности большинства коммерчески доступных портативных дефектоскопов с преобразователями на фазированных решетках (далее ФР-дефектоскопов) ограничены применением линейных решеток, с использованием которых осуществимо двумерное электронное манипулирование ультразвуковым лучом в материале объекта контроля (ОК) с излучением/приемом волн одного типа. При этом сечение ОК может быть прозвучено путем:

- линейного перемещения луча при постоянном угле ввода (поперечное сканирование);
- углового перемещения луча при манипулировании углом ввода (сканирование качающимся лучом);
- комбинации двух первых.

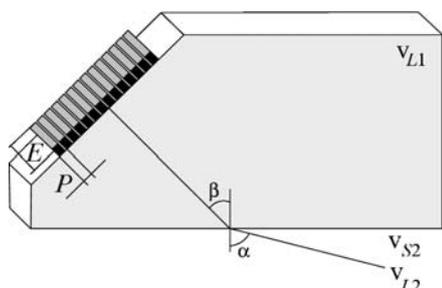


Рис. 1. Линейная ФР на призме с критическим углом

Для прозвучивания заданного объема ФР-преобразователь перемещают по поверхности ОК продольно в направлении, перпендикулярном плоскости электронного сканирования, обеспечивая последовательное прозвучивание поперечных сечений вдоль траектории движения. Таким образом, по сравнению с применением обычных преобразователей, когда контроль выполняется путем их поперечно-продольного перемещения с относительно малым шагом, использование ФР значительно упрощает процедуру механического сканирования, многократно сокращая длину пути преобразователя по поверхности ОК, что должно обеспечить повышение производительности контроля. Данный эффект, однако, может быть достигнут лишь в случаях, когда процедура (методика, технология) контроля предусматривает обеспечение реальной, а не виртуальной полноты прозвучивания ОК, а ФР-дефектоскоп при этом способен реализовать необходимый алгоритм работы.

К сожалению, отсутствие научно-технической литературы, неангажированно освещающей принципы работы, преимущества и недостатки, свойственные ФР-технологии безотносительно к типу ФР-дефектоскопов и их производителю, агрессивная маркетинговая политика ряда фирм, выпускающих аппаратуру, предопределили недостаток знаний как у специалистов организаций, торгующих оборудованием, так и у потребителей, что способствовало возникновению заблуждений (мифов), к которым, например, относятся:

- полнота прозвучивания поперечного сечения ОК обеспечивается лишь за счет «качания» луча в нужных пределах;
- скорость линейного перемещения ФР-преобразователя при

сканировании ОК такая же, как скорость перемещения обычного преобразователя при осуществлении поперечно-продольного сканирования;

- первичной информацией при контроле с использованием ФР-преобразователей является изображение поперечного сечения ОК;
- излучение/прием продольных волн в материале ОК невозможно при использовании ФР-преобразователей и наклонных призм с закритическим углом и т.п.

Для приведения полного списка подобных мифов, составленного автором с коллегами в результате опроса сотен специалистов более чем в 60 странах, и их аргументированного опровержения может потребоваться не один месяц и не один выпуск журнала, а потому данный подход, по мнению автора, не рационален. В настоящей статье предпринята попытка систематизировать информацию об ультразвуковой дефектоскопии с использованием ФР и сформулировать общие требования к аппаратуре и схемам прозвучивания, исходя из безусловного приоритета полноты сканирования, без обеспечения которой невозможно говорить о надежности и производительности контроля разнообразных материалов и изделий.

Электронное управление лучом

Рассмотрим линейную ФР, состоящую из N элементов (рис. 1). Для определенности предположим, что решетка установлена на наклонную призму с закритическим углом β , и допустим, что M_E элементов ($M_E \leq N$) используются для излучения колебаний, формируя так называемую апертуру излучения. С учетом пренебрежимо малого расстояния между соседними элементами излучающей апертуры можно считать, что

размер линейной апертуры излучения в плоскости падения луча равен $M_E P$, где P – шаг решетки (pitch size), а ее площадь $S = M_E E$, где E – ширина элементов (elevation). Согласно блок-схеме ФР-дефектоскопа (рис. 2) каждый из элементов подключен к собственному генератору зондирующих импульсов. Синфазное возбуждение всех элементов апертуры излучения обеспечивает формирование акустического зондирующего импульса, эквивалентного тому, что был бы сгенерирован обычным монолитным прямоугольным пьезоэлементом размерами $M_E P \times E$, а угол β ввода поперечной волны в материале ОК так же, как и в случае использования монолитного пьезоэлемента, определяется соотношением Снеллиуса:

$$\alpha = \arcsin[(v_{S2}/v_{L1})\sin\beta], \quad (1)$$

где v_{L1} – скорость продольной волны в призме; v_{S2} – скорость поперечной волны в материале ОК. Электронное управление углом ввода возможно за счет возбуждения элементов апертуры излучения зондирующими импульсами, задержанными друг относительно друга по определенному закону (фазировки). Рассмотрим для определенности простейший случай возбуждения поперечной волны с углом ввода α_1 без электронной фокусировки (плоский фронт в ближней зоне, рис. 3, а, б).

Режим 1: $\alpha_1 > \alpha$.

Зондирующий импульс сначала подается на первый элемент апертуры с номером M_{E1} (нулевая задержка), а задержки τ_i для элемента с номером i , где i меняет значение в пределах от M_{E1} до $M_{E1} + (M_E - 1)$, определяются следующим образом:

$$\tau_i = P \sin(\beta_1 - \beta)(i - M_{E1})/v_{L1}, \quad (2a)$$

Режим 2: $\alpha_1 < \alpha$.

Зондирующий импульс сначала подается на последний элемент апертуры с номером $M_{E1} + (M_E - 1)$, а задержки τ_i для элемента с номером i , где i меняет значение в пределах от $M_{E1} + (M_E - 1)$ до M_{E1}

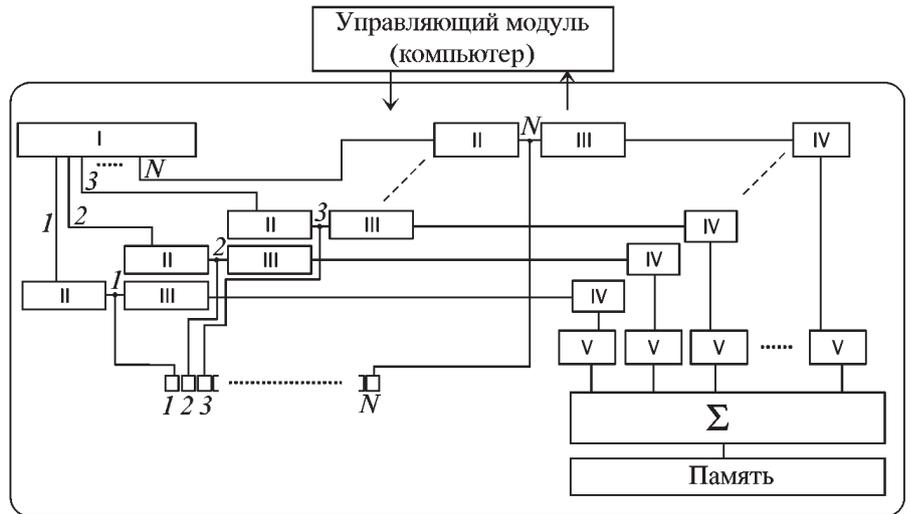


Рис. 2. Блок-схема ФР-дефектоскопа:
 I – синхронизатор; II – генератор зондирующих импульсов канала; III – приемный тракт канала; 1, 2, 3, ... N – номера каналов и элементов ФР; IV – АЦП канала; V – сдвиговый регистр канала; Σ – сумматор; память – быстрая буферная память (focal laws memory – память фокальных законов)

определяются следующим образом:

$$\tau_i = P \sin(\beta_1 - \beta)(M_{E1} + (M_E - 1) - i)/v_{L1}. \quad (2б)$$

Здесь

$$\beta_1 = \arcsin[(v_{L1}/v_{S2})\sin\alpha_1]. \quad (3)$$

При этом эквивалентная излучающая поверхность сохраняет плоскую форму, а ее эффективная площадь S_{EF} равна

$$S_{EF} = EP M_E \cos(\beta_1 - \beta). \quad (4)$$

На основании рассмотренного простейшего примера можно заключить, что электронное манипулирование углом ввода для заданной апертуры излучения сопровождается изменением:

- эффективной площади излучения;
- длины центрального луча в призме.

Очевидно также, что при критическом угле призмы возможно формирование не только поперечной, но и продольной волны под заданным углом в материале ОК, при этом угол падения β_{LL1} , формируемый электронным способом, определяется в соответствии с (3), где вместо скорости v_{S2} поперечной волны в материале

ОК используется значение скорости продольной волны v_{L2} :

$$\beta_{LL1} = \arcsin[(v_{L1}/v_{S2})\sin\alpha_1]. \quad (5)$$

Важно лишь, чтобы диапазон манипулирования задержками зондирующих импульсов относительно друг друга (диапазон фазировки) перекрывал все возможные значения формируемых временных сдвигов.

Не углубляясь в математические выкладки, заметим, что при излучении сфокусированного луча под заданным углом фазировка осуществляется по более сложным соотношениям, получаемым исходя из необходимости синфазного сложения волн, сформированных каждым из элементов апертуры излучения в определенной фокальной точке. При этом формируется вогнутая эквивалентная излучающая поверхность (рис. 3, в). Для ряда задач контроля, наоборот, применяется расфокусированное излучение с формированием выпуклой эквивалентной излучающей поверхности.

Прием сигналов ФР-преобразователем

Благодаря малому шагу линейной ФР (см. рис. 1) каждый из ее элементов является ненаправленным приемником. Для приема того или иного сигнала формируется так называемая приемная аперту-

МЕТОДЫ, ПРИБОРЫ, ТЕХНОЛОГИИ

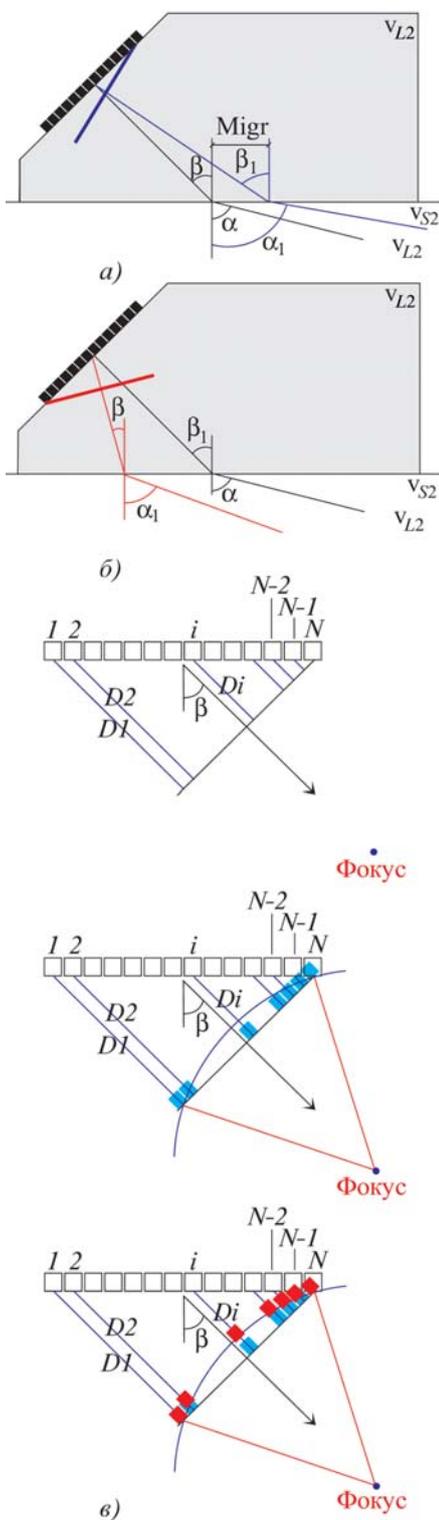


Рис. 3. Эффективная излучающая поверхность при электронном манипулировании ультразвуковым лучом (Migr – миграция точки выхода луча)

ра, которая характеризуется следующими параметрами:

- M_R – количество элементов, которое не обязательно должно быть равно M_E или N ; следует также отметить, что в зависимости от ожидаемых сигналов приемная апертура может полностью или частично совпадать с излучающей или не совпадать вообще;
- номера элементов, формирующих приемную апертуру (при $M_R < N$), т.е. их расположение внутри ФР; для линейной ФР достаточно задать номер стартового элемента;
- направление, с которого принимается сигнал (угол α_R);
- координаты фокальной точки;
- тип принимаемой волны (задается путем ввода скорости волны в материале ОК, например v_{S2} или v_{L2}).

Приемный тракт (см. рис. 2) обеспечивает усиление сигналов для каждого из элементов до уровня, достаточного для их оцифровки, после которой каждый из элементарных А-сканов представляет собой одномерный вектор (массив) A_J мгновенных значений амплитуды невыпрямленного сигнала, определенных с выбранной частотой квантования в течение заданного интервала времени: $A_{J1}, A_{J2}, \dots, A_{JQ}$. Здесь J – номер элемента ФР, а Q – количество значений мгновенной амплитуды сигнала, формирующих вектор:

$$Q = \text{TimeBase} \cdot F_{ADC},$$

где TimeBase – длительность интервала, а F_{ADC} – частота квантования.

Для выделения сигнала волны заданного типа, принимаемого с определенного направления с обеспечением желаемых координат фокальной точки, полученные числовые массивы складываются со сдвигом, причем временные задержки определяются по соотношениям, аналогичным приведенным для режима излучения, а шаги сдвига – путем умножения полученных значений задержек на частоту квантования. Вычисленные таким образом шаги сдвига реализуются сдвиговыми регистрами, и сфазированные должным

образом элементарные А-сканы суммируются; в результате в память загружается результирующий массив – суперпозиционный А-скан.

Таким образом, формирование суперпозиционного А-скана путем суммирования со сдвигом сигналов, воспринимаемых всеми элементами апертуры приема, повторяет физический процесс приема сигнала виртуальным монолитным пьезоэлементом, чей наклон, форма принимающей поверхности и эффективная площадь приема определяются перечисленными параметрами.

На основании рассмотренного простейшего примера можно заключить, что электронное манипулирование углом ввода для заданной приемной апертуры сопровождается изменением:

- эффективной площади приема;
- длины центрального луча в призме.

Первичная информация при УЗК с применением ФР и канальность ФР-дефектоскопов

Элементарные А-сканы, формируемые каждым из элементов приемной апертуры, представляют собой первичную физическую информацию, однако их анализ и оценка вне взаимной связи не имеют практического смысла. Поэтому первичной информацией при контроле с использованием ФР считается суперпозиционный А-скан, аналогичный формируемому обычным преобразователем с монолитным пьезоэлементом в течение одного цикла излучения/приема, а естественным требованием к ФР-дефектоскопу будет формирование одного суперпозиционного А-скана за один цикл излучения/приема, для чего электроника дефектоскопа должна быть оснащена достаточным количеством АЦП и сдвиговых регистров, обеспечивая фазировку и суммирование элементарных А-сканов в реальном времени в режиме on the fly («на лету»).

Первичной информацией при контроле с использованием ФР является суперпозиционный А-скан, аналогичный формируемому обычным преобразователем с монолитным пьезоэлементом в течение одного цикла излучения/приема.



а)

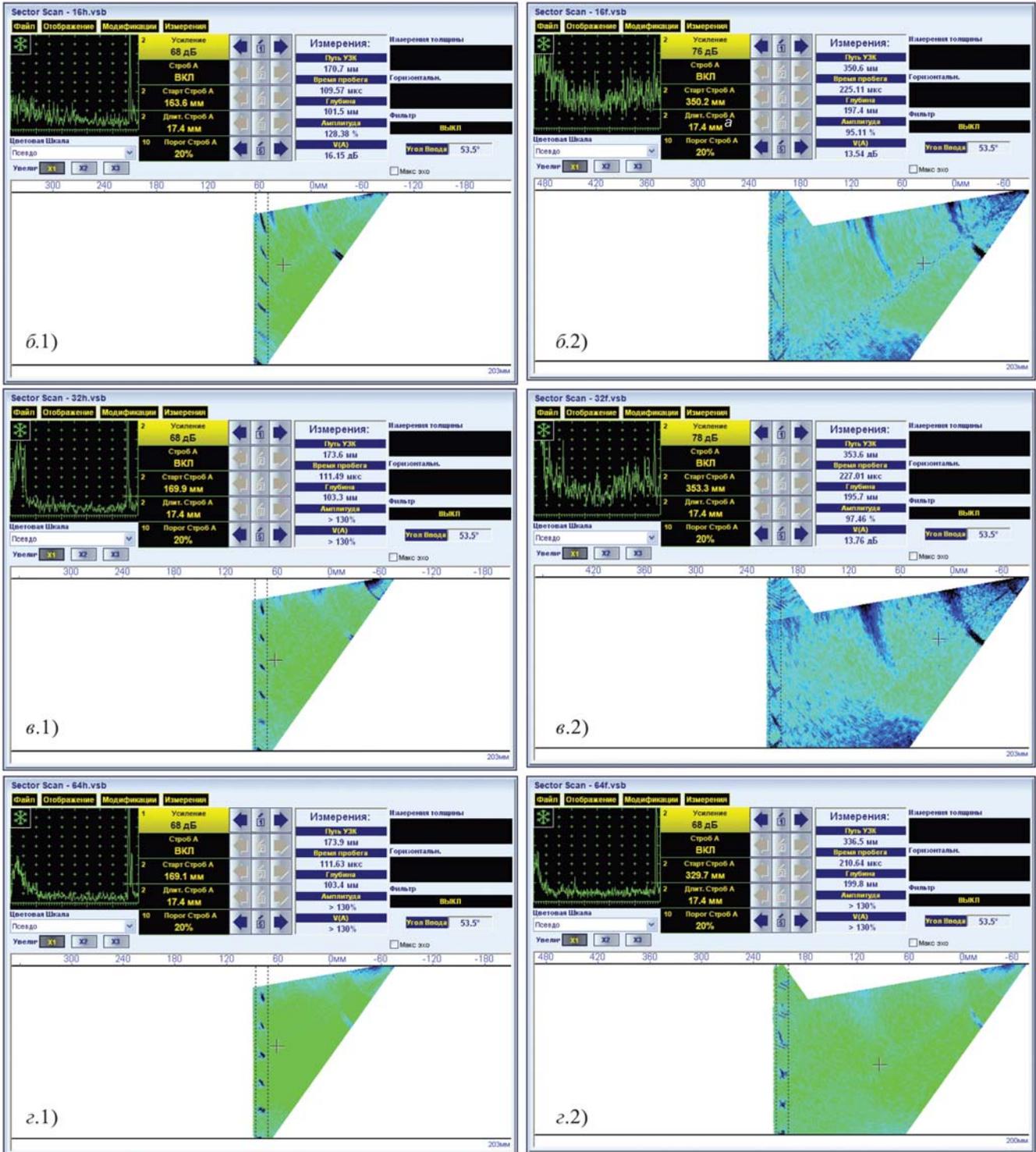


Рис. 4. Настраиваемый образец для контроля алюминиевых швов толщиной 200 мм в изделии специального назначения (а) и результаты сканирования способом качающегося луча для совмещенной апертуры излучения/приема 16:16 (б. 1 – прозвучивание прямым, б. 2 – прямым и однократно отраженным лучом), 32:32 (в. 1 – прямым, в. 2 – прямым и однократно отраженным лучом) и 64:64 (г. 1 – прямым, г. 2 – прямым и однократно отраженным лучом); частота – 5 МГц, шаг решетки – 1 мм, ширина элементов – 10 мм, угол призмы – 36°. Способ изображения – TTGI (true-to-geometry imaging). Фокусировка вдоль вертикальной линии по центральной оси шва

МЕТОДЫ, ПРИБОРЫ, ТЕХНОЛОГИИ

Показатели канальности ФР-дефектоскопов

Показатель	Обозначение	Пояснения
Количество каналов	N	Максимальный размер ФР, с которой способен работать прибор
Количество генераторов зондирующих импульсов	M	Предопределяет максимальный размер апертуры излучения. В малоканальных приборах (16), как правило, $M = N$ (например, $M:N = 16:16$). В приборах с большим количеством каналов $M \leq N$, например $M:N = 16:64$ или $32:128$, или $64:64$. При $M < N$ применяется мультиплексирование выходов генераторов на элементы ФР, что ограничивает гибкость прибора при реализации различных режимов работы. Применение матричных ФР эффективно при $M = N \geq 64$
Количество АЦП/сдвиговых регистров	N_{ADC} / N_{FIFO}	Данный показатель, как правило, не приводится рядом производителей ввиду того, что в большинстве приборов выходы приемного тракта мультиплексируются на входы АЦП. При мультиплексировании получение одного суперпозиционного А-скана в течение одного цикла излучения/приема колебаний осуществимо лишь для малой апертуры приема. Формирование сигнала для большей приемной апертуры возможно путем накопления в течение нескольких (≥ 2) циклов излучения/приема, что заставляет в разы снижать скорость сканирования в направлении, перпендикулярном плоскости падения луча, существенно ограничивая производительность контроля. Например, в некоторых ФР-дефектоскопах, конфигурация которых, согласно спецификации $M : N = 16 : 64$, имеется всего 4 АЦП, а потому формирование суперпозиционного А-скана при приемной апертуре, состоящей из 16 элементов, занимает по меньшей мере 4 цикла излучения/приема

Практический пример, подтверждающий важность наличия в ФР-дефектоскопе возможности излучения/приема с использованием как можно большей апертуры, иллюстрируется на примере контроля толстостенных алюминиевых швов специального назначения толщиной 200 мм. Фотография настроенного образца с боковыми сверлениями диаметром 3 мм и тонким пропилом глубиной 2 мм на донной поверхности показана на рис. 4, а. Рис. 4, б, в отображают результаты прозвучивания образца поперечной волной на частоте 5 МГц способом качающегося луча (секторное сканирование) для совмещенной апертуры излучения/приема, состоящей из 16, 32 и 64 элементов соответственно. Во всех трех случаях применялась одна и та же 64-элементная линейная ФР, установленная на 36°-ной призме. Преимущества использования режима 64 : 64 по отношению сигнал/шум и разрешающей способ-

ности очевидны, что достигается за счет максимальных эффективной площади излучения/приема и дальности фокусировки. Аналогичные преимущества режима 64 : 64 проявляются при контроле обычных швов, сварных стыков рельсов и т. д.

Реализация последовательности фокальных законов

Под фокальным законом понимают один цикл работы ФР-дефектоскопа для заданных апертуры излучения и приема с выше определенными параметрами, помимо которых каждый цикл характеризуется типичными для любого ультразвукового прибора (как ФР, так и обычного) настройками тракта излучения/приема, среди которых мощность, амплитуда и длительность зондирующего импульса, усиление и полоса частот приемника, задержка и длительность «развертки» (TimeBase) и т.п. Реализация каждого фокального закона завершается формиро-

ванием и запоминанием суперпозиционного А-скана в быстрой буферной памяти (см. рис. 2). Прозвучивание поперечного сечения ОК осуществляется путем реализации последовательности фокальных законов, в результате чего в буферной памяти накапливается набор суперпозиционных А-сканов, из которых формируется кадр изображения, соответствующий способу прозвучивания. В общем случае при реализации фокальных законов каждому из них могут быть присущи разные, не зависящие друг от друга, настройки тракта, а электроника ФР-дефектоскопа должна обеспечивать автоматическое переключение этих настроек с частотой посылок, т.е. при переходе от одного цикла излучения/приема к другому. Комбинация настроек тракта излучения/приема, необходимая для формирования кадра, также хранится в памяти фокальных законов в процессе формирования кадров поперечного прозвучивания.

Следует отметить, что такой параметр, как объем памяти фокальных законов, приводимый в спецификации любого ФР-дефектоскопа, не полностью характеризует возможности прибора, так как не менее важным является режим реализации памяти фокальных законов, однако многие фирмы-производители вообще не приводят эту информацию в своих рекламных и технических документах. Единственной причиной этому, по-видимому, является то, что архитектура большинства современных коммерчески доступных ФР-дефектоскопов заимствована из медицинских ультразвуковых приборов для диагностики мягких тканей, а потому в этих дефектоскопах каждый цикл излучения/приема реализуется практически с идентичными настройками тракта (за исключением задержки «развертки»), что неверно с методической точки зрения. Например, как следует из приведенного выше рассмотрения режимов излучения и приема колебаний с использованием ФР, при контроле способом качающегося луча (секторное сканирование) каждому фокальному закону соответствуют индивидуальные, отличные от других эффективная площадь излучения/приема и ход центрального луча по призме, а следовательно, и потери в призме (см. рис. 3, а, б). В дополнение к сказанному коэффициент прозрачности по энергии существенно зависит от угла ввода (рис. 5).

Названные факторы обуславливают необходимость индивидуальной подстройки усиления для каждого фокального закона. Аналогичная подстройка требуется и при контроле способом бегающего луча (линейное сканирование), когда сканирование осуществляется путем перемещения апертуры излучения/приема вдоль линейной ФР – в данном случае эффективная площадь излучения/приема остается неизменной, а факторами, определяющими необходимость индивидуальной подстройки усиления для каждого фокального закона, являются изменение потерь в призме вследствие разного хода центрального луча (рис. 6)

и неидентичность (в пределах допуска) элементов ФР, формирующих апертуру в каждом цикле излучения/приема. Процедура настройки коррекции усиления достаточно проста – в тех приборах, где это возможно, предусмотрен соответствующий диалог, позволяющий пошагово выполнить набор всех фокальных законов, подлежащих реализации, получив для каждого из них сигнал от эталонного отражателя, и привести амплитуды всех сигналов к одному и тому же уровню (рис. 7).

Для прозвучивания способом качающегося луча (секторное сканирование) в качестве эталонного отражателя используется вогнутая цилиндрическая поверхность; способом бегающего луча – боковое цилиндрическое сверление. При этом эталонный отражатель должен находиться за пределами ближней зоны, а для каждого нового фокального закона следует максимизировать амплитуду эхосигнала, чтобы скомпенсировать смещение точки выхода луча. Согласно существующим нормам кривая корректировки усиления должна быть задокументирована для каждого преобразователя и соответствующей процедуры контроля. Изготовители приборов, где режим индивидуальной подстройки усиления для каждого фокального закона отсутствует, пытаются решить эту проблему активизацией функции ВРЧ (TCG – time corrected gain) во временном интервале, соответствующем задержке призмы, однако такая подстройка весьма неточна, процедура настройки неочевидна, а кривая подстройки усиления не документируется.

Для обеспечения равномерности чувствительности в поперечном сечении ОК, прозвучиваемом за счет электронного управления лучом, ФР-дефектоскоп должен быть оснащен возможностью документирования (т.е. легко повторяемой) индивидуальной подстройки усиления для реализуемых фокальных законов.

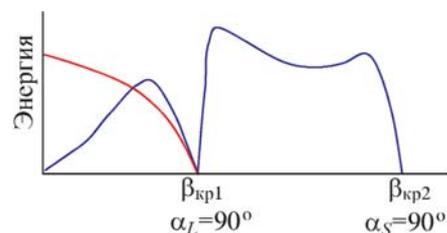


Рис. 5. Характер зависимости коэффициента прозрачности по энергии от угла ввода: красный и синий цвет – продольная и поперечная волны соответственно; $\beta_{кр1}$ и $\beta_{кр2}$ – первый и второй критические углы соответственно

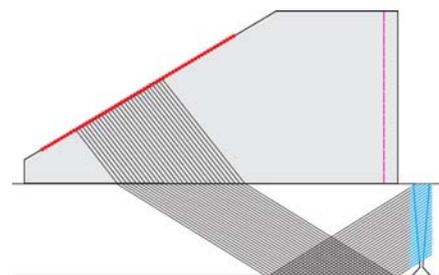


Рис. 6. Линейное электронное сканирование – способ бегающего луча: каждый фокальный закон реализуется со смещением апертуры на один элемент и сопровождается изменением хода луча по призме

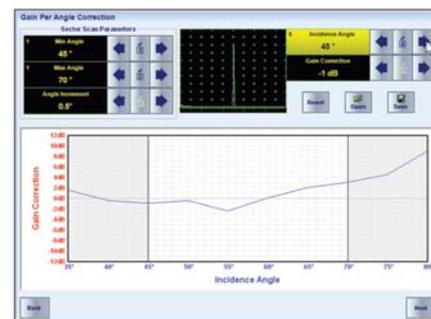


Рис. 7. Пример компенсации усиления при пошаговом манипулировании углом ввода луча – приведение максимизированной амплитуды эхосигнала от вогнутого цилиндрического отражателя к стандартному уровню

МЕТОДЫ, ПРИБОРЫ, ТЕХНОЛОГИИ

ВИХРЕТОВОЙ КОНТРОЛЬ РЕЗЬБ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ



ОПАНАСЕНКО Антон Валериевич

Ведущий инженер
по вихретоковой дефектоскопии НПП
«Промприбор», Москва

В настоящее время в связи с развитием буровых технологий разведка месторождений и добыча нефти и газа широко ведётся в Западно-Сибирской, Волго-Уральской, Тимано-Печорской нефтегазоносных провинциях, а также на Северном Кавказе и Дальнем Востоке.

Разработка новых мест бурения требует существенных экономических затрат, что в свою очередь повышает стоимость буровых работ. Среди множества факторов, определяющих технико-экономические показатели проводки и эксплуатации скважин, важное место занимает надёжность работы бурового оборудования (рис. 1) и инструмента, в частности бурильных труб. В условиях рыночной экономики чрезвычайно важно максимально использовать все резервы продления срока их службы, что положительным образом сказывается на снижении стоимости буровых работ.

Как известно, срок службы элементов бурильной колонны в основном определяется износоустойчивостью резьбовых замковых соединений. Таким образом, своевременная диагностика замковых резьб (рис. 2) элементов бурильной колонны в значительной мере сни-

зит и вероятность аварий, а также позволит повысить уровень безопасности буровых работ на нефтяных и особенно на газовых и газоконденсатных месторождениях.

Наиболее эффективными методами в комплексе неразрушающего контроля бурильных труб являются вихретоковый и ультразвуковой методы неразрушающего контроля.

Рассмотрим применение вихретокового метода контроля для диагностирования большинства типов резьбовых соединений бурильных труб с помощью портативного вихретокового дефектоскопа ВДЗ-71 производства НПП «Промприбор» (рис. 3).

Этот дефектоскоп прошёл с положительными результатами ряд производственных и сравнительных испытаний и был внесён в государственные реестры средств измерений России, Украины и ряда других стран. В настоящее время прибор ВДЗ-71 внесён также в отраслевой реестр ОАО «РЖД» по вагонному хозяйству на предмет контроля литых деталей вагонов, а также в реестры департамента локомотивного хозяйства и департамента пассажирского хозяйства. Дефектоскоп ВДЗ-71 уже в течение нескольких лет успешно применяется в различных отраслях промыш-



Рис. 1. Современная бурильная установка

шенности России, Украины, Белоруссии, Казахстана, Узбекистана, Франции, Великобритании, Польши, Китая, Индии.

Вихретоковый дефектоскоп ВДЗ-71 является универсальным и обладает всеми функциями, которыми оснащены более дорогостоящие дефектоскопы подобного класса зарубежного производства. Основными отличительными особенностями дефектоскопа ВДЗ-71 являются:

- широкие возможности визуализации и оценки результатов контроля;
- выявление дефектов с малой шириной раскрытия берегов трещины;
- автоматическое срабатывание звуковой и световой сигнализации при обнаружении дефекта;
- получение результатов контроля в реальном времени;
- контроль на больших скоростях сканирования (до 8 м/с);
- возможность отстройки от мешающих факторов, таких как шероховатость поверхности, изменение электромагнитных свойств материала и т. п.;
- условная оценка глубины дефектов с возможностью регистрации координат дефектов при подключенном датчике пути;
- возможность работы по грубым необработанным поверхностям;
- возможность контроля основного металла через слой герметика или лакокрасочного покрытия толщиной до 6 мм;
- режим двухсторонней связи с ПК;
- возможность сохранения настроек в памяти дефектоскопа;
- возможность сохранения результатов контроля и формирования электронных протоколов.

В связи с широкими возможностями дефектоскопа ВДЗ-71 основной вопрос состоял в изготовлении специализированных вихретоковых преобразователей (ВТП) и работоспособного сканирующего устройства. Главной задачей разработки ВТП было уверенное выявление эксплуатационных трещин в межвитковой канавке, в то время как сканирующее устройство должно было упростить процесс кон-

троля и обеспечить однозначное положение ВТП относительно профиля резьбы.

Для имитации реальных дефектов на фрагментах труб с конической резьбой (шаг 4 мм) электроэрозионным методом были выполнены искусственные дефекты (ИД) протяженностью 5 мм и различной глубины. Дефекты имели форму прямоугольного паза, расположенного в межвитковой канавке глубиной 0,25 и 0,5 мм и шириной 0,1 мм.

После ряда экспериментов наилучший результат был достигнут с помощью трансформаторного ВТП дифференциального типа. Для надежного и однозначного позиционирования чувствительного элемента в межвитковой канавке корпус рабочей части ВТП был выполнен по форме профиля резьбы.

Внешний вид сканера для контроля наружной конической резьбы представлен на рис. 5.

Для механизированного контроля внутренней конической резьбы предложена конструкция сканера, представленная на рис. 6.

Геометрия колес разработанных сканеров в точности повторяет профиль контролируемой резьбы, за счет чего сканеры надежно располагаются на контролируемом объекте. Для дефектоскопии внутренней и наружной резьб предлагается использовать различные сканеры, каждый из которых предназначен для контроля резьбы с определенным шагом. В то же время один сканер может устанавливаться на трубах различного диаметра с резьбой одного типоразмера. Настройка сканера под различные диаметры осуществляется с помощью регулировочных механизмов (см. рис. 5).

Контроль наружной резьбы проводится в ручном режиме. Дефектоскопист выбирает преобразователь со сканирующим устройством для контроля резьбы с определенным шагом, выставляет рабочую частоту преобразователя, коэффициент усиления, напряжение возбуждения ВТП. Затем сканер устанавливают на участок резьбы СОП перед искусственным дефектом, выставляют необходимую высоту упорного



Рис. 2. Бурильные трубы



Рис. 3. Портативный вихретоковый дефектоскоп ВДЗ-71



Рис. 4. Стандартные образцы предприятия (СОП) для контроля конической резьбы

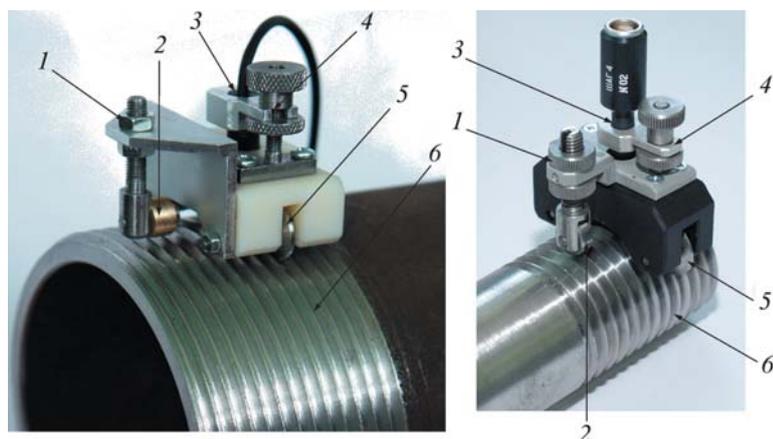


Рис. 5. Сканирующие устройства для контроля наружной конической резьбы буровых труб:

1 – регулировочный механизм для регулировки высоты упорного ролика; 2 – упорный ролик; 3 – место установки ВТП; 4 – регулировочный механизм для изменения расстояния между ВТП и объектом контроля; 5 – направляющие ролики; 6 – резьба

ролика 2 (см. рис. 5) с помощью регулировочного механизма 1, а также зазор между ВТП и объектом контроля посредством регулировочного механизма 4. Требуемый браковочный уровень устанавливается по сигналам, полученным при многократном пересечении сканером искусственного дефекта в СОП, после чего можно переходить к проверке объекта контроля.

Для контроля внутренней резьбы дефектоскопист выполняет настройку сканера, схожую с настройкой сканера для контроля наружной резьбы.

Возможны два варианта контроля наружной резьбы:

- дефектоскопист перемещает сканер по винтовой траектории по резьбе вручную;
- объект контроля вращается, а дефектоскопист удерживает сканер с преобразователем, который совершает движение по винтовой траектории.

При превышении сигналом от ВТП порогового уровня срабатывает звуковая и световая сигнализация. В случае обнаружения дефекта дефектоскопист может сохранить дефектограмму контроля в памяти прибора для последующей распечатки электронного протокола.

Документализация результатов контроля – сохранение в памяти

дефектоскопа ВДЗ-71 и последующая передача их на ПК – дает возможность создать базу данных по проконтролированным буровым трубам с возможностью длительного хранения и воспроизведения в необходимый момент времени для сравнения с полученными результатами, дальнейшего мониторинга состояния трубы и прогнозирования остаточного ресурса.

Успешный опыт применения ВТП в комплекте со сканирующими устройствами и дефектоскопом ВДЗ-71 для контроля буровых труб позволяет сделать обоснованный вывод о возможности применения этого комплекта (при условии соответствующей адаптации сканера и ВТП) для контроля большинства типов существующих резьб, выполненных на различных изделиях.

Заключение

Использование вихретокового дефектоскопа ВДЗ-71 в комплекте со специализированными ВТП и сканерами дает возможность:

- проводить контроль большинства типов существующих резьб, выполненных на трубах, цилиндрах и других изделиях;
- выявлять трещиноподобные дефекты в межвитковых канавках резьб различных типов;
- оценивать глубину обнаруженных дефектов;
- предотвращать необоснованные ремонты, уменьшать расходы на контроль и замену деталей;
- сохранять результаты контроля и создавать электронные протоколы контроля;
- проводить мониторинг состояния резьбовых соединений.

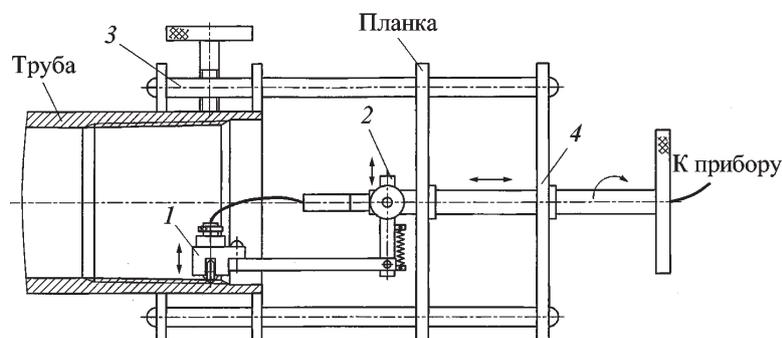
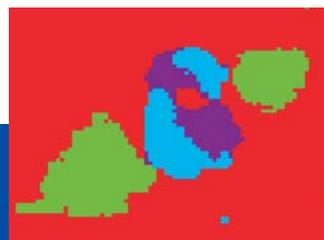
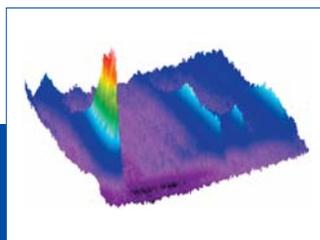
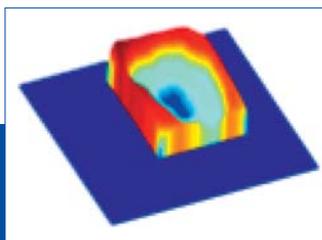
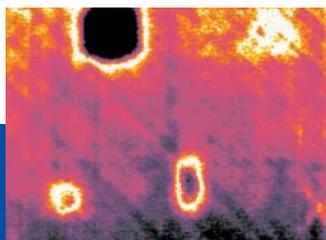


Рис. 6. Устройство для механизированного контроля внутренней конической резьбы буровых труб:

1 – сканер для контроля внутренней резьбы; 2 – механизм установки блока датчика на нужный диаметр; 3 – устройство крепления сканера на трубе; 4 – механизм вращения блока датчика



ЗАМЕТКИ ОБ ИСТОРИИ, СОВРЕМЕННОМ СОСТОЯНИИ И ТЕНДЕНЦИЯХ РАЗВИТИЯ ТЕПЛОВОГО КОНТРОЛЯ



ВАВИЛОВ Владимир Платонович
Институт неразрушающего контроля,
Томский политехнический университет

Может быть, также небес светильник розовый
Солнце Множеством жарких огней обладает, невидимых нами,
Что окружает его совершенно без всякого блеска,
Лишь умножая своей теплотою лучей его силу.

Тит Лукреций Кар «О природе вещей»

Краткая история инфракрасной термографии и теплового контроля

В научно-технической литературе принято считать, что инфракрасное (ИК) излучение было открыто в 1800 г. сэром У. Гершелем (Herschel), служившим астрономом при дворе английского короля Георга III. Однако еще до рождения Христова существование невидимых тепловых лучей было предсказано римским поэтом и философом Титом Лукрецием Каром в его знаменитой поэме «О природе вещей» («De Reum Natura»). В 1696 г. итальянский исследователь Делла Порта (Della Porta) обратил внимание, что тепло горячей свечи фокусируется большими серебряными вазами, размещенными в церквях. В 1770 г. французский ученый М. Пикте (Pictet) описал свои знаменитые эксперименты по фокусированию «тепла» и «холода». Также задолго до Гершеля Михайло Ломоносов, изучая проблему невидимого света, предложил телескоп для ночного видения (tubo noctoptico) и разработал зеркала с высоким коэффициентом отражения. В 1829 г. Л. Нобили (Nobili) разработал первую термопару, а Д. Гершель (Herschel), сын У. Гершеля, предложил устройство для визуализации теплового излучения. Данное устройство, названное эвапорографом, использовало зависимость интенсивности испарения летучих веществ от мощности сфокусированного излучения.

Наконец, утверждение теории теплового излучения в ее современном виде относится к 1900 г., когда М. Планк (Planck) вывел формулу спектрального распределения мощности излучения абсолютно черного тела. Параллельные теоретические исследования проводили А. Эйнштейн (Einstein), Г. Кирхгоф (Kirchhoff), В. Вин (Wien), Б.Б. Голицын и др., что обеспечило быстрый прогресс ИК-технологий между мировыми войнами. В Первую мировую войну С. Хоффманн (Hoffman) обнаруживал человека на расстоянии 120 м.

В России на базе работ С.И. Покровского, Б.П. Козырева, В.А. Гурова и других уже к 1934 г. были созданы береговые системы обнаружения, которые использовали термоэлементы и фокусирующие зеркала диаметром до 1,5 м. Первый бортовой оптико-механический тепловизор был разработан компанией Barnes (США) в 1954 г. Уже в 1960-е гг. была достигнута температурная чувствительность тепловизоров 0,1 °С при частоте кадров 30 Гц. В эти годы в России М.М. Мирошников и М.А. Собакин продемонстрировали сканирующий ИК-радиометр с чувствительностью 0,03 °С. Энергетический кризис 1970-х гг. стимулировал появление измерительных тепловизоров в Швеции.

Европейский прогресс в области тепловидения в 1970-1990 гг. обеспечивался коммерческой продукцией

шведской фирмы AGA (затем AGEMA Infrared Systems, ныне FLIR Systems). В 1986 г. эта фирма выпустила тепловизор с термоэлектрическим холодильником, что существенно улучшило пользовательские характеристики этих приборов. Например, модель 1988 г. Thermovision-400 массой 7 кг в течение нескольких лет оставалась непревзойденным прибором для наружной съемки. В конце 1980-х гг. американские военные разработки в области матричных ИК-детекторов стали доступными для гражданского применения. В те годы за рубежом были популярны тепловизоры фирмы Inframetrics, США, использовавшие миниатюрные холодильники Стирлинга. В России по-прежнему расширялись продажи продукции фирмы AGEMA Infrared Systems, разработавшей модели 500-й серии на базе неохлаждаемых матриц, в результате чего углубился разрыв между отечественной ориентацией на тепловизоры оптико-механического типа (известный российский тепловизор «ИРТИС») и мировой тенденцией перехода на матричные приборы. В начале XX в. появились тепловизоры, в которых были применены ИК-детекторы на квантовых ловушках, а число чувствительных элементов в матрицах достигло 640 480 и более при частоте полных кадров до 1 кГц. В эти же годы появились отечественные охлаждаемые матричные тепловизоры, однако проблема неохлаждаемых микроболометрических матриц в России до сих пор полностью не решена, несмотря на ведущиеся разработки ряда организаций (например, ИФП СО РАН).

В свою очередь, тепловой неразрушающий контроль (ТНК) представляет собой одну из областей промышленного применения ИК-термографии, история которой начинается с 1930-х гг., когда Д. Никольс (Nichols) предложил оценивать качество горячего проката путем исследования поверхностного температурного поля, а П. Верно (Vernotte) разработал динамическую процедуру определения теплофизических свойств человеческой кожи. В 1960-е гг. тепловидение начали применять для инспекции электрических установок и радиоэлектронных компонент. Одна из первых процедур активного ТНК, т.е. с использованием внешней тепловой стимуляции объектов контроля, была предложена в 1965 г. У. Беллером (Beller) при испытаниях корпусов ракет «Поларис». В 1967 г. Д. Грин (Green) выполнил базовые исследования по ТНК ТВЭЛов, в которых существенное внимание было уделено решению проблемы коэффициента излучения. В те же годы, с началом космической гонки и расширенного применения композиционных материалов, тепловой контроль привлек интерес специалистов авиакосмической отрасли, в результате чего при Американском обществе неразрушающего контроля (ASNT) был образован Комитет ИК-контроля.

К концу 1970-х гг. ТНК опирался в основном на ИК-технологии и не располагал собственной теоретической базой. Конкурентоспособность этого метода повысилась после внедрения «теплофизического» подхода, основанного на использовании методов теории теплопроводности. Основы этой теории были обобщены на Западе в ставшей «библией» теплофизиков книге

Г. Карслоу и Д. Егера (Carslaw, Jaeger) [1] и ее российским аналоге монографии А.В. Лыкова [2]. Решения ряда одно-, двух- и трехмерных задач активного ТНК были получены в те годы Д. Балажа (Balageas) [3], В.П. Вавиловым и Р. Тейлором (Taylor) [4], П. Маклафлином и Г. Мирчандани (MacLaughlin, Mirchandani) [5], Ю.А. Поповым и А.Е. Карпельсоном [6] и др.

В технической диагностике преимущества ИК-термографии оказались бесспорными, в то время как активный ТНК испытывал периоды подъема и спада. Растущий интерес к этому методу в последние годы обусловлен взрывообразным расширением номенклатуры тепловизоров и достижениями в области компьютерной обработки результатов контроля.

Современные тепловизоры

В настоящее время ИК-термография и ТНК представляют собой высокотехнологичную сферу теоретических и прикладных исследований, которая объединяет достижения в области теплопередачи, ИК-технологии, материаловедения и цифровой обработки сигналов. Интерес к тепловидению обусловлен его универсальным характером, высокой производительностью испытаний и безопасным характером функционирования.

Общую информацию о мировых производителях тепловизоров можно найти на интернет-сайте www.directindustry.com. Ведущие производители применяют гибкую ценовую политику, в результате чего цена тепловизионных систем существенно зависит от размера матрицы и комплектации: наличия дополнительной оптики, программного обеспечения, фильтров и других аксессуаров. Цены на измерительные и показывающие тепловизоры сбилились и достигли уровня бытовой электроники высокого класса. Значительное число моделей располагается в диапазоне цен от 100 до 300 тыс. руб., хотя их основной областью применения является диагностика электрооборудования. Цена универсальных тепловизоров обычно составляет 400–700 тыс. руб., а для элитных моделей она достигает 1,5 млн руб. Для научных исследований разработаны гибкие тепловизионные комплексы, например, фирмы CEDIP-FLIR Systems, цена которых может достигать 10 млн руб. Основными мировыми поставщиками измерительных тепловизоров являются фирмы FLIR Systems, NEC Avio, Electrophysics, Jenoptik, SAT Infrared, Wuhan Guide, Dali, Testo, Fluke, Mikron, XenICs, Raytheon и ряд других.

Современные тепловизоры второго поколения реализуют модульный принцип построения и используют как охлаждаемые, так и неохлаждаемые матричные ИК-детекторы. В настоящее время достаточно приобрести так называемый тепловой модуль (core) с ИК-объективом, чтобы, подключив стандартный монитор, получить показывающий тепловизор. Разработка измерительных тепловизоров является сложной технической задачей, в особенности в случае неохлаждаемых матриц. Можно сказать, что в полной мере эта задача не решена даже ведущими производителями, вследствие чего наименьшая достигнутая основная погрешность составляет всего $\pm 1\%$ или $\pm 1^\circ\text{C}$, в то

время как температурная чувствительность может достигать 10 мК.

ИК-тепловизоры (камеры) по областям применения подразделяются на:

- 1) приборы ночного видения для военных целей, ИК-аэросъемки, пожарной съемки и т.п. (тепловизоры PalmIR-250 от Raytheon, Night Conqueror от Cincinnati Electronics и др.);
- 2) измерительные тепловизоры, используемые в технической диагностике и неразрушающем контроле (приборы общего применения и модули, например ThermoCAM P640 и ThermoVision A40 от FLIR Systems, TH-9100 Pro от NEC Avio, Testo-880 от Testo и др.);
- 3) измерительные компьютерные комплексы, обеспечивающие весьма высокую температурную чувствительность и частоту кадров (ThermoCAM SC 6000 от FLIR Systems и SC 7000 от FLIR-CEDIP).

Диапазон характеристик современных тепловизоров иллюстрируется рис. 1, где класс экономичных приборов представлен моделью i3, продававшейся в России в 2011 г. по цене 39 тыс. (!) руб. (что, строго говоря, было специальной акцией), и системой для научных исследований SC7000, цена которой со множеством аксессуаров может достигать 11 млн руб. (!).

Источники тепловой стимуляции

Наряду с прогрессом тепловизоров в качестве средств измерения температуры, эффективность ТНК по-прежнему существенно зависит от оптимизации источников тепловой стимуляции (источников нагрева или охлаждения). Оптический нагрев остается наиболее используемым во многих процедурах ТНК, в особенности там, где требуется мощный импульсный нагрев. Обычно для импульсного оптического нагрева применяют ксеноновые импульсные лампы, собираемые в батарею и имеющие мощность до 1,6 кДж каждая (длительность светового импульса около 5 мс). В этом случае необходимо обеспечить высокую степень поглощения оптической энергии, например, путем чернения изделий.

В последнее десятилетие стали популярными другие способы тепловой стимуляции. Прежде всего, речь идет об ультразвуковой (УЗ) синхронной и импульсной ИК-термографии (английские термины: ultrasonic lock-in и burst thermography, sonic IR imaging и thermo-sonics, торговые марки: VibroIR и SonicIR). Метод является развитием так называемой вибротермографии, будучи основанным на тепловых феноменах, сопровождающих механический гистерезис и внутреннее трение. Последний эффект оказался наиболее эффективным при обнаружении трещин малого раскрытия (в то время как широкие трещины генерируют тепло в устьях, что позволяет прогнозировать направление развития трещин). Обычно стимуляцию осуществляют с помощью пьезоэлектрических или магнитострикционных устройств мощностью до нескольких киловатт на частоте около 22 кГц, однако в Японии выполнены многообещающие исследования по обнаружению трещин в металлических фермах



Рис. 1. Современные тепловизоры (не в масштабе, не с целью рекламы): а – тепловизор FLIR i3 (формат матрицы 60 60, спектральный диапазон 7,5...13 мкм, температурная чувствительность <150 мК, полная частота кадров 9 Гц, масса 0,34 кг); б – тепловизионная система FLIR-CEDIP SC7000 для научных исследований (формат матрицы 320 240 или 640 512, спектральный диапазон 3...5 или 8...12 мкм, температурная чувствительность <18 мК, полная частота кадров 380 Гц (до 30кГц в режиме окна), масса 4,95 кг)

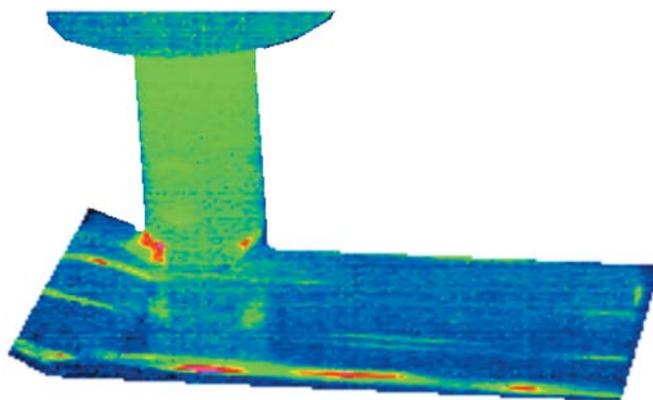


Рис. 2. ИК-термограмма образца из углепластика с продольными трещинами

автомобильных мостов, которые подвергаются циклическому нагружению за счет прохождения по ним грузовых автомобилей. Исследования, проведенные в Ливерморской национальной лаборатории США, Университете Уэйна (США), Штуттгартском университете (Германия) и в последнее время в Томском политехническом университете, показали, что создаваемая при УЗ-стимуляции карта дефектов существенно отличается от случая оптического нагрева за счет выборочной стимуляции дефектов различного типа. Основная проблема метода – возможность перехода неразрушающего контроля в разрушающий при достаточно большой мощности ультразвука. Привлекательная черта метода – его применимость к неокрашенным металлическим изделиям сложной формы, где возможно образование усталостных трещин.

На рис. 2 показана характерная термограмма пластины из углепластика с многочисленными трещинами, стимулируемой ультразвуком с помощью магни-

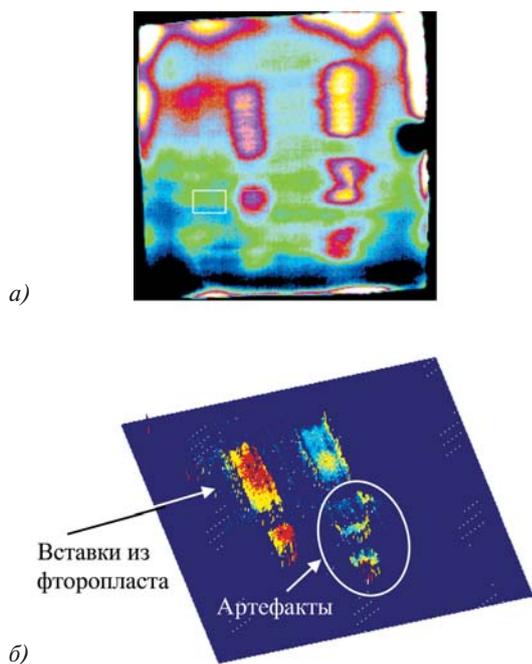


Рис. 3. Односторонний ТНК стандартного образца из углепластика толщиной 1 мм:
 а – оптимальная исходная ИК-термограмма;
 б – тепловая томограмма слоя 0,6–1,0 мм

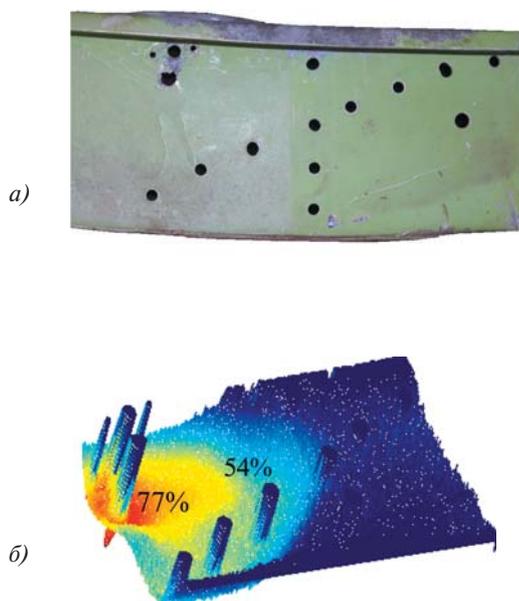


Рис. 4. Количественная оценка коррозии задней стенки авиационной алюминиевой панели толщиной 2 мм тепловым методом:
 а – лицевая поверхность панели;
 б – ИК-термограмма, преобразованная в распределение коррозионного уноса материала, %

тострикционного преобразователя; отчетливо виден слегка нагретый корпус преобразователя и несколько продольных трещин, создающих сигнал до 3 С при практически холодном изделии; характерные тепловые аномалии также имеют место на краях изделия.

Другая новая разновидность ТНК комбинирует ИК-термографию и вихретоковую стимуляцию металлов, что позволяет обнаруживать поверхностные и неглубокие трещины. Данный метод применим также к углепластиковым композитам и С/С-SiC керамикам.

Обработка ИК-термограмм

Повышение потенциала ТНК напрямую связано с использованием современных методов обработки температурной информации, которую представляют в виде трехмерного вектора данных, причем одна размерность вектора есть номер термограммы, или время.

Стандартная обработка одиночных термограмм не отличается от обработки изображений другого типа – оптических, рентгеновских, ультразвуковых и т.п. Также имеется значительное число алгоритмов обработки динамических данных как стандартных, так и специальных, в частности основанных на особенностях механизма теплопроводности в телах с дефектами. Наиболее часто применяют следующие процедуры:

1) метод оптимального детектирования (ТНК при достижении максимальных сигналов в дефектных зонах);

2) метод раннего детектирования (сигнал над дефектами мал, но вследствие слабой диффузии тепла хорошо воспроизводятся форма и края дефектов);

3) нормализация данных (подавление эффекта неравномерного нагрева);

4) одно- и двумерный Фурье-анализ;

5) вейвлет-анализ, близкий к преобразованию Фурье, но позволяющий позиционировать дефектные сигналы не только по частотам, но и во времени (корни данного метода прослеживаются к периоду «вейвлет-революции» конца 1980-х гг.);

6) внедрение в ТНК-принципов томографического анализа;

7) полиномиальная или экспоненциальная аппроксимация зашумленных данных (разновидность метода реконструкция термографического сигнала с использованием полиномиальной аппроксимации и производных; способ запатентован фирмой Thermal Wave Imaging, США);

8) метод анализа главных компонент, который, по мнению автора, является наиболее эффективным, наряду с Фурье-анализом, методом повышения отношения сигнал/шум и снижения избыточности информации;

9) использование элементов искусственного интеллекта, в особенности нейронных сетей.

В качестве примера реализации метода тепловой томографии на рис. 3 приведена томограмма трех дефектов в углепластике на глубине 0,8 мм в сравнении с оптимальной исходной термограммой. На изображении отмечено несколько артефактов, которые в

данном случае возникают в виде тепловых «отпечатков» дефектов, находящихся вне выделенного слоя.

Определенный прогресс достигнут в разработке алгоритмов тепловой дефектометрии. Большинство исследований в этой области не вышло за пределы лабораторий, поскольку строгое решение обратных задач теплопроводности сопряжено со значительными вычислительными трудностями. В ИНК ТПУ разрабатываются более простые и практически целесообразные алгоритмы, которые, как правило, выражаются формулами, полученными в результате решения множества прямых задач ТНК. Фактически данные алгоритмы переводят ИК-термограммы в изображение требуемого параметра скрытых дефектов. Например, на рис. 4 показана карта коррозии авиационной алюминиевой панели, где в отличие от исходной ИК-термограммы пиксельные значения выражают унос материала в процентах.

Области применения ТНК

Согласно мнению Л.З. Криксунова, известного советского эксперта в области ИК-технологий и автора превосходного справочника 1980-х гг. [7], следует отметить, что описать фактические и потенциальные применения ТНК невозможно даже в солидной монографии. Ограничимся тривиальным утверждением, что ИК-термографическая техническая диагностика в промышленности, а также многочисленные аспекты ночного видения доказали свою универсальность и экономическую значимость при контроле энергообъектов, в особенности электроустановок, трасс трубопроводов, зданий и сооружений, лесных пожаров, металлургии и т.д. Именно в указанных областях объем методических документов на уровне национальных и международных стандартов весьма значителен (стоит упомянуть стандарт ISO 9869-1998 «Тепловая изоляция. Элементы строительных конструкций. Определение теплового сопротивления и тепловой проводимости в условиях эксплуатации», а также разрабатываемый в настоящее время с участием автора стандарт ISO по испытаниям электрооборудования).

В свою очередь, активный ТНК материалов является быстро развивающейся, по крайней мере в передовых странах, областью неразрушающих испытаний, что в первую очередь вызвано расширяющимся применением композиционных материалов и теплозащитных покрытий в авиакосмической, энергетической и приборостроительной отраслях промышленности. В таких материалах тепловой метод выявляет дефекты, не обнаруживаемые традиционными методами; более того, уникальная производительность ТНК позволяет проверять до 100 % поверхности объектов контроля, что весьма важно, например, в авиации. Поэтому усиливается роль ТНК в качестве скринингового метода, дополняющего другие методы испытаний.

В авиакосмической промышленности основные области применения ТНК представляют собой:

1) обнаружение воды в сотовых панелях эксплуатируемых самолетов и теплоизоляции космических челноков;

2) контроль скрытой коррозии алюминиевых панелей самолетов, прежде всего заклепочных и клеевых соединений;

3) обнаружение производственных и эксплуатационных дефектов в композиционных панелях и заплатках при ремонте, а также в сотовых конструкциях (отслоение сот, заполнение ячеек клеем и т.п.);

4) контроль турбинных лопаток (блокировка каналов, дефекты теплозащитных покрытий и усталостные трещины);

5) общие испытания ракет и космических челноков на стартовой площадке и в открытом космосе.

Эти же области применения характерны при испытаниях судов, изготовленных из композиционных материалов.

Контроль качества сварки осуществляют несколькими способами. Наблюдение процесса сварки в ИК-диапазоне позволяет оптимизировать параметры сварки. Сварные соединения проверяют на наличие пор, трещин и так называемых «целующихся» дефектов (последние характерны для диффузионной сварки). По-видимому, в ближайшем будущем появятся портативные тепловые дефектоскопы для контроля точечной сварки в автомобильной промышленности.

Тепловой контроль коррозии толстостенных стальных оболочек наземных цистерн, резервуаров и трубопроводов находится в стадии развития. Принципы контроля разработаны, но проблема нагрева массивных неокрашенных или окрашенных светлой краской изделий из стали ожидает практического решения, в частности из-за сравнительно низкого коэффициента излучения/поглощения оптического излучения. В ряде случаев, как отмечалось выше, нагрев металлов можно проводить, например, с помощью вихревых токов или ультразвука. Существуют также области применения активного ТНК, заслуживающие отдельного обзора, например диагностика объектов искусства, обнаружение противопехотных мин и др. [8].

Тенденции развития ТНК

В отношении ИК-тепловизоров постоянной тенденцией является дальнейшее улучшение температурной чувствительности и пространственного разрешения, а также повышение быстродействия (частоты смены термоизображений). Такие тепловизоры позволяют контролировать высокотемпературные материалы, в которых избыточные температуры и сигналы в дефектных зонах имеют малую амплитуду. По-видимому, более эффективными и доступными станут тепловизионные модули в качестве базового элемента портативных устройств ТНК с гибкой архитектурой. Кроме того, измерительные задачи ТНК требуют улучшения метрологических характеристик тепловизоров.

Продолжится разработка новых способов и устройств тепловой стимуляции с целью снизить шум радиационной природы. В ряде случаев весьма эффективной представляется ультразвуковая стимуляция структурных неоднородностей материалов. При этом необходимо соблюдать компромисс между увеличением поглощенной энергии и неразрушающим характером.

ром испытаний. В случае металлов, в особенности прутков и труб эффективен индукционный нагрев. Лазеры, которые до сих пор редко использовались в практическом ТНК, могут испытать возрождение в качестве мощного и гибкого источника оптического нагрева, работающего вне спектрального диапазона чувствительности тепловизоров. Определенный интерес могут представить мощные светодиоды, которые хорошо вписываются в архитектуру устройств практического контроля.

Обработка результатов контроля будет по-прежнему направлена на улучшение отношения сигнал/шум. В качестве простых и эффективных процедур обработки данных утвердились Фурье-анализ и метод анализа главных компонент, которые могут быть дополнены применением нейронных сетей. Параллельно будут развиваться алгоритмы тепловой дефектометрии, а экспоненциальный рост мощности компьютеров позволит практически применять метод нелинейной многопараметрической подгонки, позволяющий оценивать параметры как самого контролируемого материала, так и процедур испытаний: температуропроводность материала, поглощенную энергию, коэффициент теплообмена со средой и др. Появятся трехмерные алгоритмы дефектометрии, т.е. такие, которые учитывают размеры оцениваемых дефектов.

Тепловой контроль подтвердит свою роль в качестве скринингового метода, однако, если описанные выше проблемы ТНК будут успешно решены, то в некоторых случаях этот метод может доказать свою уникальность. Параллельно будет усиливаться тенденция к синтезу данных, полученных различными методами неразрушающих испытаний.

Настоящая статья написана по результатам исследований, полученных в ходе выполнения проекта № 11.519.11.6015 в рамках федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2013 годы».

Библиографический список

1. Carslaw H.S., Jaeger T.S. Conduction of heat in solids. Oxford: Oxford Univ. Press, 1959. 580 p.
2. Лыков А.В. Теория теплопроводности. М.: Высш. шк., 1967. 604 с.
3. Balageas D.L., Krapez J.-C., Cielo P. Pulsed photo-thermal modeling of layered materials. // J. Appl. Phys. 1986. V. 59. No. 2. P. 348–357.
4. Vavilov V., Taylor R. Theoretical and practical aspects of the thermal NDT of bonded structures // Res. Techn. in NDT: V. 5 / ed. by R. Sharpe. London: Academic Press, 1982. P. 239–280.
5. MacLaughlin P.V., Mirchandani H.G. Aerostructure NDT evaluation by thermal field detection (Phase II): Final Rep. / AIRTASK, Naval Air System Command AIR-310G. Wash., 1984. 198 p.
6. Попов Ю.А., Карпельсон, Строков В.А. и др. Тепловой контроль качества многослойных изделий // Дефектоскопия. 1976. № 3. С. 76–81.
7. Криксунов Л.З. Справочник по основам инфракрасной техники. М.: Сов. радио, 1978. 400 с.
8. Вавилов В.П. Инфракрасная термография и тепловой контроль. М.: ИД «Спектр», 2009. 543 с.

«ВакуумТехЭкспо 2012», ведущая выставка вакуумной отрасли

Москва, КВЦ «Сокольники», 10–12 апреля 2012 г.

Организатор выставки: компания МВК в составе группы компаний ITE.

Генеральный спонсор выставки: компания «Интек-Аналитика».

При поддержке НИИ вакуумной техники им. С.А. Векшинского.

Ежегодно участники выставки демонстрируют уникальные достижения в области вакуумных машин, техники, материалов и технологий. Уже подтвердили свое участие такие компании, как: «Интек Аналитика», «БЛМ Синерджи», «Криосистемы», GNB Corporation, «Глинвед Ра-ша», «ЭМЭСЭИЧ ТЕХНО», «Гертнер Сервис» (OERLIKON), «Руснанохим», «ФерриВатт», «Актан», «Тако Лайн», «Вакуумаш», ТД «ОТТОМ», ООО «Буш Вакуум Россия», «ЭлекТрейд-М», ООО «Изовак», Vacuum Research Corporation, JLS Chemical, завод «Измеритель», ООО «ВТТ», ООО «Форвак», ООО «Вакуум – Сервис», CCS Services, VACOM, «ЭСТО Вакуум», «Сигм Плюс», LewVac LLP, Pfeifer Vacuum и многие другие.

Во время работы выставки пройдет VII Международная научно-техническая конференция «Вакуумная техника, материалы и технология», в рамках которой будут обсуждаться следующие темы: вакуумные технологии и оборудование, нанотехнология и биотехнология, вакуумная техника и аэрокосмический комплекс, новые технологии формирования тонких пленок, методики и исследования, технологическое оборудование, криогенная и криовакуумная техника.

Организаторы прилагают максимум усилий для повышения эффективности выставки, развития ее разделов, улучшения качества предоставляемых услуг и уровня сервиса. Посетители выставки 2011 года положительно оценили электронную регистрацию на сайте, отметив удобство этого сервиса. Традиционно в 2012 году получить электронный билет можно на сайте выставки.

До встречи на выставке «ВакуумТехЭкспо 2012» в Сокольниках!

Организатор: МВК - Международная выставочная компания

Тел.: +7 (495) 935 8100 • Факс: +7 (495) 935 8101 • <http://vacuumtechexpo.com>

ОПТИМИЗАЦИЯ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ТЕПЛОвого КОНТРОЛЯ



АБРАМОВА Елена Вячеславовна
НПО «Институт термографии», Москва

Повышение надежности и эффективности эксплуатации объектов различных отраслей промышленности в течение всего необходимого срока службы является важнейшей народно-хозяйственной проблемой. Она решается только при комплексной диагностике объектов, несущих в себе потенциальную возможность создания аварийной ситуации с финансовыми и даже человеческими потерями. К проблеме технической надежности вплотную примыкают задачи обеспечения энергетической и экологической безопасности.

В настоящее время в России сложилась чрезвычайно опасная ситуация, вызванная тем, что значительная часть основных фондов в стране превысила допустимый ресурс эксплуатации. Данное обстоятельство подтверждается все возрастающим количеством аварий и техногенных катастроф, ухудшением экологической ситуации, снижением производительности, эффективностью, высокой энергоемкостью оборудования и нерациональным использованием энергетических ресурсов.

В электроэнергетике износ основных фондов самый высокий и приближается к 60 %, поэтому своевременная диагностика оборудования – жизненно необходимый фактор.

При этом нарушение правил эксплуатации электрооборудования в 2009 г. стало причиной каждого пятого пожара (19,4 %), а ущерб от них составил 33,3 % общего материального ущерба по стране. Наиболее пожароопасным элементом электроустановок зданий является электропроводка, на долю которой приходится примерно 40 % всех пожаров и возгораний, связанных с электрооборудованием и электроустройствами, что говорит об актуальности их своевременной диагностики.

Одна из важнейших стратегических задач страны, поставленная президентом, – сокращение энергоемкости отечественной экономики на 40 % к 2020 г. Для ее реализации необходимо создание совершенной системы управления энергосбережением. Экономический эффект (в текущих ценах) в 2010–2020 гг. составит 9691 млрд руб.

Это подтверждается законодательными актами, в том числе положениями «Энергетической стратегии России на период до 2020 года», Федеральным законом Российской Федерации от 23 ноября 2009 г. № 261 ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ».

На сегодняшний день энергоэффективность и энергосбережение входят в пять стратегических направлений приоритетного технологического развития, названных президентом РФ Дмитрием Медведевым на заседании Комиссии по модернизации и технологическому развитию экономики Рос-

сии, которая состоялась 18 июня 2010 г.

Принятие закона регламентирует проведение мероприятий по определению параметров энергоэффективности энергопотребляющих объектов: это производственное оборудование, промышленные сооружения, объекты электроэнергетики, жилищного сектора и т.п. Например, утепление стен жилых домов старого фонда до современных требований по сопротивлению теплопередаче позволяет снизить потери тепла через них на 60–70 %.

Одним из основных методов диагностики безопасности эксплуатации и оценки параметров энергоэффективности указанных объектов является тепловой контроль (ТК). Он позволяет выбрать оптимальные температурные нагрузки их функционирования, выявить и определить степень опасности дефектных узлов по признакам их перегрева по отношению к качественным зонам, обнаружить утечки тепла через ограждающие конструкции зданий, оценить энергетические потери объектов и т.п.

Широкое применение ТК, несмотря на его перспективность и наличие современного парка программно-аппаратных средств, разнообразного как по техническим характеристикам, так и по стоимости, сдерживается в силу основных причин:

- в настоящее время акцент в исследованиях делается на аппаратуру контроля и методы первичной обработки информации, и практически отсутствует анализ структуры материалов и изделий на основе данных неразрушающего контроля;
- отсутствует комплексный подход к внедрению ТК в различных отраслях народного хозяйства;

- отсутствуют надежные, аттестованные технологии ТК для большинства объектов;
- ТК ведется персоналом, не получившим специального обучения и не прошедшего сертификацию.

Развитие метода требует комплексного подхода и включает следующие направления работ, связанные между собой конечной задачей (обеспечение безопасности: технической, энергетической, экологической), общей стратегией и удовлетворяющие принципу концептуального единства:

- глобальные задачи обеспечения безопасности функционирования различных объектов, используемых людьми в процессе жизнедеятельности;
- изучение объекта контроля и определение требований к нему;
- анализ возможных дефектов и определение степени их критичности;
- определение информационных параметров критичных дефектов по отношению к физическому полю;
- обоснование задач контроля, выбор метода или группы методов неразрушающего контроля и диагностики;
- оптимизация параметров аппаратуры для обнаружения и идентификации дефектов;
- разработка методов обнаружения дефектов, определения их характеристик и оценки параметров качества контролируемого изделия;
- разработка технологий неразрушающего контроля и диагностики: создание методик контроля, их отработка на образцах и реальных объектах и последующая аттестация с определением метрологических характеристик получаемых результатов на предмет установления соответствия заявленным в ней показателям их фактическим значениям;
- обучение персонала для проведения диагностики, определение уровня его квалификации и сертификация;
- предоставление полномочий для проведения неразрушающего контроля и диагностики органи-

зациям (или их структурным подразделениям) путем их аккредитации в выбранной системе оценки соответствия;

- проведение работ по неразрушающему контролю и диагностике различных объектов в соответствии с разработанной методикой;
- оценка качества работы персонала неразрушающего контроля с точки зрения обеспечения корректности измерений, достоверности результатов, обоснованности и полноты заключений по определению степени дефектности контролируемого объекта и оценке его технического состояния, выбор наиболее квалифицированного персонала для проведения диагностики;
- корректировка технологии контроля и диагностики по результатам работ лучшего специалиста;
- выдача заключения по техническому состоянию контролируемого объекта.

На этой базе строится прогнозирование ресурса и обеспечение безопасной эксплуатации (технической, энергетической, экологической) объектов различных отраслей промышленности, энергетики, строительства и транспорта.

Несмотря на все расширяющийся объем применения теплового контроля, проблемы повышения его качества ставятся все более остро. Это связано с большим разнообразием контролируемых объектов, появлением на рынке относительно дешевых приборов, не решающих проблемы достоверности контроля многих крупногабаритных технических устройств, зданий и сооружений, сложных по конструкции и составу материалов, а также обусловлено отсутствием в достаточном количестве методик контроля и квалифицированного персонала. В силу этих причин необходима оптимизация технологий ТК и программноаппаратных средств под конкретные объекты, обучение и отбор персонала для его проведения с необходимой точностью, анализ и совершенствование навыков экспертов — дефектоскопистов, выполняющих

собственно процесс контроля. Все это требует принципиально нового подхода к управлению и реализации оптимальных диагностических систем ТК.

Существующие технологии ТК имеют большой резерв с точки зрения повышения достоверности, информативности, расширения области применения, в том числе за счет применения математического моделирования, оперативного уточнения и адаптации режимов контроля, совершенствования параметров аппаратных средств применительно к решаемым задачам контроля, совершенствования процесса организации контроля и т.п.

На основе анализа современного состояния теплового контроля сформулированы задачи, решение которых позволит оптимизировать диагностические системы теплового контроля с учетом свойств объектов, применяемых расчетных методов теплопередачи, используемой аппаратуры и наличия подготовленного персонала, так как любые совершенные модели и уникальные приборы «работают» только в руках квалифицированных специалистов.

Конечная цель любого метода НК — не просто выявить дефект, а оценить его влияние на остаточный ресурс, объект контроля.

Опорной точкой при разработке технологии является информация о контролируемом объекте, его составе, геометрических размерах, теплофизических характеристиках, условий, в которых он находится, эксплуатационных нагрузках, возможных дефектах и повреждениях, параметрах, определяющих исправное, т.е. «качественное» состояние предмета диагностики.

Для анализа процессов, происходящих с контролируемым объектом, разработана **комплексная математическая модель**, позволяющая применять ее для конструкций, отличающихся различными свойствами. Она включает в себя моделирование процесса теплового контроля, расчет и выбор его режимов из условия минимизации погрешности результатов, анализ влияния человеческого фактора на

конечные выводы, т.е. оценивание действий экспертов, проводящих контроль, и оптимизация их действий.

Указанная физико-математическая модель теплового контроля разработана на основе обратного дискретного преобразования Фурье и реализует численное описание процесса формирования температурного поля в многослойной области с дефектами, описывающей широкий класс объектов с различными характеристиками. Разработанная модель повышает быстродействие теоретического анализа в 50–100 раз по сравнению с традиционными (например, с часто применяемым методом конечных разностей) и обеспечивает погрешность расчетов не более 2–5 %.

В разработанной модели любой многослойный объект представляется в виде суперпозиции однородных и приграничных слоев. Далее определяется тензор тепловой восприимчивости исследуемого объекта. Рассчитанные значения тензора восприимчивости с помощью амплитуд Фурье-гармоник плотности теплового потока используются для определения его значений при прохождении через стенку контролируемого объекта на полной временной сетке. На конечном этапе решения прямой задачи теплопроводности из полного набора рассчитанных значений плотности теплового потока выбираются лишь те, которые вычислены на заданном временном интервале.

Для разработки метода тепловой дефектометрии использован функционал правдоподобия, зависящий только от теплофизических характеристик слоев и параметров дефектов:

$$D^{(in)}(\{Q_j\}) = S_1 - \frac{S_2^2(\{Q_j\})}{S_3(\{Q_j\})}, \quad (1)$$

где S_1 , S_2 , S_3 – функции начальных температурных условий и характеристик слоев и дефектов.

На основе разработанной модели тепловой дефектометрии предложен новый метод определения точности решения обратной задачи

от погрешности входных данных и начальных условий.

Исследованы методическая и приборная составляющие погрешности на искомый результат. Методическая ошибка задается методикой проведения вычислений с использованием подготовленных измерительных данных и появляется вследствие ограниченной точности численных методов.

Приборная ошибка определения конечного результата зависит от класса точности применяемых приборов. При проведении тепловой дефектометрии значительную часть измерений выполняют контактными приборами с электронной памятью – самописцами измерения температур и тепловых потоков, которые в данном случае выступают в роли источников приборной ошибки. В описанном методе определения погрешности результата в состав приборной ошибки также включена составляющая, вызванная процедурами предварительной обработки входных данных, такими как усреднение температурных серий, проводимое перед вычислениями.

По результатам исследований получено, что методическая погрешность составляет 3–5%. Она зависит от погрешности задания теплофизических параметров исследуемой конструкции. Учет приборной составляющей, включающей искусственно введенную систематическую приборную погрешность δ , увеличивает погрешность вычисления сопротивления теплопередаче до 10–12 %, что вполне приемлемо для использования на практике.

На процессы теплопередачи в многослойных объектах существенное влияние оказывает остаточная влага в слоях конструкции, что может значительно увеличивать теплопроводность материалов, что особенно важно оценивать при знакопеременных температурных нагрузках, воздействующих на контролируемый объект.

Для анализа этих процессов разработана физико-математическая модель для исследования явлений тепло- и влагопереноса во время фазовых переходов жидкость – твердое тело в многослойных объ-

ектах, при этом задача о перемещении границы раздела фаз решена как задача Стефана. Применение модели позволяет проводить численный анализ положения плоскости промерзания путем применения конечноразностной аппроксимация дифференциального уравнения теплопроводности и условий Стефана. Задача актуальна для проведения теплового контроля объектов, находящихся в натуральных условиях эксплуатации.

Для теоретического анализа процесса теплового контроля разработан метод математического моделирования с использованием искусственных нейронных сетей с помощью разложения по собственным функциям задачи Штурма–Лиувилля, дополняющий существующие математические методы.

Основа нейронной сети заключается в том, чтобы изначально в качестве исходной информации наряду с входными данными иметь еще и конечный ответ и изучить отношения между входными и выходными данными. Впоследствии обученная сеть используется для предсказания результатов других наборов входных данных, где ответ еще неизвестен.

Для целей дефектоскопии решены задачи определения внутренних несплошностей материалов и конструкций как на основе решения обратных задач, так и по результатам прямых измерений температурных историй и реализаций тепловых потоков.

Разработаны следующие методы оптимизации технических параметров диагностических систем теплового контроля.

1. Метод оптимизации основных режимов проведения ТК

Включает метод обнаружения дефектов, определения характеристик дефектов, оценку пространственной и временной дискретности регистрации информации.

2. Метод оптимизации основных параметров аппаратуры ТК:

- параметров тепловизионной аппаратуры, представляющий собой достижение оптимального сочетания величин:

поля обзора оптической системы тепловизионной аппаратуры, разрешающей способности по температуре, погрешности измерения температуры, геометрической разрешающей способности и поля обзора, частоты регистрации информации;

- параметров контактных преобразователей регистрации теплового потока и температуры для обеспечения корректного определения этих характеристик на основе анализа и коррекции возмущений температурного поля, вносимых преобразователем;
- времени и скорости прогрева стенки контролируемого объекта и параметров нагревателя (теплообменника) на основе решения краевой задачи нестационарной теплопроводности с использованием критериев Фурье и Био;
- способа регистрации и обработки теплового изображения объектов при взаимном перемещении средств контроля и исследуемой поверхности с высокой скоростью относительно друг друга.

3. Метод оптимизации процесса аттестации методик ТК

Важнейшим этапом оптимизации процесса методик контроля является разработка методик контроля, учитывающих все особенности контролируемых объектов, параметры аппаратуры, режимы контроля и др., которые позволяют получить искомый результат с погрешностями, определяемыми нормативными документами. Подтверждение точности получаемых величин осуществляется на этапе сертификации методики НК на основе метрологической аттестации, включающей: сопоставление характеристик реальных и эталонных дефектов, их площадей, координат и определение погрешности результатов контроля в зависимости от случайных изменений входных данных как при наличии эталонных образцов, так и при их отсутствии.

Проведенные исследования и разработка соответствующих процедур позволяют оценивать достоверность методик теплового конт-

роля как при наличии, так и в отсутствии эталона.

На основании исследований в целях обеспечения независимости экспертизы методических документов по НК (МД по НК) разработан «Протокол балльной оценки методического документа по НК», позволяющий объективно оценивать полноту изложения положений МД по НК.

4. Метод оптимизации режимов работы операторов-дефектоскопистов и технологий контроля на основе методов статистики и теории оптимального управления

Важным фактором технологии теплового контроля, определяющим значительную часть погрешности результатов, является человеческий фактор.

Для оценки качества работы и квалификации специалистов-операторов теплового контроля (как в период обучения, так и в производственном цикле контроля реальных объектов) на основе методов статистического анализа и оптимального управления в целях решения задачи дифференциации использования специалистов на предприятиях при обслуживании и обеспечении безопасной эксплуатации сложных технических систем обоснован и идентифицирован обобщенный критерий оценки качества управления процессом неразрушающего контроля, позволяющий классифицировать способы управления по степени их «агрессивности» по отношению к нему в рамках решения вопросов безопасного оперативного управления и обеспечения качества готовой продукции. Это позволяет оценить квалификацию оператора и принять управляющие решения по повышению качества контроля.

По результатам исследований разработаны методики комплексного теплового контроля, включающие: определение оптимальных параметров аппаратуры контроля, обнаружение дефектов, оптимальное измерение входной информации (температурных полей и теплового потока), выявление оптимальных режимов контроля, а также оценку и оптимизацию функци-

онирования экспертов-дефектоскопистов.

Реализация указанных принципов легла в основу разработки технологий теплового контроля различных объектов. Рассмотрим примеры некоторых из них.

1. Контроль макро- и микродефектов сосудов под внутренним давлением

Применение теплового контроля позволяет обнаружить негерметичность фланцевых соединений (рис. 1), дефектов намотки и т.п. Увеличивается достоверность выявления дефектов и безопасность обслуживающего персонала.

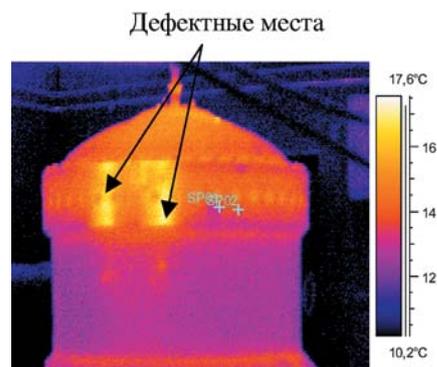


Рис. 1. Дефектные зоны на фланцевом соединении баллона под давлением, изготовленного из полимерного материала

2. Оценка качества и энергоэффективности строительных конструкций для заполнения энергетического паспорта

Решается обратная задача нестационарной теплопроводности по измерительным и проектным данным, рассчитывают функционал правдоподобия и термическое сопротивление в этой зоне. Затем в соответствии с термограммами фасадов с учетом обнаруженных температурных аномалий определяют интегральную величину приведенного сопротивления теплопередаче $R_{пр}$. Технология используется при вводе зданий в эксплуатацию и заполнении «Энергетического паспорта здания». Разработан метод определения энергоэффективности строительных конструкций по результатам прямых измерений температурных полей и тепловых потоков (рис. 2).

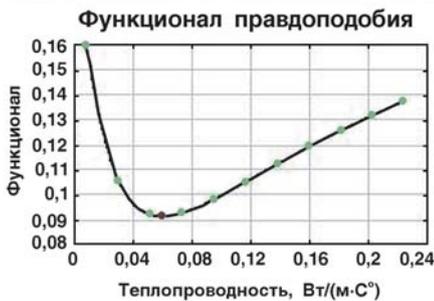
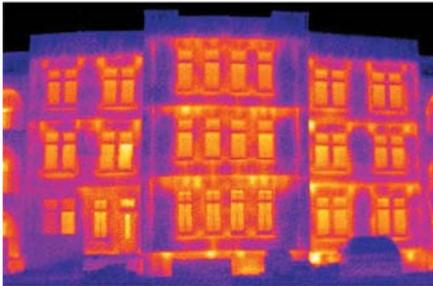


Рис. 2. Фотография, термограмма и результаты контроля здания

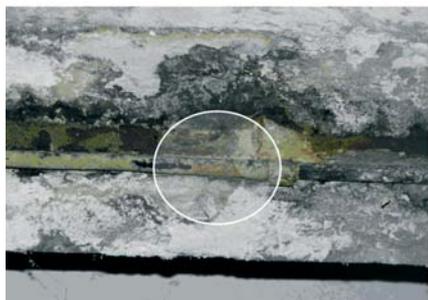
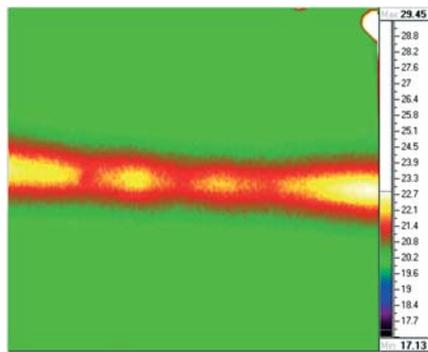


Рис. 3. Термограмма и фотография силового электрического кабеля с дефектом

3. Контроль технического состояния и безопасности эксплуатации электрооборудования на примере обнаружения дефектов и оценка безопасности функционирования электрических кабелей и электропроводки

Технология применяется при анализе технического состояния и безопасности эксплуатации электроустановок зданий, оборудования подстанций, объектов промышленности (рис. 3). Контроль электроустановок зданий (детских садов, школ) показал, что в 40–45% имеются дефектные элементы и узлы. Контроль позволяет своевременно устранить дефекты, в том числе и аварийные с возможными человеческими жертвами.

4. Контроль технического состояния теплотехнических инженерных систем и оборудования

Инженерное оборудование, для которого применяют тепловой контроль (диагностика), объединено в 4 основных блока:

- 1) дымовые, вентиляционные трубы и газоходы;
- 2) теплофикационное оборудование (теплообменники, трубопроводы, отопительные приборы и др.);
- 3) обмуровка и тепловая изоляция оборудования и трубопроводов;
- 4) электрооборудование (электродвигатели, защитная и коммутационная аппаратура, проводка, контактные соединения и др.).

Разработанная технология позволяет выбрать оптимальные характеристики и состав средств контроля, проводить оперативный мониторинг, корректно оценивать результаты. С помощью методик контроля дымовых труб и газоходов определяют дефектные зоны с погрешностью не более 15 %.

5. Контроль концентраторов напряжений и дефектов сложных конструкций в условиях реальной эксплуатации при циклическом воздействии

Технология используется для проведения предварительного контроля и выявления дефектных зон в конструкциях мостовых кранов (рис. 4).

Конечным итогом диагностики является оценка остаточного ресурса конструкции, т.е. продолжительности работы до первого отказа (под отказом понимают момент времени, когда параметры хотя бы одного элемента ниже порогового значения).

Оценка остаточного ресурса на примере объектов из полимерных композиционных материалов включает в себя соответствующие критерии:

- в условиях отработки изделия – по результатам ускоренных испытаний;
- в реальных условиях эксплуатации – по результатам измерений температурных полей объекта, его технического состояния и их ретроспективного анализа.

Первый критерий. Ускорение испытаний достигается интенсификацией деградиационных процессов путем создания такого ряда эксплуатационных нагрузок, которые оказывают наибольшее влияние на повреждающее воздействие применительно к данному изделию. В основе методов прогнозирования лежат математические модели изменения параметров объектов во времени, а также в зависимости от уровня внешних воздействующих факторов.

Второй критерий основан на ретроспективном анализе характерного информационного (температурного) параметра объекта. С помощью тепловизионной системы проводят измерения температурных полей поверхности в моменты времени:

$$t_0, t_1, t_2, \dots, t_n$$

$$t_i = t_0 + \Delta t_{\min} xi; i = 0, 1, 2, \dots, n,$$

t_0 – начальный момент измерения температурного поля.

При этом интервал времени Δt_k на k -м элементе (потенциально критически опасном дефекте) и минимальный интервал времени Δt_{\min} , определяют по числу p критически опасных дефектов.

Далее приводят полученные температуры $T_{\max k}(t_i)$ к единым условиям измерений. Экстраполируют зависимость $R_{\max}(t_{ii})$ по време-

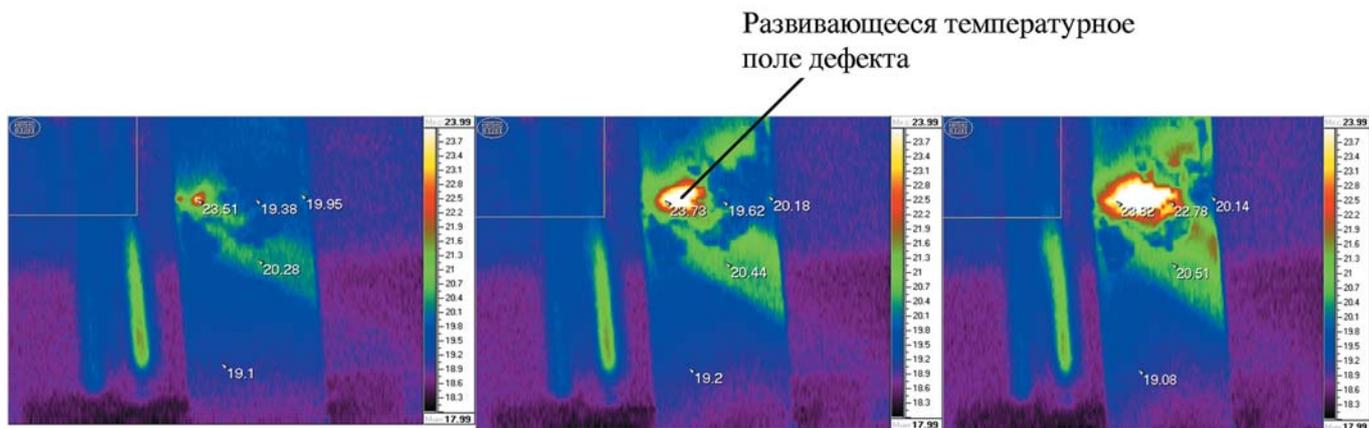


Рис. 4. Пример обнаружения дефекта (концентратора напряжения) в металлическом образце мостового крана при циклическом механическом воздействии

ни t и по выполнению условия $R_{\max}(t_{ji}) \leq R_{\text{крит}}$ определяют остаточный ресурс – время выхода элемента из строя t_{\max} .

Таким образом, принципы оптимизации включают в себя соответствующие инженерные решения всех основных этапов процесса диагностики – от разработки технологии контроля до проведения аттестации и выбора квалифицированного персонала в целях оценки энергоэффективности, безопасности эксплуатации и остаточного ресурса диагностируемого объекта.

Оптимизация касается применения эффективных расчетных мо-

делей теплопередачи, технологии проведения контроля, включающей выбор аппаратуры и способов анализа измерительных данных с заданной точностью, режимов контроля и обработки результатов, оценки квалификации и эффективности специалистов по НК и в конечном итоге прогнозирования эксплуатационных характеристик контролируемого объекта.

Библиографический список

1. Будадин О.Н., Потапов А.И., Колганов В.И. и др. Тепловой неразрушающий контроль изделий. М.: Наука, 2002. 476 с., ил.
2. РД-13-04-2006. Методические рекомендации о порядке проведения теплового контроля технических устройств и сооружений, применяемых и эксплуатируемых на опасных производственных объектах. Сер. 28. Вып. 11 / под общ. ред. К.Б. Пуликовского. М.: Научно-технический центр по безопасности в промышленности, 2007. 32 с.
3. Салихов З.Г., Будадин О.Н., Ишметьев Е.Н. и др. Инженерные основы теплового контроля. Опыт промышленного применения. М.: ИД МИСиС, 2008. 476 с., ил.

Российское общество по неразрушающему контролю и технической диагностике
представляет серию книг «**ДИАГНОСТИКА БЕЗОПАСНОСТИ**».
Под общей редакцией академика РАН В.В. Клюева

<ol style="list-style-type: none"> 1. ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА И БЕЗОПАСНОСТИ 2. ВИЗУАЛЬНЫЙ И ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ 3. РАДИАЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ 4. УЛЬТРАЗВУКОВОЙ КОНТРОЛЬ 5. ВИХРЕТОКОВЫЙ КОНТРОЛЬ 6. ВИБРОДИАГНОСТИКА 7. ТЕПЛОВОЙ КОНТРОЛЬ 8. МАГНИТНЫЙ КОНТРОЛЬ 9. МАГНИТОПОРОШКОВЫЙ КОНТРОЛЬ 10. ОПТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ 	<ol style="list-style-type: none"> 11. РАДИОВОЛНОВОЙ КОНТРОЛЬ 12. АКУСТИЧЕСКАЯ ЭМИССИЯ 13. КАПИЛЛЯРНЫЙ КОНТРОЛЬ 14. ТЕЧЕИСКАНИЕ 15. АТТЕСТАЦИЯ ПЕРСОНАЛА В ОБЛАСТИ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ. МЕТРОЛОГИЯ В НЕРАЗРУШАЮЩЕМ КОНТРОЛЕ 16. КОМБИНИРОВАННЫЕ МЕТОДЫ ВИХРЕТОКОВОГО, МАГНИТНОГО И ЭЛЕКТРОПОТЕНЦИАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ. БИБЛИОГРАФИЯ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ 17. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА АНТИТЕРОРИСТИЧЕСКОЙ И КРИМИНАЛИСТИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ 18. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА 19. ПРЕДПРИЯТИЯ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ В РОССИИ
---	---

Заявки принимаются по e-mail: info@idspektr.ru, zakaz@idspektr.ru, idzakaz@rambler.ru
 Контактные телефоны для справок: (495) 514-26-34, 514-76-50
 Подробная информация на сайте www.idspektr.ru



18TH WCNDT

DURBAN · SOUTH AFRICA · 2012

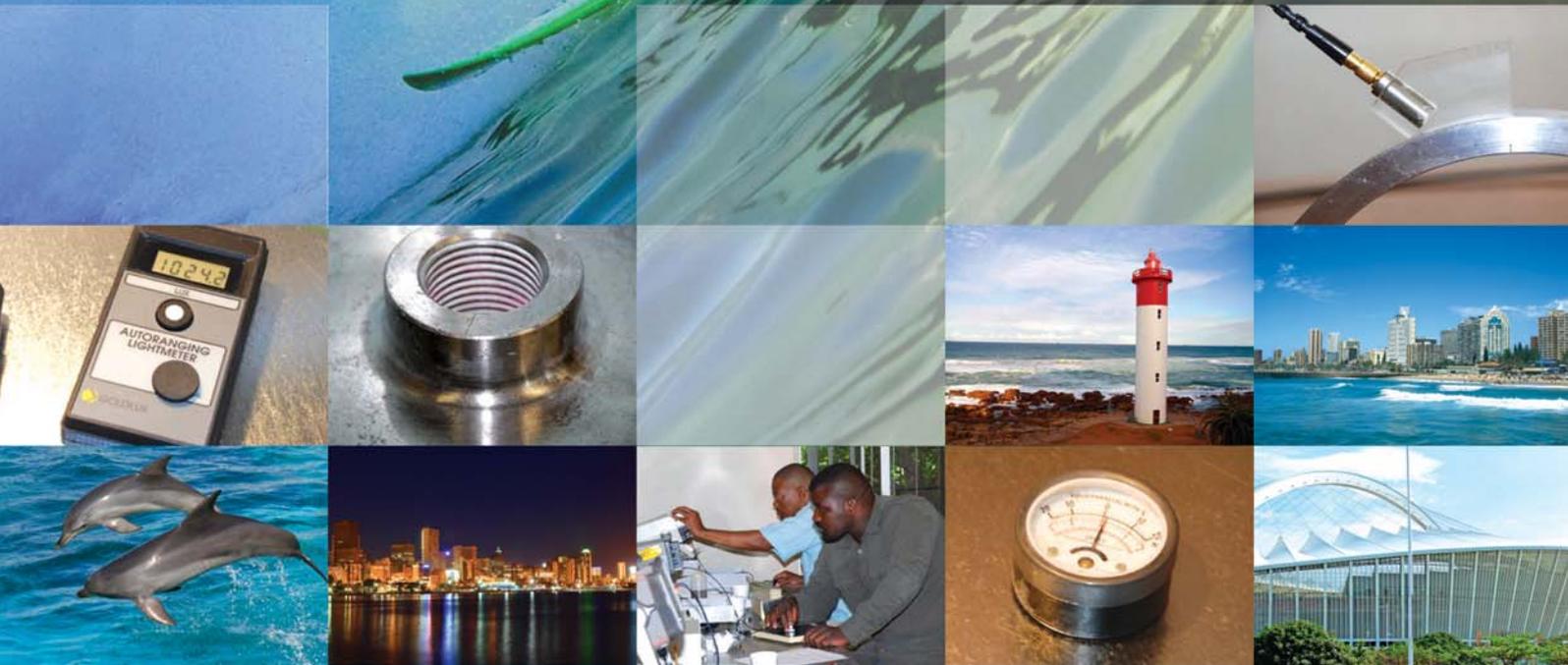
World Conference on Non Destructive Testing



THEME

NDT IN SERVICE OF SOCIETY -
in safety assurance, quality control and condition monitoring.

16 - 20 April 2012
International Convention Centre, Durban, South Africa



Contact Details:

Local Conference Secretariat
The Conference Company, South Africa
Tel: + 27 31 303 9852 Fax: + 27 31 303 9529
Nina Freysen-Pretorius / Deidre Hancke-Haysom
nina@confco.co.za / deidre@confco.co.za

Conference Website: www.wcndt2012.org.za

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.

Журнал распространяется как печатное издание, так и на компакт-дисках (электронное издание). Журнал находится в свободном доступе на сайте www.tndt.idspektr.ru (online версия, pdf версия).

УЧАСТНИКИ ПРОЕКТА

Азербайджанское общество по неразрушающему контролю (АОНК)
Азербайджанская республика, Баку, AZ1110, ул. Ф.Хойского, 79
Телефоны: +994 12 564 0670; +994 12 564 0270; моб +994 50 220 4643
E-mail: s.mammadov@magpindt.com

Белорусская ассоциация неразрушающего контроля и технической диагностики (БАНТ и ТД)
Беларусь, 220072, Минск, ул. Академическая, 16. Институт прикладной физики НАН Беларуси
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

Грузинское общество по неразрушающему контролю (GEONDT)
Грузия, Тбилиси, 0105, ул. Леонидзе №10 НПК «СОВБИ»
Телефон: +995 32 999 614
E-mail: sovbi@rambler.ru

Казахстанская ассоциация неразрушающего контроля и технической диагностики (КАНКТД)
Республика Казахстан, 010000, Астана, Пр. Сарыарка, 37
Телефон: +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)
Департамент NDT АО «INTROSCOP» ул. Мештерул Маноле 20, Кишинев, МД-2044, Республика Молдова
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, 119048, Москва, ул. Усачева, д. 35, стр. 1
Телефон: +7 499 245 56 56. Факс +7 499 246 88 88
E-mail: info@ronktd.ru
Http://www.ronktd.ru

Узбекское общество по неразрушающему контролю (УзОНК)
210100, Узбекистан, Навои, ул. Махмуда Таробий, д. 185
Телефон: +998 7922 760 44
E-mail: info@ndt.uz
Http://www.ndt.uz

Украинское общество по неразрушающему контролю и технической диагностике (УО НКТД)
Украина, Киев-150, 03680, ул. Боженко, 11
Телефоны: +380 44 200 4666; +380 44 205 2249. Факс +380 44 205 3166
E-mail: usndt@ukr.net; m_kazakevich@ukr.net
Http://www.usndt.com.ua

Bulgarian society for nondestructive testing (BGSNDT)
Болгарское общество НК
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

РЕКЛАМОДАТЕЛЯМ

Размещение рекламы в журнале «Территория NDT»
(подробная информация на сайте <http://www.tndt.idspektr.ru>)

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		
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
РЕКЛАМНАЯ СТАТЬЯ		
Расположение по усмотрению редакции	1 страница 2 страницы 3 страницы	20 000 30 000 40 000

ПОДПИСКА ЧЕРЕЗ РЕДАКЦИЮ

Оформить подписку на журнал «Территория NDT» можно через редакцию журнала, начиная с любого номера. Заполните «Форму заказа» на сайте <http://tndt.idspektr.ru> или 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.

Для получения журнала «самовывозом» необходимо подъехать в редакцию журнала по адресу:

Москва, ул. Усачева, д. 35, стр. 1, офис 2319.
Перед приездом обязательно свяжитесь с нами.
Телефон отдела реализации: **(495) 514-26-34.**
Телефон редакции: **(495) 514 76 50**

АВТОРАМ

Редакция журнала приглашает к сотрудничеству авторов. Статьи (обзорные, популярные, научно-технические, дискуссионные) присылайте в редакцию в электронном виде по e-mail: tndt@idspektr.ru. Полную информацию по подготовке статей и правилам размещения вы найдете на сайте журнала <http://www.tndt.idspektr.ru>

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.



**РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ
ВИХРЕТОВОЙ
ДЕФЕКТОСКОПИИ**



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

Россия, 105122, г. Москва, а/я 82;
 тел./факс: (495) 580-37-77(многоканальный)
 E-mail:ndt@npprompribor.ru www.npprompribor.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