

# ТЕРРИТОРИЯ NDT

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ

## 2, 2013

апрель – июнь (6)



СОВМЕСТНЫЙ ПРОЕКТ ОДИННАДЦАТИ НАЦИОНАЛЬНЫХ ОБЩЕСТВ ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ

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

финансирование журнала организовано за счет спонсоров и рекламы.

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

## НАЦИОНАЛЬНЫЕ ОБЩЕСТВА – УЧАСТНИКИ ПРОЕКТА «ТЕРРИТОРИЯ NDT»

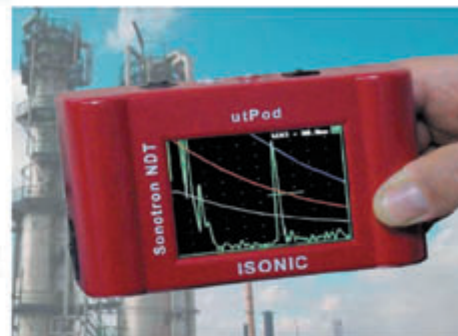
	<b>Азербайджанское общество по неразрушающему контролю (АОНК)</b>	Азербайджанская республика, ул. Ф. Хойского, 79, Баку, AZ1110. <b>Телефоны:</b> +994 12 564 0670; +994 12 564 0270 <b>моб.</b> +994 50 220 4643 <b>E-mail:</b> s.mammadov@magpindt.com
	<b>Белорусская ассоциация неразрушающего контроля и технической диагностики (БАНТ и ТД)</b>	Беларусь, Институт прикладной физики НАН Беларуси, ул. Академическая, 16, Минск, 220072. <b>Телефоны:</b> +375 17 284 1081; +375 17 284 0686 <b>Факс</b> +375 17 284 1794 <b>E-mail:</b> migoun@iaph.bas-net.by <b>Http://www.bandt.basnet.by</b>
	<b>Всегрузинское общество по неразрушающему контролю (GEONDT)</b>	Грузия, ул. Мачабели, 1\6, Тбилиси. <b>Телефоны:</b> +995 32 298 76 16 (офис); +995 99 10 41 47; +995 77 78 77 10 <b>E-mail:</b> sovbi@rambler.ru; sovbi@rambler.ru; n_burduli@hotmail.com
	<b>Казахстанская ассоциация неразрушающего контроля и технической диагностики (КАНКТД)</b>	Республика Казахстан, пр. Сарыарка, 37, Астана, 010000. <b>Телефоны:</b> +7 7172 48 17 58; +7 7172 48 17 58 <b>Факс</b> +7 7172 52 33 18 <b>E-mail:</b> ce@ndtassociation.kz <b>Http://www.ndtassociation.kz</b>
	<b>Латвийское общество по неразрушающему контролю (LNTB)</b>	Vesetas 10 - 18, Riga, Latvia, LV-1013. <b>Телефоны:</b> +371 673 70 391; +371 292 79 466 <b>Факс</b> +371 678 20 303 <b>E-mail:</b> kval@latnet.lv
	<b>Национальное общество неразрушающего контроля и технической диагностики Республики Молдова (НОНКТД РМ)</b>	Республика Молдова, Департамент NDT АО «INTROSCOP», ул. Мештерул Маноле, 20, г. Кишинев, МД-2044. <b>Телефоны:</b> +373 22 47 21 45; +373 22 47 12 49 <b>Факс</b> +373 22 47 35 28 <b>E-mail:</b> atcacenco@introscoop.md; nercont@meganet.md <b>Http://www.ndt.md</b>
	<b>Российское общество по неразрушающему контролю и технической диагностике (РОНКТД)</b>	Россия, ул. Усачева, д. 35, стр. 1, Москва, 1119048. <b>Телефон:</b> +7 499 245 56 56 <b>Факс</b> +7 499 246 88 88 <b>E-mail:</b> info@ronktd.ru <b>Http://www.ronktd.ru</b>
	<b>Узбекистанское общество по неразрушающему контролю (УзОНК)</b>	Узбекистан, ул. Махмуда Таробий, д. 185, Навои, 210100. <b>Телефон:</b> +998 7922 760 44 <b>E-mail:</b> info@ndt.uz <b>Http://www.ndt.uz</b>
	<b>Украинское общество неразрушающего контроля и технической диагностики (УОНКТД)</b>	Украина, ул. Боженко, 11, Киев-150, 03680. <b>Телефоны:</b> +380 44 200 4666; +380 44 205 2249 <b>Факс</b> +380 44 205 3166 <b>E-mail:</b> usndt@ukr.net <b>Http://www.usndt.com.ua</b>
	<b>Bulgarian society for nondestructive testing (BGSNDT)</b>	Республика Болгария, ул. Раковски, 108, София, 1000. <b>Телефоны:</b> +359 2 9797 120, +359 2 9796 445 <b>Факс</b> +359 2 9797 120 <b>E-mail:</b> nntdd@abv.bg; nntdd@ibmb.bas.bg <b>Http://www.nts-bg.ttm.bg</b>
	<b>Israeli NDT Association for Technical Diagnostics and Condition Monitoring (INA TD&amp;CM)</b>	Israel, Dizengoff St, 200, Tel-Aviv, 61063. <b>Телефоны:</b> +972 3 5205818; +972 544 865557 <b>Факс</b> +972 3 5272496 <b>E-mail:</b> itai@aeai.org.il; boris@muravin.com <b>Http:// www.engineers.org.il</b>





# Спектр

Оборудование неразрушающего контроля



ООО «МНПО «СПЕКТР» – КРУПНЕЙШИЙ  
В РОССИИ ПОСТАВЩИК СОВРЕМЕННОГО  
ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО  
КОНТРОЛЯ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ.

ООО «МНПО «Спектр» это:

- комплексный подход к реализации технических задач;
- полное сопровождение проекта на всех этапах его выполнения;
- гарантийное и сервисное обслуживание;
- широкий ассортимент оборудования;
- минимальные сроки поставки;
- проведение неразрушающего контроля на объекте Заказчика.

ООО «МНПО «Спектр» является генеральным спонсором РОНКТД.

ООО «МНПО «Спектр»  
119048, г. Москва, ул. Усачева, д. 35 А  
Телефон: 8 800 555 31 36. Факс: +7 (495) 626 5494

info@mnpo-spektr.ru  
www.mnpo-spektr.ru



# NEC – тепловизоры класса Premium



UViRCO – передовые системы UV-диагностики  
коронных разрядов



ALL-TEST IV PRO™

Прибор контроля цепи  
питания электродвигателей

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

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

Поверка производится на собственном оборудовании в сотрудничестве с ФГУП ВНИИОФИ.

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





# Территория NDT

## СОДЕРЖАНИЕ

## №2 (апрель - июнь), 2013

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

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

**Редакционный совет:**

**Азизова Е.А.**  
(Узбекистан, председатель УзОНК)

**Аугутис В.** (Литва)

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

**Жоаринов В.В.**  
(Латвия, президент LNTB)

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

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

**Миховски М.**  
(Болгария, президент BSNT)

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

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

**Страгнефорс С.А.**  
(Казахстан, президент КАНКТД)

**Ткаченко А.А.**  
(Молдова, президент НОНКТД РМ)

**Редакция:**

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

**Адрес редакции:**

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

Журнал зарегистрирован в Федеральной  
службе по надзору в сфере связи, инфор-  
мационных технологий и массовых ком-  
муникаций (Роскомнадзор). Свидетельство  
о регистрации средства массовой инфор-  
мации ПИ № ФС77-47005

**Учредители:**

ЗАО Московское научно-производственное  
объединение «Спектр»  
(ЗАО МНПО «Спектр»);  
Общероссийская общественная организа-  
ция «Российское общество по неразруша-  
ющему контролю и технической диагнос-  
тике» (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 29.03.13

Подписано в печать 30.04.13

Формат 60x88 1/8.

Бумага офсетная. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 8,93. Уч.-изд. л. 8,46.

Заказ Тираж 7000 экз.

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

### НОВОСТИ

**Итоги VII Международной научно-технической конференции «Диагностика оборудования и конструкций с использованием магнитной памяти металла»** ..... 4

**Вторая всероссийская конференция по испытаниям и исследованиям свойств материалов «ТестМат-2013»** ..... 5

**Международная научно-практическая конференция «Сокращение расходов на эксплуатацию и ремонт технологического оборудования металлургических производств»** ..... 6

**Первое заседание экспертного совета системы добровольной аккредитации компаний** ..... 7

**Materials Testing 2013** ..... 7

### ВЫСТАВКИ, СЕМИНАРЫ, КОНФЕРЕНЦИИ

**Пушкина И.Ю.**  
Генеральная ассамблея и научное заседание Международной академии НК ..... 8

**Матвеев В.И.**  
Международный форум ТБ-2013 ..... 12

**12-я Международная выставка «Незрушающий контроль и техническая диагностика в промышленности»** ..... 24

### МЕТОДЫ, ПРИБОРЫ, ТЕХНОЛОГИИ

**Шелихов Г.С., Глазков Ю.А.**  
Обнаружение дефектов на внутренних поверхностях деталей магнитопорошковым методом ..... 34

**Вавилов В.П.**  
Контроль скрытой коррозии в стальных оболочках: российско-бразильский проект ..... 40

**Коннов В.В.**  
Комплексная дистанционная диагностика подземных газопроводов ..... 42

**Дубов Ан.Ал., Дубов Ал.Ан.**  
Опыт применения бесконтактной магнитометрической диагностики трубопроводов и перспективы ее развития ..... 54

**Ментюкова В.Е.**  
«Рентест»: компетентный и надежный партнер ..... 58

**Иванов С.В.** Системы вибродиагностики ..... 60

**Богомолов А.В., Жакупов А.Н., Сапинов Р.В.**  
Организация контроля качества насосно-компрессорных и обсадных бесшовных труб в Казахстане ..... 64

### ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ

**Вавилов В.П.**  
Опыт аттестации специалистов по тепловому контролю в региональном аттестационном центре г. Томска ..... 69

## ИТОГИ VII МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «ДИАГНОСТИКА ОБОРУДОВАНИЯ И КОНСТРУКЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАГНИТНОЙ ПАМЯТИ МЕТАЛЛА»

Конференция «Диагностика оборудования и конструкций с использованием магнитной памяти металла» прошла с 19 по 21 февраля 2013 г. в Москве. Инициатором ее проведения было предприятие ООО «Энергодиагностика». Поддержку в организации оказали: Российское научно-техническое сварочное общество (РНТСО), Научно-промышленный союз «Управление рисками, промышленная безопасность, контроль и мониторинг» (НПС «РИСКОМ»), Технический комитет ТК-132 Феде-



Президиум конференции



Участники конференции



Выступление начальника НОАП НК  
ООО «Энергодиагностика»

рального агентства по техническому регулированию и метрологии РФ, Саморегулируемая организация Некоммерческое партнерство «Межрегиональное сотрудничество в области промышленной безопасности» (СРО НП «Межрегион ПБ»).

В работе конференции приняли участие более 90 специалистов из разных городов России и других стран: Польши, Венгрии, Чехии, Украины, Литвы, Латвии, Норвегии, Аргентины, Узбекистана, Японии.

На конференции были заслушаны доклады по следующим темам:

- итоги развития и внедрения метода магнитной памяти металла (МПМ) в России и других странах (по состоянию на январь 2013 г. метод МПМ получил распространение в 32 странах мира);
- опыт использования метода магнитной памяти металла при контроле и оценке ресурса газонефтепроводов, оборудования энергетики, нефтехимии, железнодорожного транспорта и других отраслей промышленности;
- критерии предельного состояния металла при оценке остаточного ресурса. Контроль напряженно-деформированного состояния оборудования и конструкций;
- контроль качества изделий машиностроения по структурной неоднородности и остаточным напряжениям;
- бесконтактная магнитометрическая диагностика (БМД) трубопроводов, расположенных под слоем грунта (газонефтепроводы, теплопроводы, водоводы);
- новые стандарты России и международные стандарты в области технической диагностики;
- подготовка специалистов по методу МПМ, БМД и контролю напряженно-деформированного состояния (НДС);
- экспертиза промышленной безопасности в условиях работы саморегулируемых организаций.

Основное внимание было уделено практическому опыту применения метода МПМ в различных отраслях промышленности и на разных объектах. В частности, были представлены доклады: по современным проблемам

неразрушающего контроля и оценки ресурса изделий машиностроения, оборудования и конструкций и пути их решения на основе использования метода магнитной памяти металла, по перспективе развития и распространения метода МПМ и приборов контроля в России и других странах. Также были заслушаны доклады по определению механических свойств и уровня концентрации напряжений в локальных зонах изделий, выявленных методом МПМ, по опыту использования метода МПМ в нефтяной и газовой промышленности, железнодорожном транспорте, гидроэнергетике и других отраслях. Отдельные доклады были сделаны по теме бесконтактной магнитометрической диагностики трубопроводов, расположенных под слоем грунта и под водой. Широкий спектр практических результатов работ, выполняемых с помощью метода МПМ, был представлен в виде стендовых сообщений и информационных материалов. В рамках конференции была организована выставка современных приборов контроля.

Особое внимание было уделено опыту стандартизации метода МПМ и его гармонизации с международными стандартами ISO 24497-1:2007(E), 24497-2:2007(E), 24497-3:2007(E) в России, Украине, Польше, Китае, Монголии, Иране.

Всего было заслушано более 30 докладов ученых и практиков.

Среди докладчиков были, в частности:

- вице-президент РОНКТД, директор РНТСО А.В. Муллин;
- президент НПС «РИСКОМ», чл.-кор. РАН Н.А. Махутов;
- заведующий кафедрой прочности ОрелГТУ, д-р техн. наук, профессор В.Г. Малинин;
- профессор, д-р техн. наук (НГТУ им. Р.Е. Алексеева) В.А. Скуднов;
- директор фирмы Preditest, профессор В. Свобода (Чехия);
- профессор, д-р техн. наук МЭИ НИУ В.М. Матюнин;
- руководитель восточного направления промышленной безопасности TUV Rheinland Петер Ладани (Венгрия);
- д-р техн. наук, ООО «Информационные технологии» Н.А. Семашко;



- директор фирмы «Ресурс» А. Радишевский (Польша);
- генеральный директор фирмы «Энергодиагностика», профессор, д-р техн. наук А.А. Дубов.

Доклады опубликованы в сборнике материалов конференции.

Общим было мнение участников конференции о необходимости дальнейшего практического внедрения метода МПМ как эффективного метода ранней диагностики металла и сварных соединений сосудов, трубо-

проводов и прочего оборудования различного промышленного назначения, продолжение теоретических и экспериментальных исследований для совершенствования метода и критериев контроля. В решении конференции было особо отмечено, что метод МПМ в 2010 г. ОАО «НТЦ «Промышленная безопасность» включен в перечень основных методов НК, по которым осуществляется подготовка специалистов в соответствии с ПБ 03-440-02 и аккредитация лабораторий

НК в соответствии с СДА-13-2009, а в 2011 г. на метод МПМ получен сертификат TUV Rheinland, допускающий применение метода при экспертизе и диагностике оборудования промышленных объектов. Участники конференции из европейских стран: Польши, Чехии, Венгрии, Украины, Литвы, Латвии предложили включить МПМ в перечень методов НК, по которым выполняется сертификация специалистов в соответствии с международным стандартом EN-ISO9712.

## ВТОРАЯ ВСЕРОССИЙСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ИСПЫТАНИЯМ И ИССЛЕДОВАНИЯМ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ «ТЕСТМАТ-2013»

28 февраля – 1 марта 2013 г. во Всероссийском научно-исследовательском институте авиационных материалов (ВИАМ) прошла Вторая всероссийская конференция по испытаниям и исследованиям свойств материалов «ТестМат-2013», посвященная 125-летию со дня рождения выдающегося ученого, доктора технических наук, профессора И.И. Сидорина.

На конференции с докладами выступили ведущие ученые и специалисты по специальной металлургии, двигателестроению и машиностроению. В частности, обсуждались направления: спектральные, химико-аналитические исследования; исследования теплофизических свойств; металлофизические исследования; физико-механические испытания; неразрушающие методы контроля; исследования и испытания металлических материалов на сопротивление коррозии; исследования климатической, микробиологической стойкости и пожаробезопасности неметаллических материалов; исследования акустических, радиотехнических и электротехнических характеристик материалов.

Конференцию открыл ее председатель, генеральный директор ВИАМ, академик РАН, профессор, доктор технических наук Е.Н. Каблов, отметивший, что «ТестМат» представляет методики, результаты и технологии различных исследований, новейшее оборудование для них, что важно и при реализации конкретных научных проектов, и для работы промышленных предприятий. В докладе Е.Н. Каблова «Мировой опыт подготовки специалистов по защите от коррозии современной техники» приведен глубокий анализ необходи-



мости вынесения проблемы коррозии, старения и биоповреждений в России на государственный уровень, привлечения к ней отечественных вузов, а также создания сети центров климатических станций. Председатель конференции, ректор МГТУ им. Н.Э. Баумана, профессор, доктор технических наук А.А. Александров отметил, что «ВИАМ и МГТУ неразрывны, так как науке невозможно учить лишь в теории, нужна и практика».

О родоначальнике авиационного материаловедения И.И. Сидорине рассказал его ученик, профессор, доктор технических наук С.А. Герасимов. В конференции приняла участие внучка великого ученого Н.К. Сидорина.

Об основных направлениях исследований и перспективах развития Испытательного центра ВИАМ рассказал его начальник, кандидат технических наук А.Н. Луценко.

В секционных и стендовых докладах были рассмотрены новые методы прогнозирования работоспособности конструкционных материалов, возможности аналитического контроля в металлургии, применение атомно-эмиссионной спектроскопии для контроля структуры алюминиевого сплава, методы аналитической микроскопии и рентгеноструктурного анализа для исследования структурно-фазового состояния материалов и многие другие важные вопросы и результаты исследований.

Участники конференции отметили все возрастающий интерес к «ТестМат» со стороны научного и экспертного сообщества и выразили уверенность, что регулярное проведение подобных тематических мероприятий имеет большое значение для развития прикладных исследований в различных областях науки и техники.

*Пресс-служба ВИАМ*

## МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «СОКРАЩЕНИЕ РАСХОДОВ НА ЭКСПЛУАТАЦИЮ И РЕМОНТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ»

30 сентября – 4 октября 2013 г. состоится 2-я Международная научно-практическая конференция «Сокращение расходов на эксплуатацию и ремонт технологического оборудования металлургических производств».

Организаторами конференции традиционно выступают: ДП «Диамех-Украина», ООО «Диамех 2000», ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет», Ассоциация механиков «АссоМ» и международный научно-технический и производственный журнал «Металлургические процессы и оборудование».

**Место проведения конференции:** Украина, АР Крым, Ялта, пгт Гаспра, Алушкинское шоссе, 60, парк-отель «Марат».

### Тематика конференции

1. Основы технической диагностики механического оборудования. Концепция технологической безопасности механического оборудования металлургических производств.
2. Различные подходы к эксплуатации и ремонту роторного оборудования. Стратегия оптимального технического обслуживания и ремонта механического оборудования.
3. Современные аппаратно-программные средства вибрационной диагностики и балансировки, опыт их практического применения на предприятиях. Новейшие разработки.
4. Организация, аттестация, оснащение и сопровождение служб вибрационной диагностики на предпри-

ятиях металлургии. Программа поэтапного развития.

5. Практические примеры и технико-экономическое обоснование эффективности внедрения передовых технологий вибрационной диагностики на предприятиях металлургии.
6. Обмен практическим опытом диагностики и ремонта ответственного металлургического оборудования (прокатных станов, машин непрерывного литья заготовок, печей, кранового оборудования и др.).

К участию в конференции приглашаются главные инженеры, механики и энергетики, руководители и ведущие специалисты горно-обогатительных, коксохимических, аглодоменных, сталеплавильных, прокатных производств и ремонтных подразделений, занимающиеся вопросами повышения эффективности, качества и надежности производства, ремонта и эксплуатации промышленного оборудования металлургических предприятий.

В рамках конференции пройдет конкурс докладов «Успешный опыт диагностирования динамического оборудования металлургических производств – техническая и экономическая составляющие. Случай из практики». Победители будут награждены ценными призами от организаторов конференции.

### Контактные данные:

Алексей Сотников  
Тел.: +380 (62) 348-50-56  
e-mail: m-lab@ukr.net  
<http://metal.donntu.edu.ua>,  
<http://vibro.donntu.edu.ua>



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

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

#### Разделы выставки:

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

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

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

Тел. +(998 71) 113 01 80 • Факс +(998 71) 237 22 72 • E-mail: [mca@ite-uzbekistan.uz](mailto:mca@ite-uzbekistan.uz) • WEB [www.mca.ite-uzbekistan.uz](http://www.mca.ite-uzbekistan.uz)





## ПЕРВОЕ ЗАСЕДАНИЕ ЭКСПЕРТНОГО СОВЕТА СИСТЕМЫ ДОБРОВОЛЬНОЙ АККРЕДИТАЦИИ КОМПАНИЙ

25 марта 2013 г. состоялось первое заседание экспертного совета (ЭС) системы добровольной аккредитации компаний (ДАК) РОНКТД. В нем приняли участие 13 из 17 членов ЭС, в том числе двое в режиме двусторонней он-лайн конференции. Заседание было посвящено обсуждению документов ДАК и практическим вопросам взаимодействия компаний, подавших заявки, секретариата РОНКТД, в задачу которого входит документарная проверка присланных данных, и ЭС ДАК РОНКТД, принимающего окончательное решение по аккредитации.

В результате двухчасовой дискуссии было принято решение перейти к практической работе. Очередные заявки на аккредитацию поступили в процессе проведения

заседания от членов ЭС, руководителей компаний ООО «АКС», ООО «Интрон +», ЗАО «НПЦ «Молния», ООО «МНПО «Спектр».

Напоминаем, что система ДАК НК РОНКТД действует с 1 января 2013 г. и направлена в первую очередь на повышение прозрачности рынка услуг и поставки оборудования НК, позволяя добросовестным компаниям подтвердить свою репутацию от имени профессионального сообщества, а компаниям-заказчикам облегчить поиск и выбор надежных исполнителей и поставщиков.

В состав ЭС ДАК РОНКТД путем тайного голосования вошли 14 хорошо всем известных специалистов в области НК: Б.В. Артемьев (ЗАО «НИИИИИ МНПО «Спектр»), В.П. Вавилов (ИНК ТПУ), А.Х. Вopilкин (ООО «НПЦ

«Эхо+»), В.И. Горбачев (ОАО «НИКИМТ-Атомстрой»), М.Я. Грудский (журнал «В мире НК»), Г.В. Зусман (ООО «Виброспектр»), В.А. Калашин (ОАО «НПО «Энергомаш им. акад. В.П. Глушко»), З.В. Ключев (ООО «ТКС»), Н.Н. Коновалов (ОАО «НТЦ «Промышленная безопасность»), В.В. Коннов (ЗАО «НПЦ «Молния»), Н.Р. Кузев (ЗАО «НИИИИИ МНПО «Спектр»), А.А. Самокрутов (ООО «АКС»), В.В. Сухоруков (ООО «Интрон +»), П.Н. Шкатов (МГУПИ).

Подробная информация о системе ДАК НК РОНКТД представлена на сайте [www.ronktd.ru](http://www.ronktd.ru). По всем вопросам просьба обращаться в секретариат по тел. (499) 245-56-56 и e-mail: [info@ronktd.ru](mailto:info@ronktd.ru).

## MATERIALS TESTING 2013

Materials Testing 2013 – ведущая международная выставка по неразрушающему контролю (НК), контролю за состоянием и технической диагностике в отраслях промышленности.

Materials Testing 2013 будет проходить 10–12 сентября в г. Телфорд, Великобритания, и обещает быть больше и лучше, чем когда-либо. Более 55 участников из разных стран уже заявили о своем участии. Ожидается, что участников будет больше – около 70.

Materials Testing 2013 бесплатна для посетителей и не только является средоточием инноваций и передового опыта по испытанию материалов, но имеет расширенную программу переговоров и семинаров в выставочном зале, охватывающих практические аспекты НК и связанных с ними технологий.

Materials Testing 2013 проводится раз в два года и считается одной из ведущих международных выставок по неразрушающему контролю, мониторингу состояния оборудова-

ния, технической диагностике отраслей промышленности.

Мероприятие организовано Британским институтом неразрушающего контроля (BINDT) и будет проводиться одновременно с конференцией NDT 2013.

В этом году выставка будет проходить в Международном центре в г. Телфорд, Уэст-Мидлендс.

«Materials Testing является наиболее всеобъемлющим событием такого рода в отрасли неразрушающего контроля, объединяющим новейшие технологии компаний всего мира. Выставка позволяет производителям

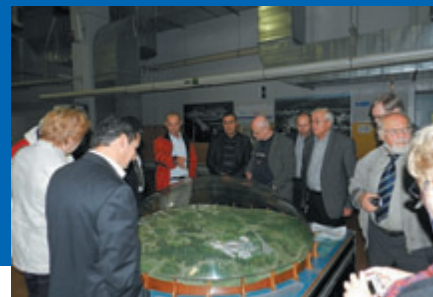
оборудования, практикам и пользователям средств и методов неразрушающего контроля идти в ногу со временем, налаживать новые контакты и организовывать новый бизнес», – так характеризует этот международный форум председатель оргкомитета выставки Робин Эванс.

Дополнительную информацию можно получить на сайте [www.materialstesting.org](http://www.materialstesting.org), в Twitter @BINDT\_MT2013 или обратиться к Карен Кембридж по электронной почте [karen.cambridge@bindt.org](mailto:karen.cambridge@bindt.org)

### О Британском институте неразрушающего контроля

Деятельность Британского института неразрушающего контроля (BINDT) направлена на содействие развитию науки и практики неразрушающего контроля и других связанных с НК дисциплин тестирования материалов, в частности мониторинга состояния. BINDT ориентирован на всех, кто работает в области НК – от профессора до студента и от оператора до дипломированного инженера.

Дополнительную информацию см. [www.bindt.org](http://www.bindt.org).



## ГЕНЕРАЛЬНАЯ АССАМБЛЕЯ И НАУЧНОЕ ЗАСЕДАНИЕ МЕЖДУНАРОДНОЙ АКАДЕМИИ НК



**ПУШКИНА Ирина Юрьевна**

Канд. техн. наук, исполнительный секретарь, член совета Международной академии НК, Москва

В соответствии с уставом Международной академии НК (МАНК) заседание 4-й Генеральной ассамблеи академии состоялось в г. Брешиа (Италия) 11 октября 2012 г. Стал доброй традицией прием участников встречи Институтом I&T Nardoni. В заседании участвовали представители из 10 стран. На следующий день после заседания ассамблеи, 12 октября 2012 г., прошел ряд встреч в научном парке AREA, г. Триест, включая посеще-

ние синхротронов ELLETRA и FERMI. В эти же дни состоялись рабочие встречи членов совета академии.



*Д-р Джузеппе Нардони (G. Nardoni)*

Заседание Генеральной ассамблеи было открыто президентом академии д-ром Джузеппе Нардони (G. Nardoni). В своем выступлении он отметил, что идея создания академии – нечто большее, чем стремление ее членов внести вклад в будущее неразрушающего контроля как науки. Ученые все время ставят перед собой новые вопросы и ищут решения трудных проблем, чтобы сделать окружающий мир лучше. Но самая серьезная проблема, с которой приходится сталкиваться,

это недостаток лидеров – людей, которые могли бы убедить других применять новые идеи и решения и имели бы достаточно воли, чтобы что-то реально сделать и улучшить ситуацию. При зарождении медицины это был всего лишь эмпирический метод, основанный на правиле «большого пальца», сегодня это серьезная наука. Аналогичным примером является и неразрушающий контроль, который начинался с простукивания молотком рельсов и колес, а в наше время стал развитой и эффективной научной сферой. Академия уловила важность и необходимость продвижения науки и научных результатов, она не является конкурентом обществам и организациям, работающим в области НК. Научные встречи, проведенные академией в г. Дурбан (ЮАР) в 2012 г., продемонстрировали хорошо организованную работу и намерение идти дальше по выбранному пути. Учитывая, что в процессе жизни люди постоянно меняются, получая новый опыт, необходимо, принимая решения, тщательно продумывать ожидаемый результат. Но при этом следует



планировать работу на 2–3 года вперед, а не на 30 лет. Генеральная ассамблея академии собралась, чтобы обозначить ближайшие насущные проблемы в области НК и выработать стратегию для их практического решения. В заключение выступления Дж. Нардони напомнил, что академия открыта для новых идей и предложений.

За выступлением президента академии последовало представление участников встречи. Затем утвержден протокол 3-й Генеральной ассамблеи Международной академии НК, состоявшейся 14 ноября 2011 г. также в г. Брешиа.

Было избрано два новых члена академии – проф. Кун Ван Ден Абиле (Koen Van Den Abeele, Бельгия) и проф. Лалита Удпа (Lalita Udra, США). Вновь избранные члены, присутствовавшие на заседании, традиционно кратко представили результаты своей работы и область научных интересов. Им были вручены свидетельства членов академии. На заседании также присутствовал д-р В. Учанин (Украина), являющийся кандидатом в члены академии, ему также было предоставлено слово.



Слева направо: проф. Кун Ван Ден Абиле (Koen Van Den Abeele, Бельгия), д-р Джузеппе Нардони (G. Nardoni, Италия), проф. Франко Тонolini (Franco Tonolini, Италия)

На заседании был рассмотрен ряд жизненно важных для академии вопросов: легализации академии, ее финансовой поддержки, стратегии, публикаций на сайте, создания группы, обобщающей подходы к решению проблемы обработки сигналов различными методами.

Окончательную легализацию академии планируется завершить в ближайшие шесть месяцев после Генеральной ассамблеи. На теку-

щий момент единственной возможностью финансовой поддержки академии являются благотворительные взносы. Все желающие могут перечислять пожертвования на счет, указанный на сайте академии. Особое внимание было уделено вопросам подготовки к участию в очередной Европейской конференции по НК, которая состоится в Праге в 2014 г. Работу в этом направлении надо начать в ближайшее время, чтобы привлечь как можно больше заинтересованных специалистов.

По предложениям членов академии были сформулированы цели и задачи на ближайшее время:

- предпринимать возможные шаги для введения специальности НК в программы университетов, институтов и колледжей. Основная цель – обязательный полугодовой курс по НК;
- считать основной областью интересов академии: современные физические явления и принципы; современные математические подходы, теоретические подходы к решению существующих в НК проблем;
- руководствоваться в своей деятельности принципом классической цепочки представления НК: разработка и проектирование → создание оборудования → практическое применение. Стараться доносить информацию о сложных вещах доступным языком с одновременным представлением полученных результатов, которые были бы невозможны без научных достижений, и с демонстрацией важности этих результатов;
- начать практику взаимного посещения лабораторий, в которых работают члены академии, чтобы обеспечить обмен опытом и знаниями и выявление областей возможного сотрудничества для достижения наилучших результатов;
- искать пути включения академии в европейские и другие проекты и программы, чтобы обеспечить финансирование деятельности академии;
- начать подготовку к организации в Праге круговых или сравнительных квалификационных испытаний.

Также было принято решение:

- создать рабочую группу «Обработка сигналов» и организовать научную встречу по этой тематике в Праге;
- назначить д-ра Сержа Дос Сантоса (Serge Dos Santos, serge.dosantos@univ-tour.fr) руководителем группы. Включить в данную группу по одному ассоциированному члену по каждому из методов НК, например УЗК, АЭ, ВИК, МК, РК и т.д.;
- просить д-ра З. Прворовского (Z. Prvorovsky) – члена оргкомитета следующей Европейской конференции по НК в 2014 г. организовать включение научных встреч, организуемых академией, в программу конференции ECNDT 2014.



Проф. Г. Добманн (G. Dobmann, Германия)

Во время предыдущего заседания Генеральной ассамблеи было решено учредить специальную награду академии, которой может быть удостоен лучший ученый или инженер, работающий в области НК. Награда должна вручаться на каждой Всемирной конференции по НК. Для этого была создана специальная рабочая группа «Награда», возглавляемая проф. Г. Добманном (G. Dobmann, Gerd.dobmann@izfp.fraunhofer.de). До утверждения критериев присуждения награды ее можно вручать авторам лучших опубликованных работ, номинированных в качестве таковых научными журналами. Также можно использовать критерий цитируемости работ. Предлагается привлечь к данной работе почетных членов академии. По-прежнему требует обсуждения вопрос финансового обеспечения награды.

Следующее заседание Генеральной ассамблеи предварительно



Участники заседания Генеральной ассамблеи Международной академии НК

назначено на 20–25 октября 2013 г. (два дня в указанном интервале) в г. Брешиа. Окончательные сроки будут утверждены после организации визита в ЦЕРН (CERN).

На *научном заседании*, состоявшемся после заседания Генеральной ассамблеи, с докладами выступили:

- проф. Уве Эwert (Uwe Ewert) (БАМ, Берлин, Германия) «Прогресс в цифровой промышленной радиологии – области применения, выходящие за рамки пленочной радиологии»;
- д-р Зденек Преворовский (Zdenek Prevorovsky) (Чешская академия наук, Прага, Республика Чехия) «Реверсивная задача в акустической эмиссии»;
- д-р В.Н. Учанин (Valentin N. Uchanin) (Физико-механический институт им. Г.В. Карпенко УАН, Львов, Украина) «Инвариантная оценка эффективности вихревых катушек при разработке новых датчиков»;
- проф. Римантас Кажис (Rymantas Kazys) (Каунасский ультразвуковой институт, Каунас, Литва)

«Последние достижения Каунасского ультразвукового института».

День *презентаций*, проведенный в рамках заседания академии, состоявшегося 12 октября 2012 г. в научном парке AREA, г. Триест, вступительным словом открыл руководитель парка AREA г-н Энцо Мори (Enzo Morigi). Программа дня включала в себя:

- презентация отдела передачи технологий парка AREA – г-жа Мартина Теркони (Martina Terconi);
- презентация принципов работы и подходов, используемых в научно-технологическом парке, при работе с новыми научными направлениями, молодыми учеными и потенциальными клиентами – г-н Пьер Паоло де Паззи (Pier Paolo De Pazzi).

Встреча закончилась визитами на синхротроны ELLETRA и FERMI, входящие в комплекс научного парка AREA.

Встречи и выступления, состоявшиеся в рамках научного заседания академии, были встречены с интересом и сопровождались



Дж. Нардони, М. Теркони и П.П. де Паззи на фоне портрета основателя научного парка (справа налево)



Д. Гилберт, Р. Кажис (третий слева), Дж. Нардони в зале синхротрона FERMI

активной дискуссией. Планируется все презентации разместить на сайте академии: [www.academia-ndt.org](http://www.academia-ndt.org). Следует отметить, что доклады и презентации представляли разные области НК, а визит в научный парк продемонстрировал практический пример реализации поддержки ученых, работающих в области физики, химии и медицины, а также поддержки со стороны властей в виде налоговых льгот и т.п.

Участники заседания академии в очередной раз выразили огромную благодарность президенту академии – г-ну Дж. Нардони, сотрудникам его компании и другим членам совета академии за организацию встречи.



Выступают (слева направо): У. Эwert, З. Преворовский, В. Учанин



НОВЫЙ СТАНДАРТ КАЧЕСТВА  
УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ДЕФЕКОСКОПОВ

# УСД-50



*Ультразвук как искусство*



«Аналоговая» динамика сигнала  
Яркий и контрастный цветной TFT  
дисплей с разрешением 640x480  
Регулируемая амплитуда и  
форма импульса возбуждения  
Высокая разрешающая способность  
В-скан  
Функции ВРЧ и АРК  
Два независимых строга  
Высокая точность определения  
координат дефекта и измерения толщины  
Гарантия 3 года

WWW.KROPUS.RU

МОСКВА • САНКТ-ПЕТЕРБУРГ • ЕКАТЕРИНБУРГ • ПЕРМЬ

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

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



## МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ ТБ-2013



**МАТВЕЕВ Владимир Иванович**

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

XVIII Международный форум «Технологии безопасности» состоялся в Москве 12–15 февраля 2013 г. в МВЦ «Крокус Экспо». В одном из павильонов на 166 стендах размещалась экспозиция приборов и оборудования свыше 230 компаний из 16 стран мира. Организатор форума – компания Groteck.

На церемонии официального открытия форума руководители федеральных органов исполнительной и законодательной власти

определили мероприятие как уникальную площадку для демонстрации достижений отечественных и зарубежных производителей в области специальных технологий и технических средств, используемых в интересах защиты личности, общества и государства от современных вызовов и угроз.

Тематика выставочных экспозиций была достаточно разнообразной:

- транспортная безопасность;
- оборудование и системы безопасности информации и связи;
- инновации для безопасности объектов ТЭК;
- охранно-пожарная сигнализация и защита периметров;
- технические средства и системы безопасности СКУД, CCTV и интегрированные системы.

Наиболее распространенными в системах безопасности остаются по-прежнему средства видеонаблюдения и охранного телевидения. Более 30 компаний продемонстрировали возможность современного видеооборудования. В системах наблюдения на основе видеокамер применяют несколько типов

видеодетекторов: детектор движения и направления движения, детектор лиц с их выделением и распознаванием из «живого» видеопотока, детектор оставленных или пропавших предметов, а также детекторы закрытия камеры, засветки, изменения фона, фокусировки и стабильности видеоизображения.



На стендах известных компаний GEUTEBRUCK GmbH, RVi, PANDA CCTV, СПЕЦЛАБ, Arecont Vision и других можно было увидеть целую линейку современных средств видеонаблюдения: цветные видеокамеры, в том числе день/ночь и с ИК-подсветкой, черно-белые видеокамеры, скоростные пово-



ротные камеры, видеорегистраторы, объективы и мониторы. В ряде камер предусмотрен режим накопления заряда, что увеличивает чувствительность ПЗС-матрицы в условиях плохой освещенности. Автоматическая регулировка усиления позволяет довести сигнал до необходимого уровня, а функция компенсации засветки обеспечивает проработку деталей во встречном свете. В цветных видеокамерах день/ночь предусмотрено автоматическое переключение цветного режима (день) на черно-белый (ночь) в зависимости от времени суток. Так, например, модуль H264CCTV (GEUTEBRЬСК) был специально разработан для использования в линейке IP камер TopLine, обеспечивая наивысшее качество видео с существенным сокращением затрат на хранение информации. Аналитические системы безопасности и видеонаблюдения на основе видеоаналитики GOALcity предложила компания «СПЕЦЛАБ». Оригинальной разработкой компании является приложение Gm2, позволяющее осуществлять мобильное видеонаблюдение с обычного сотового телефона. По сигналу «тревога!» в реальном времени можно наблюдать за незваным гостем, собирающимся проникнуть на объект или территорию, т.е. техника видеонаблюдения и регистрации стала внедряться и в повседневный быт.

В современном мире системы видеонаблюдения являются неотъемлемой частью интегрированных



систем безопасности, поэтому программное обеспечение для их управления постоянно совершенствуется. В настоящее время камеры видеонаблюдения широко используются в автоматизированных системах распознавания и идентификации личности (например, компании «ТЕХНОСЕРВ» и STT GROUP). Вариантами применения являются системы контроля и управления доступом, правоохранительные, таможенные и особые системы безопасности, требующие высокой надежности. Значительное распространение в системах контроля физического и логического доступа получили также биометрические технологии, основанные на анализе радужной оболочки глаз, распознавании отпечатков пальцев и уникальных трехмерных характеристик геометрии руки (НИИЦ БТ при МГТУ им. Н.Э. Баумана, НПП «РУБИН»).

Применение современных методов цифровой обработки и восстановления изображений позволило компании «Нордавинд» разработать систему распознавания автомобильных номеров, в том числе оборудованных средствами противодействия распознаванию (сетками, решетками и инфракрасными засветками). Система способна распознавать номера автомобилей, движущихся со скоростью до 200 км/ч, и с помощью интеллектуального алгоритма анализа движения определять направление перемещения транспортного средства.

Ряд организаций («СПЕКТР-АТ», ФСБ РФ, GuardLiner) демон-

стрировали интегрированные системы наблюдения, применение которых позволяет вести эффективное наблюдение в условиях задымленности, тумана или полного отсутствия освещения. Мультиспектральные комплексы в составе видеокамеры с тепловизором предназначены не только для наблюдения и обеспечения безопасности объектов, но и для мониторинга линий электропередач (в том числе транспортных подстанций), газопроводов и нефтепроводов, состояния теп-лоизоляции промышленных и ЖКХ объектов. Такие задачи решаются выявлением температурных аномалий с помощью тепловизоров, осуществляющих неразрушающий дистанционный контроль. «СПЕКТР-АТ» кроме целого ряда современных неохлаждаемых наблюдательных тепловизоров показал новый тепловизионный многоканальный комплекс наблюдения и контроля «ОМАР», в состав которого входят: тепловизор, телевизионный канал, канал измерения расстояния до цели, электронный компас, GPS/Глонасс-модуль и акселерометр. Мультиспектральные комплексы и приборы показали также GuardLiner («АСТРОН-3А») и ФСБ РФ (НФ-1185).



Помимо стационарных систем и комплексов видеонаблюдения были представлены портативные, малогабаритные приборы ночного видения (ПНВ) и прицелы. На стенде фирмы «ТАСК-Т» демонстрировался новый, разработанный фирмой «СПЕКТР-АТ», ПНВ на основе электронно-оптического преобразователя (ЭОП), в котором вместо традиционных катодолуминесцентных экранов сине-зеленого, зеленого или желто-зеленого цветов свечения установлен экран черно-белого цвета свечения. Такие ПНВ более перспективны, в



том числе и для создания комбинированных приборов, совмещающих традиционные ПНВ с тепловизорами, в которых изображение наблюдается на мониторе с черно-белым свечением экрана. Кроме того, черно-белое свечение экрана ЭОП ускоряет адаптацию оператора и уменьшает время принятия решения, что весьма важно в реальных условиях.

ОАО «ТЕТИС КС» показало комплексные системы физической защиты, мониторинга воздушной среды и подстилающей поверхности в виде радиолокационных и гидроакустических станций обнаружения и сопровождения, в том числе автоматическую панорамную систему обнаружения «Филин», включающую оптико-электронную и тепловизионную камеры дальнего наблюдения, береговую РЛС миллиметровых волн «НЕВА-Б», радиолокационную станцию МР-2ПВ, а также стабилизированную систему автоматического обнаружения нарушителей «Спайдер». Системы «Филин» и «Спайдер» включают в себя тепловизионную и телевизионную камеры, а также лазерный дальномер. Система «Спайдер» имеет большие возможности благодаря развитому программному обеспечению.

Другой тип радиолокационных систем охраны периметра и территории объектов Orwell-R продемонстрировала российская компания «ЭЛВИС-НЕОТЕК». Здесь же можно было ознакомиться и с иными разработками компании: разведывательным радарно-оптическим комплексом «Дозор» (мобильный вариант), аналитическим охраняемым термосканером Orwell 2k-Patrol и системой видеонаблюдения с компьютерным зрением Orwell 2k. Эти устройства являются мультиспектральными, использующими радиоволновый, тепловизионный и оптический диапазоны электромагнитного спектра.

Компания Lahoux Optics знакомила посетителей выставки с возможностями тепловидения на транспорте. Система PathFindIR представляет собой компактную тепловизионную камеру, которая значительно снижает риски, связанные с вождением в ночное

время. Она позволяет водителям видеть гораздо дальше и четче, чем при свете обычных фар. Указанная система помогает обнаружить и распознать потенциальные риски в полной темноте, дыму, при дожде и снеге. Кроме того, представили интерес две новые модели всемирно известной компании FLIR Systems: портативный тепловизор FLIR SCOUT PS-Series и цифровой тепловизионный монокуляр LMA-10, оснащенный приемником дальнего инфракрасного диапазона с возможностью замены 25-миллиметрового объектива на 35-миллиметровый.

Информация – один из наиболее ценных продуктов деятельности человека. Информационные ресурсы могут быть товаром и представляют собой имущество их обладателей. В соответствии с законодательством Российской Федерации обладателем информации может быть не только государство, субъект РФ, муниципальное образование или юридическое лицо, но и отдельный гражданин (физическое лицо). Важный вклад в эффективность общей системы мероприятий по защите информации от утечки вносит техника защиты информации. К ней относятся средства защиты информации, средства контроля эффективности защиты информации, а также системы управления, предназначенные для обеспечения защиты информации. Применение соответствующих технических средств может предотвратить несанкционированный акустический контроль помещений, контроль и прослушивание телефонных переговоров, перехват компьютерной и другой защищаемой информации. Значительный перечень подобных средств был представлен компаниями «РАДИОСЕРВИС» и STT GROUP. Компания «РАДИОСЕРВИС» предложила большой выбор профессиональных средств радионаблюдения и поиска несанкционированных передатчиков, работающих в широком спектральном диапазоне (от 9 кГц до 21 ГГц) с высокой скоростью сканирования для обнаружения сверхкратковременных радиосигналов. Кроме того, некоторые компании

(STT GROUP) оказывают профессиональные услуги по обследованию помещений на предмет выявления технических средств негласного съема информации (микрофонов, видеокамер, специальных средств прослушивания, микропередатчиков и т.п.).

Большее внимание стали уделять разработкам программно-аппаратных средств криптографической защиты информации. Свои последние продукты данного направления показала фирма «АНКАД», в частности электронный идентификатор «Рутокен» – персональное устройство доступа к информационным ресурсам в виде USB-брелка (полнофункционального аналога смарт-карт).

Значительное внимание организаторы выставки уделили досмотровому оборудованию, работающему на различных физических принципах. Портативные и стационарные металлодетекторы можно было увидеть на стендах компаний «Стратэб», ТСНК МИРЭА, ОАО «Казанский электротехнический завод». Изделия отличают высокая селективность, обеспечивающая определение ферромагнитных и неферромагнитных металлов, и возможность работы в режиме, при котором металлоискатель игнорирует наличие мелких бытовых металлических предметов. Одна из представленных моделей «Дозор» является многозонным стационарным арочным металлодетектором с 12 зонами селективного детектирования, что обеспечивает точное указание местонахождения металлических предметов в пространстве под аркой. Этими металлодетекторами будет обеспечиваться безопасность на спортивных сооружениях во время «Универсиады 2013» в Татарстане.

Досмотровое оборудование на основе рентгеновского излучения в виде переносных, мобильных и стационарных рентгено-телевизионных систем было представлено на стендах рядом организаций (ФСБ РОССИИ, ЗАО «НАУЧПРИБОР», НПО «Спецтехника», «ВЛИБОР СИСТЕМС» (от Smiths Detection), ТСНК МИРЭА, Rapiscan Systems, СКБ «МЕДРЕНТЕХ» и др.). Разрешающая способность рентгеновского контроля становится все

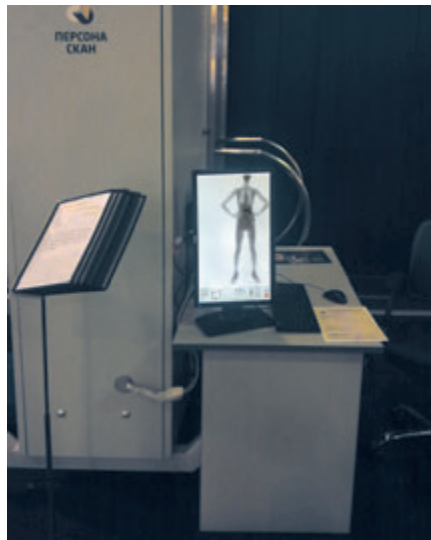




выше за счет разработок и практического применения микро- и нанофокусных трубок. Среди большого перечня рентгеновской аппаратуры представляют интерес интроскоп TS-SCAN 5280 (ТСНК МИРЭА) с улучшенной системой распознавания скрытых материалов и автоматическим выделением подозрительных областей, а также новая система досмотра Rapiscan Secure 1000 на обратно рассеянном рентгеновском излучении. Компания ЗАО «НАУЧ-ПРИБОР» показала систему досмотра EXPRESS INSPECTION, предназначенную для обнаружения опасных предметов из материалов любых типов не только на теле, но и внутри тела. Доза облучения человека при одном сканировании не превышает 0,2 мкЗв, что в 500 раз меньше, чем при флюорографическом обследовании.

Компания Rapiscan Systems продемонстрировала также оригинальный портал безопасности WaveScan 200/200p, основанный на использовании технологии радиометрии (пассивной локации) в миллиметровом диапазоне электромагнитного излучения (80...100 ГГц). Система уверенно различает энергию миллиметровых волн, излучаемых телом человека, от энергии излучения скрытых предметов. При этом детекторы миллиметровых волн не отображают анатомическое строение человека. В равной степени обнаруживается скрытое под одеждой металлическое и керамическое оружие, пластмассовые упаковки взрывчатых веществ, наркотиков и т.п.

Для мониторинга радиационных материалов СНПО «Элерон» разработало портал безопасности



РТРК – роторный турникет радиационного контроля.

Визуальный осмотр различных труднодоступных мест и полостей с малыми входными отверстиями обычно осуществляют с помощью специальных технических эндоскопов и видеоскопов («ТАСК-Т», «СПЕКТР-АТ», «ЛОГТЕК», OLYMPUS, ФСБ РФ, НТЦ «ЕВРААС» и др.). Передачу изображения ведут по гибкому оптоволоконному кабелю с возможностью изгиба дистального конца на  $\pm 180^\circ$  в одной или двух плоскостях. В комплект поставки обычно входит устройство подсветки, обеспечивающее работу в отсутствии освещения. В видеоскопах дополнительно используется малогабаритный телевизионный тракт, дающий высококачественное цветное изображение. Эндоскопы широко применяются при осмотре двигателей, газовых турбин, внутреннего состояния сосудов высокого давления, контроля запорной арматуры, при поисковых и спасательных работах. В настоящее время выпущены универсальные линейки видеоскопов, фиброскопов, жестких бороскопов, а также программных дополнений к ним. Одна из моделей видеоскопа IPLEX Ultra-Lite (OLYMPUS) благодаря эргономичному дизайну помещается на ладони, что позволяет весьма просто производить эксплуатационный контроль.

НПЦ «СПЕКТР-АТ» продемонстрировал новые сверхтонкие жесткие эндоскопы на основе жестких оптоволоконных жгутов. Такие жгуты являются перспективными оптическими компонентами для производства жестких эндоскопов длиной от 0,1 до 1 м и диаметром рабочей части 1,2...5,0 мм. Их пространственное разрешение составляет около 20 лин./мм, а технология изготовления позволяет изгибать рабочую часть эндоскопа на угол до  $45^\circ$  радиусом не менее 300 мм. Такие манипуляции абсолютно исключены с жесткими эндоскопами на основе градиентной или линзовой оптики. Естественно, что при практически равных технических параметрах прочностные характеристики новых изделий значительно выше.



Интерес у посетителей вызвали экспонаты ОАО «НИИПТ «РАСТР» – профессионала в промышленном телевидении (г. Великий Новгород). Целая линейка малогабаритных телевизионных досмотровых систем («Эстакада-8», «Нырок», «Поиск» и др.) применяется для обследования труднодоступных мест транспортных средств, контейнеров, складских помещений, внутреннего объема емкостей, а также пустот и завалов после происшествий или катастроф. Также были представлены оригинальные разработки телевизионных систем наблюдения в радиационно-, взрывоопасных зонах и зонах с повышенной температурой. Надежный контроль документов и ценных бумаг всех степеней защиты обеспечивают телевизионные спектральные системы для криминалистики («Радуга-2», «Криминалист-2», ТСС-3М-2).

Надежность и оперативность при осуществлении досмотровых операций, безусловно, зависят от степени подготовки обслуживающего персонала. Поэтому компании-поставщики оборудования совершенствуют программы подготовки и обучения персонала. В частности, свои новые программы обучения операторов представила на выставке компания «ВЛИБОР СИСТЕМС».

Специальные средства обнаружения взрывчатых, наркотических и опасных химических веществ можно было увидеть на стендах

ФСБ РФ (детектор паров ВВ на основе метода лазерной десорбции «ШЕЛЬФ-ПКЛ»), «Стратэб» (портативный обнаружитель следов ВВ QS-N150TM), НТЦ «ЕВРААС» (газоанализатор взрывчатых веществ «Пилот-М1»), «ВЛИБОР СИСТЕМС» (детектор IONSCAN 500DT для одновременного обнаружения следов взрывчатых и наркотических веществ), Rapiscan Systems (ручная система RAPISCAN HE50 для обнаружения следов ВВ по ионной подвижности). Перечисленные приборы весьма чувствительны, определяя следовые остатки взрывчатых веществ. Для их калибровки, а также обучения специалистов служб безопасности НТЦ «ЕВРААС» предложил ряд комплектов имитаторов взрывных устройств и взрывчатых веществ (произведенных в Израиле) на основе идентичности физико-химических свойств. Актуальны взрывотехнические роботизированные комплексы и манипуляторы, демонстрировавшиеся на стенде ФСБ РФ.

Новинкой на данной выставке был детектор «ДВИН-1» обнаружения и идентификации взрывчатых веществ, основанный на взаимодействии с быстрыми мечеными нейтронами (стенд ООО «Нейтронные технологии»). Это действительно надежный способ не только обнаружения, но и распознавания опасных взрывчатых веществ в любом, в том числе жидком, состоянии.

Эта технология была разработана учеными Объединенного института ядерных исследований в г. Дубне. На ее основе по заказу ФСБ России были созданы различные модификации детекторов взрывчатых веществ: переносной вариант, мобильный вариант для оперативного досмотра заминированных объектов и стационарный вариант для инспекции крупногабаритных грузов. Детектор протестирован на нахождение более 30 различных взрывчатых и наркотических веществ. Важной особенностью системы является то, что идентификация скрытых веществ происходит в автоматическом режиме, без участия оператора. Ученые ОИЯИ разработали специаль-



ный алгоритм идентификации на основе нейронных сетей, который существенно ускоряет время обнаружения скрытого вещества.

Детектор определяет состав веществ по спектру гамма-излучения, которое испускается при попадании в них нейтронов. Рождение нейтрона в генераторе сопровождается появлением «метки» – альфа-частицы, которая вылетает в противоположную нейтрону сторону. Отбор совпадающих сигналов с альфа- и гамма-детекторов позволяет в 200 раз подавить сигнал от фоновых процессов. Это кардинально меняет условия регистрации спектра гамма-излучения от искомым веществ, делая их идентификацию более быстрой и надежной. При создании полупроводникового альфа-детектора используется технология получения высоколегированных нанослоев толщиной менее 100 нм.

Степень радиационной безопасности при работе детектора «ДВИН-1» была проверена специалистами Роспотребнадзора в ходе испытаний в досмотровой зоне станции «Ладужская» Санкт-Петербургского метрополитена. В санитарно-эпидемиологическом заключении фиксируется полное отсутствие наведенной активности в объекте досмотра или в окружающей среде. Была определена также безопасная зона 8,5 м, в которой должен находиться оператор во время обследования. В заключении Роспотребнадзора оценена мощность эквивалентной дозы, возникающей при работе «ДВИН-1» на расстоянии 20 м: она составляет 0,4 мкЗв.

Важно, что при использовании детекторов на этой основе не будет происходить облучения людей, поскольку они будут работать только при досмотре забытых вещей и подозрительных объектов.



Варианты подобных детекторов можно было также увидеть на специализированном стенде ФСБ РФ.

В последние годы беспилотные летательные аппараты (БПЛА) прочно вошли в состав вооруженных сил многих стран мира. Численность парка БПЛА в Объединенных вооруженных силах НАТО к 2006 г. достигла примерно 60 тыс. единиц, из которых около 60% малоразмерные аппараты. В разработке современных БПЛА уверенно лидируют США и Израиль. Россия, к сожалению, пока отстает в этой области. Одна из проблем – создание специальной системы радиоуправления БПЛА. Поэтому можно считать успехом появление на выставке оригинального российского радара МФ-2 (стенд НЦ СРМ МАИ), который станет интеллектом для беспилотника и обеспечит его круглосуточную и всепогодную работу. Накопленная в полете информация может сниматься по его окончании или сбрасываться по радиоканалу в режиме реального времени, что позволит быстро принимать решения. Использование радара МФ-2 обеспечит потребности как разведывательных, так и ударных БПЛА. Одним из важных применений БПЛА с данным радаром станет получение оперативной информации о состоянии сырьевых и энергетических коммуникаций на всем их протяжении, особенно в условиях Крайнего Севера, где находятся основные объекты нефте- и газодобычи, а также магистрали, обеспечивающие их транспортировку.

Вызвал также интерес радар для обнаружения людей за оптически непрозрачными преградами (НЦ СРМ МАИ). В основе разработки использование технологии сверхширокополосных сигналов, что обеспечивает высокую точность определения местоположения человека за преградой при его перемещении и дыхании.

Компания STT GROUP демонстрировала новые модификации специальной аппаратуры антитеррористического назначения на основе нелинейных методов радиолокации: нелинейный локализатор NR-900S повышенной чув-

ствительности и многофункциональный нелинейный локализатор NR-2000 с надежным обнаружением самодельных взрывных устройств на фоне сложной техногенной помехи от городской застройки. Они работают на определенной частоте, а прием отраженного (рассеянного) сигнала осуществляют на второй и третьей гармониках, обнаруживая дистанционно различные несанкционированные конструкции, в том числе взрывчатые вещества с радиовзрывателями. Следует подчеркнуть наметившуюся тенденцию использования более высоких частот зондирующего сигнала в диапазоне СВЧ, что позволяет получить уникальные возможности по обнаружению полупроводниковых элементов и устройств, скрытых различными материалами. Здесь же можно было увидеть новинку – голографический подповерхностный радиолокатор «РАСКАН-5» с квадратурным детектором, что обеспечило возможность более качественного восстановления и фокусировки получаемых изображений закладок в строительных сооружениях. Данная аппаратура разработана в лаборатории дистанционного зондирования при МГТУ им. Н.Э. Баумана и хорошо зарекомендовала себя при зондировании строительных конструкций для определения положения арматуры, пустот и других искусственных неоднородностей.

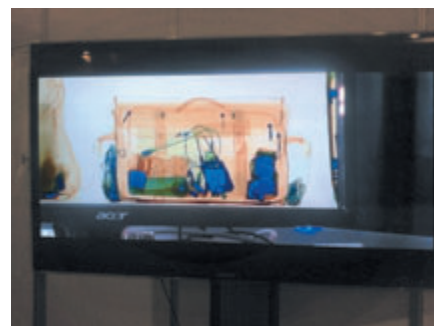
По-прежнему востребованы радиоволновые средства охраны периметров объектов и территорий как стационарных, так и временных быстроразворачиваемых площадок. Ряд компаний («НИКИРЭТ», «СТ-ПЕРИМЕТР», «ДЕДАЛ», GuardLiner) показали свои новые разработки радиоволновых извещателей, включающих в свой состав передатчики и приемники, осуществляющие излучение и прием сигналов в узкозонных направлениях. Просматривается тенденция в увеличении их рабочей частоты с 10 до 24...61 ГГц для сужения зоны обнаружения и увеличения помехоустойчивости систем в целом. Также развивается комплексирование радиоволновых извещателей ИК-датчиками, повышающи-



ми общую надежность средств охраны периметров особо важных объектов. Заслуживает внимания комплекс периметровых средств обнаружения серии «ВОРОН ТМ» (ООО «ПРИКЛАДНАЯ РАДИОФИЗИКА») с искусственным интеллектом на основе волоконно-оптических распределенных кабелей. Комплекс особенно эффективен на протяженных участках длиной до 30 км.

Насыщенность территорий различными электро- и радиоприборами требует их проверки и сертификации на электромагнитную совместимость. Известная компания ФГУП ЦНИРТИ им. акад. А.И. Берга продемонстрировала современную безэховую камеру, предназначенную для проведения соответствующих работ в широком частотном диапазоне от 26 до 40 000 МГц. Применяемое радиопоглощающее покрытие состоит из нескольких плоских слоев диэлектрических материалов, имеющих гладкую поверхность, расположенных на ферритовой панели (защищено патентами РФ № 2094876, 2113040, 2362176 и 2362220). В частности, разработано специальное помещение на основе радиопоглощающего покрытия с пассивной электромагнитной и акустической защитой.

Огромное внимание в последнее время уделяется решению проблем пожаровзрывобезопасности зданий и сооружений. Институт комплексной безопасности в строительстве



при МГСУ разработал современные проекты повышения взрывоустойчивости и пожаробезопасности объектов строительства с последующей их сертификацией на соответствие требованиям российских и европейских (EN) стандартов.

Российская компания «Аналит-прибор» продемонстрировала в широком ассортименте ряд портативных и многоканальных газоанализаторов и измерительных приборов водно-химического мониторинга. Особую ценность представляют газоанализаторы для оптимизации процессов горения на объектах ТЭК, а также сигнализа-

ции превышения концентрации вредных примесей.

В рамках деловой программы форума было проведено более 15 мероприятий – конференций, семинаров, круглых столов и бизнес-семинаров компаний на актуальные темы, в том числе по сотрудничеству государства и бизнеса в борьбе с терроризмом, безопасности на транспорте, безопасности объектов ТЭК, культуры и культурных ценностей. В частности, на конференции «Передовые методы и средства защиты конфиденциальной информации» привлек внимание доклад Г.А. Фомина (ФСБ Рос-

сии) на тему «Об особенностях сертификации средств криптографической защиты информации в свете принятия нового закона № 63-ФЗ от 6 апреля 2011 г. «Об электронной подписи».

Форум продемонстрировал высокий технический уровень экспонатов и разработок по реализации технологий безопасности, реально показав значимость современных измерительных средств и программного обеспечения в их развитии, а также достижения отечественных компаний в этой отрасли деятельности.

**КОНСТАНТА®**  
приборы неразрушающего контроля



Многофункциональный толщиномер гальванических и анодно-окисных покрытий всех типов

### Константа К6

- Расширенный набор износостойких малогабаритных преобразователей.
- Цветной LED дисплей с диагональю 2.4 дюймов и встроенная Li-Ion аккумуляторная батарея.
- Дружественный, интуитивно понятный интерфейс.
- Полный комплект средств метрологического обеспечения.





**КОНФЕРЕНЦИЯ  
ВЫСТАВКА**



**МОСКВА 2014**

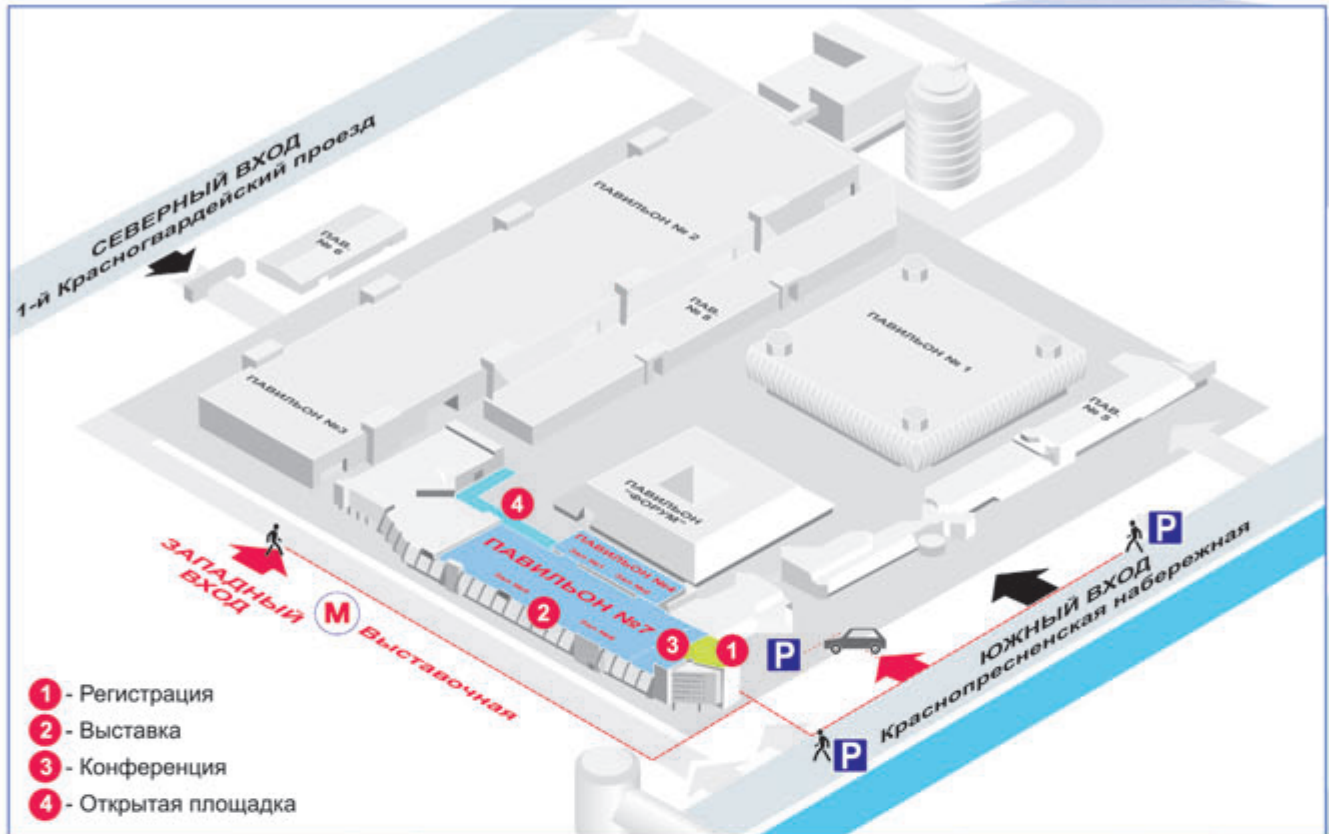
**ОРГАНИЗАТОР РОНКТД**



**20 ВСЕРОССИЙСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
ВЫСТАВКА СРЕДСТВ И ТЕХНОЛОГИЙ НК**

**3 - 6 МАРТА 2014, ЦВК "ЭКСПОЦЕНТР"**

## СХЕМА "ЭКСПОЦЕНТР НА КРАСНОЙ ПРЕСНЕ"



## СХЕМА ВЫСТАВКИ





	Стоимость* для Партнеров РОНКТД	Стоимость*
1 кв.м. площади без застройки**	6 750 рублей	7 500 рублей
1 кв.м. застройки стенда "Стандарт"	2 100 рублей	2 100 рублей
1 кв.м. застройки стенда "Стандарт +"	2 500 рублей	2 500 рублей
1 кв.м. необорудованной площади под размещение крупногабаритной техники	5 200 рублей	5 500 рублей
1 кв.м. на открытой площадке	940 рублей	995 рублей

- \* - без НДС - 18%
- \*\* - наценка для стенда с двусторонним доступом - 5%
- наценка для стенда с трехсторонним доступом - 10%
- наценка для стенда "остров" - 15%

## ЗАСТРОЙКА

### "СТАНДАРТ"

### "СТАНДАРТ +"

"СТАНДАРТ"			Оборудование	"СТАНДАРТ +"		
4м²	6-11м²	12-14м²		8-11м²	12-17м²	18-24м²
2,5	2,5	2,5	Высота конструкций, м	4	4	4
белый	белый	белый	Цвет стен	белый	белый	белый
на выбор	на выбор	на выбор	Ковровое покрытие	на выбор	на выбор	на выбор
-	-	+	Подсобное помещение	-	+	+
+	+	+	Фризовая панель Н 0.3м	+	+	+
1	2-3	4	Спот	3	5	6-8
1	1	1	Розетка тройник 0,5 kW	1	1	1
1	1	1	Информационная стойка Н 1.1м	1	1	1
-	1	1	Архивный шкаф Н 0.75м	-	1	1
-	-	-	Витрина Н 2.5м	-	1	1
-	-	1	Витрина Н 1.1м	1	-	-
-	-	-	Полка консольная Ш 0.3м	-	3	6
-	1	1	Стол круглый D 0.7м	1	1	2
2	4	4	Стул переговорный	3	4	6
1	1	1	Вешалка настенная	1	1	1
1	1	1	Корзина для бумаг	1	1	1
0.4	0.6-1.1	1.2-1.4	Электроэнергия, кВт	0.8-1.1	1.2-1.7	1.8-2.4



# 20-ая ВСЕРОССИЙСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО НК и ТД

## ПРОГРАММА

### 03 МАРТА 2014

10:00	ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ
13:00	ОТЧЕТНО-ВЫБОРНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ РОНКТД

### 04 - 06 МАРТА 2014

10:00 - 18:00	СЕКЦИОННЫЕ ЗАСЕДАНИЯ
---------------	----------------------

### 05 МАРТА 2014

18:00	ТОРЖЕСТВЕННЫЙ ВЕЧЕР
-------	---------------------

### 06 МАРТА 2014

15:00	ЗАКРЫТИЕ КОНФЕРЕНЦИИ
-------	----------------------

### СЕКЦИОННЫЕ ЗАСЕДАНИЯ:

### РУКОВОДИТЕЛИ СЕКЦИЙ\*:

#### Секция 1. ТЕХНОГЕННАЯ ДИАГНОСТИКА

Секция 1.1. Магнитный и магнитопорошковый НК	Горкунов Э.С., Бакунов А.С., Мигун Н.П., Венгринович В.Л., Коваленко А.Н., Шербинин В.Е.
Секция 1.2. Вихретоковый НК	Ефимов А.Г., Шкатов П.Н., Покровский А.Д., Лунин В.П.
Секция 1.3. Ультразвуковой НК	Алешин Н.П., Шевалдыкин В.Г., Самокрутов А.А., Бобров В.Т., Дымкин Я.М., Сучков Г.М., Вопилкин А.Х.
Секция 1.4. Радиационные методы НК	Артемьев Б.В., Потрахов Н.Н., Гнедин М.М., Потапов В.Н., Владимиров Л.В., Миховски М.
Секция 1.5. Оптический, визуально-измерительный, инфракрасный и микроволновый методы НК	Вавилов В.П., Абрамова Е.В., Будадин О.Н., Данилин Н.С., Потап А.Н.
Секция 1.6. Капиллярный НК	Шелихов Г.С., Глазков Ю.А.
Секция 1.7. Акустическая эмиссия	Иванов В.И., Бигус Г.А., Кожаринов В.В.
Секция 1.8. Вибродиагностика	Зусман Г.В., Кажис Р., Решетов А.А., Егоров А.В., Рагульскис К.М., Соколова А.Г.
Секция 1.9. Вычислительная томография	Вайнберг Э.И., Клименов В.А., Горшков В.А., Кузелев Н.Р.
Секция 1.10. Комбинированные методы НК	Прохорович В.Е., Ткаченко А.А.
Секция 1.11. Течеискание. Сосуды высокого давления	Сажин С.Г., Тараненко Е.В., Наумов В.Н., Попов Е.Г.
Секция 1.12. Оценка остаточного ресурса. Разрушение и деградация материалов	Махутов Н.А., Коннов В.В., Прокофьев А.Б., Батов Г.П.

#### Секция 2. АНТИТЕРРОРИСТИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА

Ковалев А.В., Буклей А.А., Усачев Е.Ю., Кирилов В.М., Матвеев В.И.

#### Секция 3. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА

Кузелев Н.Р., Ключев З.В., Кольцов В.Н., Леонов Б.И.

#### Секция 4. СЕРТИФИКАЦИЯ И ОБУЧЕНИЕ ПЕРСОНАЛА, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И МЕТРОЛОГИЯ

Коновалов Н.Н., Копытов С.Г., Волкова Н.Н., Муравьев В.В., Азизова Е.А., Эйнав И., Муравская Н.П., Странгенфорс С.

\* На дату публикации не все руководители секций подтвердили своё согласие.



ВЫБОР ПРОФЕССИОНАЛЛОВ



**УД3-71**  
**УЛЬТРАЗВУКОВОЙ**  
**ДЕФЕКТОСКОП**  
**ВДЗ-81 EDDYCON**  
**ВИХРЕТОКОВЫЙ**  
**ДЕФЕКТОСКОП**



**ООО "ПРОМПРИЛАД"**  
Украина, 04071, г. Киев,  
ул. Набережно-Луговая, 8  
тел./факс: (044) 467-51-38 (39),  
E-mail: [ndt@ln.com.ua](mailto:ndt@ln.com.ua)  
[www.promprilad.com.ua](http://www.promprilad.com.ua)





## 12-я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА «НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ И ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА В ПРОМЫШЛЕННОСТИ»

26–28 марта 2013 г. в Москве, на территории СК «Олимпийский» успешно прошли 12-я Международная выставка «NDT Russia – Неразрушающий контроль и техническая диагностика в промышленности» и «TechTest – испытания материалов и механизмов»

Экспозиция выставок – это последние достижения, новейшие разработки, оборудование и технологии в области неразрушающего контроля, испытаний и измерений, которые представлены как российскими производителями и разработчиками оборудования, так и представителями зарубежных компаний, дилерами, дистрибьюторами.

Ежегодно выставка NDT Russia проводится при официальной поддержке государственных структур и отраслевых ассоциаций. В этом году официальную поддержку выставке оказали: Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом», Департамент науки, промышленной политики и предпринимательства города Москвы, Российское общество по неразрушающему контролю и технической диагностике, Ядерное общество России, ОАО «РЖД», Департамент транспортного машиностроения Министерства промышленности и торговли РФ.

Церемонию открытия выставок почтили своим присутствием специальные гости:

- Всеволод Петрович Бабушкин, заместитель директора Департамента транспортного машиностроения Министерства промышленности и торговли РФ;
- Артур Георгиевич Акопян, заместитель начальника департамента технической политики ОАО «РЖД»;



- Сергей Владимирович Клюев, президент Российского общества по неразрушающему контролю и технической диагностике;
- Николай Ревокатович Кузелев, вице-президент Ядерного общества России, вице-президент Российского общества по неразрушающему контролю и технической диагностике;





- **Владимир Александрович Колесников**, ректор Российского химико-технологического университета им. Д.И. Менделеева;
- **Владимир Николаевич Кудрявцев**, заведующий кафедрой технологии электрохимических производств Российского химико-технологического университета им. Д.И. Менделеева;
- **Ирина Анатольевна Любина**, генеральный директор ООО «Примэкспо»;
- **Римма Мидхадовна Мангушева**, руководитель проектов NDT Russia, TechTest, ExpoCoating.

А.Г. Акопян от имени ОАО «РЖД» поздравил участников и гостей с открытием выставки, отметил представительность экспозиции, а также принципиальное значение систем неразрушающего контроля для обеспечения требований безопасности работы железнодорожного транспорта и безопасности цепочки перевозок.

**Торжественное открытие с разрезанием красной ленты** прошло с участием почетных гостей выставки – В.П. Бабушкина, А.Г. Акопяна, В.А. Колесникова, И.А. Любиной.

Участие в выставках приняли **163 компании из Германии, Канады, Китая, Чехии и России**, площадь выставки выросла на **20 % по сравнению с 2012 г.** В этом году экспозиция выставки была особенно интересной, стенды компаний-участниц отличались не только обилием представленного оборудования – от приборов до сложных автоматизированных систем, но и внешним видом. Традиционно участники отмечают количество и уровень профессиональных посетителей

выставки, в этом году ее посетили **4299 уникальных специалиста.**

Помимо интересной экспозиции для специалистов была организована насыщенная деловая программа, включающая обсуждение актуальных вопросов промышленной безопасности. Так, в рамках выставки прошли семинары компаний-участниц:

- «Стационарные поточные системы компании Olympus для контроля качества труб при производстве», организатор: Пергам-Инжиниринг, ОАО;
- «Обзор современных решений и тенденций в НК от GE Inspection Technologies», организатор: GE MEASUREMENT & CONTROL;
- «РЕНТГЕН 2013 – СОВРЕМЕННАЯ ЦИФРОВАЯ И ПЛЕНОЧНАЯ РАДИОГРАФИЯ», организатор: компания Yxlon.







Тема круглого стола «Интеллектуальные системы диагностики», организатор РОНКТД, была выбрана в связи с работой коллективов ученых, разработчиков и эксплуатационных организаций над созданием технологической платформы «Интеллектуальные системы диагностики» – НТП ИСД, обобщенного документа о состоянии и перспективах развития НК и ТД и выработке путей дальнейшего продвижения НК и ТД России и на международной арене. Было заслушано 12 сообщений по различным аспектам в области НК и ТД. В мероприятии приняло участие более 50 специалистов.

При участии промышленной ассоциации «МЕГА» был проведен семинар по неразрушающему контролю «MEGATECH-NDT: современные приборы и технологии неразрушающего контроля». Программа семинара включала в себя пять докладов, подготовленных представителями компаний: «Мега Инжиниринг», «Регион-Спектрсерт», «Кропус», «Хилти», ВНИГНИ. Оборудование было показано в работе, при этом можно было познакомиться с его уникальными функциями и первоклассными техническими характеристиками.

НПА арматуростроителей провела в рамках выставки круглый стол «Испытательное оборудование и современные методы технической диагностики трубопроводной арматуры», на заседании которого технические специалисты заводов-производителей трубопроводной арматуры, испытательных лабораторий и эксплуатирующих предприятий обсудили вопросы, связанные с новыми перспективными технологиями и оборудованием для диагностирования, методиками и приборами неразрушающего контроля, мониторингом технического состояния и нормативно-методическим обеспечением контроля и диагностики оборудования, работающего под давлением (трубопроводная арматура, насосы, компрессоры).

Традиционно участники выставки приняли участие в конкурсе «Инновация NDT».

Ежегодно растет и количество информационных партнеров выставки, что способствует увеличению количества ее участников и посетителей, а также укрепляет имидж выставки как главного отраслевого события. Среди наших партнеров отраслевые и общепромышленные СМИ, порталы, ассоциации, такие как: «В мире НК», Diagnostika.ru, «Территория NDT», «Контроль. Диагностика», «Трубопроводный транспорт: теория и практика», Defektoskopist.ru, «Экспозиция. Нефть. Газ» «Газ России», «Мир измерений», «Нефтегазовая вертикаль», «ПромРынок», «Газовая промышленность», «Территория Нефтегаз», «Станочный парк», «Депо», «Компоненты и технологии», Промышленная ассоциация «МЕГА», Научно-промышленная ассоциация арматуростроителей и др. Кроме того, выставка в очередной раз стала финальной площадкой для подведения итогов **Всероссийского профессионального конкурса дефектоскопистов**, проводимого НУЦ «Качество» при поддержке РОНКТД среди профессионалов отрасли.

Также в этом году выставка NDT Russia стала генеральным спонсором фотоконкурса на лучшую фотографию «Будни дефектоскописта», победители которого были награждены на торжественном приеме



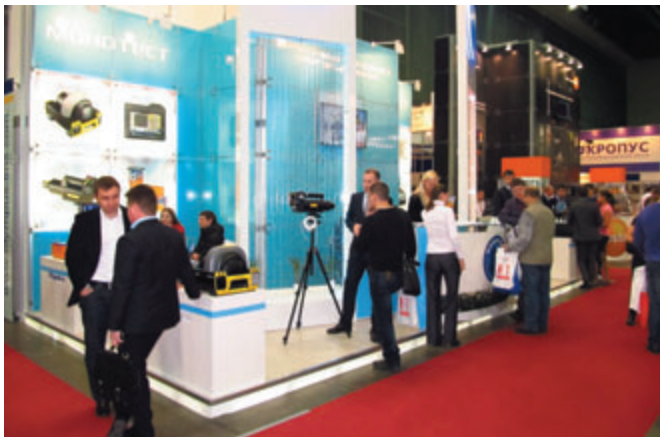
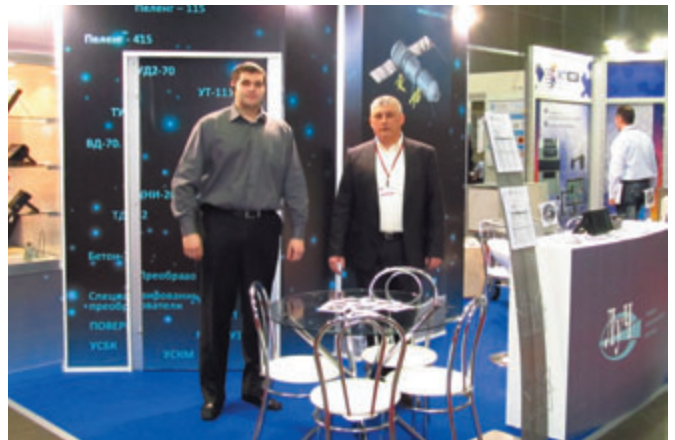
(организатор конкурса – портал Дефектоскопист.ру). На конкурс было прислано более 100 фотографий из Узбекистана, Украины, ХМАО (г. Нягань), Саратовской области, Перми, Туапсе, Ярославля, Республики Коми, Москвы, Санкт-Петербурга и других городов. Участники фотографировали дефекты; объекты контроля; местность, где проводился контроль; оборудование; забавные ситуации, повествующие о непростой судьбе дефектоскописта и многое другое!

В день открытия выставки состоялся **семинар на тему «Как повысить эффективность участия в выставках»** в рамках образовательной программы для экспонентов, проводимой компанией «Примэкс». Цель семинара – помочь участникам грамотно организовывать работу на выставке, ведь от их профессионализма зависят не только результаты работы на конкретной выставке, но и развитие отрасли в целом в России. Для удобства обучающихся занятие было разделено на тематические блоки в соответствии с рассматриваемыми проблемами. В заключение встречи экспоненты получили практические советы по работе на выставках и смогли задать вопросы ведущему занятию – генеральному директору Агентства выставочного консалтинга «ЭкспоЭффект» Николаю Карасеву.

Высокий уровень выставки **NDT Russia** подтвержден знаками UFI – Всемирной ассоциации выставочной индустрии и РСВЯ – Российского союза выставок и ярмарок. Из года в год выставка подтверждает свой статус и коммерческую эффективность для экспонентов и посетителей тем, что выставочная площадь бронируется участниками уже в ходе текущей выставки, регистрация в качестве посетителей на сайте выставки идет круглый год, количество партнеров выставки увеличивается. Востребованность и актуальность деловой программы подтверждается хорошей посещаемостью и высоким интересом докладчиков к участию в мероприятиях.

**Приглашаем профессионалов отрасли принять участие в выставке следующего года, которая традиционно состоится в Москве, в СК Олимпийский, 18–20 февраля 2014 г.**

*Материал предоставлен организаторами выставки.  
Фотографии – Клейзер Наталия Владимировна.*



## ИНТЕРВЬЮ С УЧАСТНИКАМИ ВЫСТАВКИ



### СУХОРУКОВ Василий Васильевич

Вице-президент РОНКТД, д-р техн. наук, проф., лауреат Государственной премии РФ, академик Академии электротехнических наук РФ и Международной академии неразрушающего контроля, автор многочисленных книг по неразрушающему контролю, президент ООО «Интрон плюс» (Москва)

*Сегодня первый день выставки. Как, на ваш взгляд, проходит выставка?*

По-моему, выставка идет традиционно. Только что этот вопрос я обсуждал с коллегами, отличие я вижу в том, что часть выставки (здесь же две выставки), которая посвящена покрытиям, стала побольше — это одна особенность. Другая особенность — стало меньше иностранных компаний. То есть иностранные компании представлены, но уже своими постоянно действующими дочерними компаниями, дилерами или представительствами. Зато много новых отечественных компаний, которых я раньше не знал. В общем, выставка приблизительно такая же, как была в прошлом году. Прорывных моментов я отметить не могу, но, на мой взгляд, в целом интересно — много новой аппаратуры, новых технологий.

*Основное направление деятельности вашей компании — это контроль стальных канатов. Что нового вы экспонируете на этой выставке?*

Это верно, контроль канатов у нас занимает более половины всего оборудования, которое мы производим. Также мы разработали и выпускаем: оборудование для контроля стальных резервуаров, прежде всего днищ, оборудование для контроля электрических проводов высоковольтных линий электропередач и грозозащитных тросов, растяжек, оборудование для контроля трубопроводов разного назначения и резиномоторных конвейерных лент.

Контроль трубопроводов — это направление, которым мы начали

заниматься довольно давно, делали аппаратуру для Транснефти (для «Диаскана»). А сейчас мы разрабатываем аппаратуру и самостоятельно представляем ее на рынке. Кроме того, мы сами оказываем услуги по инспекции.

Сейчас довольно много идет работы по инспекции разных канатов, по контролю проводов высоковольтных линий электропередач. Из нового оборудования для контроля канатов тоже кое-что есть. Я только что демонстрировал Сергею Владимировичу Ключеву оборудование, использующее уникальные технологии для контроля канатов большого (до 300 мм) диаметра, в том числе вантовых канатов мостов. Такие канаты используются, главным образом, в мостостроении, в разного рода строительных конструкциях, в перекрытиях стадионов и так далее. И мы только начали выпускать эту аппаратуру. Летом будем выполнять первый коммерческий контроль на Обуховском мосту в Санкт-Петербурге. Испытания мы там уже провели, а теперь стоит задача контроля вант всего моста. И второе — это аппаратура для мониторинга талевых канатов буровых установок для разведки и добычи нефти и газа.

*Видеоролик на стенде показывает контроль именно вантовых канатов, и удивляет большая скорость движения тележки с магнитной головкой. Это действительно так?*

Да. На вантах технологическая скорость в среднем около 1 м/с, но допускается до 1,5 м/с.

*Как обрабатывается такой огромный массив данных? Результаты измерений заносятся в блок памяти, и потом уже делается анализ результатов и принимается решение по состоянию?*

С тем, чтобы не передавать дистанционно данные, не вносить дополнительные искажения, на магнитной головке, которая размещается на канате (она окружает канат), закреплен электронный блок. Вся информация собирается в этом электронном блоке и затем, после того как головка опускается вниз, перегружается в компьютер. Данные обрабатываются с помощью специального программного обеспечения. И по результатам обследований составляется отчет. Конечно, после того как канаты проконтролированы, собрана и обработана вся информация, эксперты дают заключение о возможности их эксплуа-

тации, сроке проведения следующего контроля, запасе прочности, сроке службы. У нас разработаны алгоритмы и программы оценки остаточной прочности и остаточного ресурса, эти программы мы также используем при составлении заключения о состоянии вант моста.

Отчет может быть выполнен на любом языке. Можем продемонстрировать отчет, например, даже на корейском языке. Это огромный том, в котором масса информации. Причем составляли сами корейцы. Контроль осуществляли мы с ними совместно, они обеспечивали вспомогательные работы и сделали прекрасный отчет.

Если говорить о мостах, могу добавить. Подходили только что два молодых специалиста из Владивостока. Они все пытаются у себя пробить контроль моста через бухту Золотой Рог. Мы предлагали еще на этапе строительства этого моста и моста на остров Русский, который еще больше, выполнить контроль канатов. Это очень важно — провести контроль сразу после введения сооружения в строй. Нужно записать исходное состояние еще новых канатов, а потом уже отслеживать динамику, как происходит износ. Тогда достоверность результатов существенно повышается. Но как всегда — проблемы с финансированием. Сначала нам говорили — идите к проектировщикам. Пришли к проектировщикам. Проектировщики — у нас в смете не предусмотрено, мы уже все сдали строителям, идите к ним. Строители — у нас в смете не предусмотрено, мы заканчиваем строительство, сдаем все эксплуатационникам. Эксплуатационники — у нас это не предусмотрено, потому что проектировщики не заложили. Ну и хождение по этому кругу продолжается. Конечно, очень печально, что через это приходится проходить.

*Многие крупные зарубежные компании, производители средств неразрушающего контроля и технической диагностики, создают единую информационную базу данных, в которой хранится информация, полученная с объектов контроля. Любое оборудование, любой дефектоскоп этой компании может быть подключен, а часто и обязан быть подключен к такой системе. Данные обрабатываются, протоколируются и сохраняются. Всегда есть возможность оперативно получить доступ к сохраненным результатам контроля, проанализировать изменения и динамику и в то же время вести конт-*



*роль за проведением самого контроля — где, когда, кем было сделано, на каком оборудовании. Такие системы существенно повышают качество контроля. Вы работаете в этом направлении?*

Мы похожую систему, ну почти такую же, очень сходную делаем. У нас все данные о контроле крупных сооружений, таких как, например, ванты мостов, обязательно сохраняются, безусловно, и в виде бумажных отчетов, и в электронном виде. Все это сопоставляется. Я хочу сказать, что у нас в России тоже есть хороший опыт в этой области, и мы гордимся тем, что участвовали в создании подобной системы для контроля состояния магистральных трубопроводов. Для Транснефти мы участвовали в создании аппаратуры внутритрубной диагностики магистральных трубопроводов и полностью разработали программное обеспечение, которое позволяет автоматизировать расшифровку больших массивов данных контроля. Если для этого пользоваться услугами операторов, то потребуется 250 — 300 расшифровщиков, и они все равно не справятся. В Транснефти система обработки и хранения данных контроля магистральных трубопроводов работает очень хорошо. Там действительно эти базы хранятся, можно сопоставлять результаты контроля, это очень правильный подход.

*Ваша компания участвует в международных мероприятиях. Несколько слов о наиболее интересных в 2012 году, и в каких вы хотите участвовать в 2013 году?*

Да, мы каждый год участвуем в нескольких международных конференциях и выставках. В прошлом году интересная конференция проходила в Нью-Йорке. Она была посвящена неразрушающему контролю в мостостроении. Мы сделали доклад о контроле ванты, который вызвал большой интерес. В США мостов гораздо больше, чем в России, в том числе вантовых. Кроме того, мы начали работы по контролю предварительно напряженной арматуры железобетонных конструкций, в частности, балок мостов. Эта технология строительства начала применяться с 60-х гг. прошлого века во многих странах. Сейчас все эти сооружения отработали уже большой срок. И нужно решать, то ли их разрушать, заменяя — строить новые, то ли они в хорошем состоянии — и можно эксплуатировать дальше. Главная проблема — это потеря прочности из-за коррозии, ведь арматура скрыта в бетоне, и очень сложно провести диагностику. На

этой конференции мы такую технологию предложили, и был большой интерес со стороны Американского федерального агентства по дорогам и мостам, Министерства транспорта США, а также региональных подразделений, в частности, города Нью-Йорк. Договорились о демонстрации там нашей технологии, и уже по результатам этих мероприятий будет приниматься решение о дальнейших действиях. Аналогичную работу мы предложили Росавтодору. Наше предложение рассматривается уже полгода, но надежда все же есть, что когда-нибудь это случится. Все специалисты признают — это нужно, но требуется одобрение соответствующих инстанций и финансирование.

*В 2013 г. где планируете участвовать?*

Мы регулярно участвуем в конференциях, которые проводит Международная организация исследователей надежности стальных канатов (ОИРЕЕС). В этом году конференция была в Оксфорде. Наши специалисты выступали с докладами об оценке остаточной прочности и срока службы непосредственно канатов, которые используются в составе сооружений или машин типа подъемных кранов, шахтных подъемов. В частности, был представлен доклад о контроле и определении остаточного ресурса канатов мостового крана на очень опасном производстве, на металлургическом заводе в конверторном цехе. И наша задача была дать им критерии оценки (они пользуются нашей аппаратурой) состояния каната по показаниям прибора. Там много дополнительных факторов, влияющих на ресурс, которых в обычных условиях нет, это нагрев до 400 °С и выше (кран поднимает ковш с жидким металлом), цикличность нагрева, усталость термоциклическая и много других факторов. Вот на эту тему мы и делали доклад в Оксфорде в этом году.

Также в сентябре этого года состоится очередная международная конференция в Словении, где я тоже буду выступать с докладом. Конференцию организуют наши старые друзья — Словенское общество НК. Они обычно организуют очень неплохие конференции. Особенность в том, что Словения находится в центре Европы, и туда очень легко всем попасть. В июне мы будем делать доклад на Малайзийской международной конференции по НК в Куала Лумпуре, а также на международных конференциях по офшорным технологиям добычи углеводородов в Ста-

вангере (Норвегия) и Хьюстоне (США). Будем участвовать в 14-й Азиатско-Тихоокеанской конференции по НК в Мумбае (Индия) и в Конференции по канатам в Одессе. Обычно в год мы участвуем в 5–7 зарубежных и 5–6 российских конференциях и выставках.

*Спасибо большое за интересное интервью. Хочу пожелать вам дальнейших успехов в вашей сложной, но очень нужной работе. Надеюсь, что и читатели наших специализированных журналов «Территория NDT» и «Контроль. Диагностика» смогут подробно ознакомиться с результатами ваших исследований и технологиями, которые вы предлагаете в области неразрушающего контроля и технической диагностики.*



**МАЗАЛ Павел**

Президент Чешского общества по неразрушающему контролю

*Будьте добры, несколько слов для читателей журнала «Территория NDT».*

Уважаемые читатели журнала «Территория NDT», я хотел бы пригласить вас, а также всех коллег, деловых партнеров и друзей в Прагу. С 6 по 10 октября 2014 года столица Чешской Республики станет местом встречи специалистов в области неразрушающего контроля, технической диагностики, испытаний материалов и многих других областей.

XI Европейская конференция по неразрушающему контролю организуется Европейской федерацией по неразрушающему контролю (EFNDT) в сотрудничестве с одним из национальных обществ неразрушающего контроля каждые четыре года. X Европейская конференция по НК (ECNDT) проводилась в 2010 году в Москве. Генеральная ассамблея EFNDT в январе 2009 года поручила Чешскому обществу по неразрушающему контролю организацию XI ECNDT в 2014 году. В качестве места проведения конференции была выбрана столица Чешской Республики — Прага.

Конференция, объединенная с большой выставкой НК техники и услуг, предоставит возможность экспонентам продемонстрировать результаты последних исследований и новейшую технику НК, а также современное применение методов и средств НК.

Мы также хотим познакомить вас с Чешской Республикой, расположенной в сердце Европы, с ее столицей – волшебным городом Прага.

Мы считаем, что XI Европейская конференция по НК станет настоящим форумом специалистов НК, исследователей, студентов и пользователей методов и услуг НК по всему миру.

Мы надеемся, что и вы примете участие в этом выдающемся событии в области неразрушающего контроля.

Подробная информация о XI Европейской конференции по неразрушающему контролю размещена на сайте: [www.ecndt2014.com](http://www.ecndt2014.com)

Большое спасибо редакции журнала «Территория NDT» за предоставленную возможность пригласить читателей на конференцию в Праге.

*Спасибо, до встречи в Праге.*



**ЧУГУРОВА Анна Александровна**  
Генеральный директор НПП «Промприбор»,  
Москва  
(на фотографии справа)

*Анна Александровна, расскажите о вашей фирме НПП «Промприбор».*

Компания «Промприбор» – одна из ведущих российских компаний, занимающихся разработкой и производством оборудования и технологий для неразрушающего контроля.

Мы предлагаем широкую линейку приборов и оборудования для ультразвукового и вихретокового контроля, а также для магнитопорошкового, акустико-эмиссионного и ЭМА-контроля. Мы производим оборудование для ручного, механизированного и автоматизированного контроля, что дает возможность

потребителю выбрать наиболее приемлемый способ контроля в зависимости от объемов производства предприятия.

Компания «Промприбор» располагает мощной производственной базой и штатом высококвалифицированных специалистов.

Оборудование, выпускаемое компанией «Промприбор», внесено в Государственные реестры средств измерений Российской Федерации, Республики Беларусь, Казахстана, Узбекистана, Азербайджана, Украины и Грузии. Наше оборудование аттестовано для применения на объектах повышенной опасности, внесено в отраслевые реестры предприятий ОАО «Газпром» и ОАО «РЖД».

*Сколько лет компании?*

Мы более 12 лет на российском рынке.

*Как, на ваш взгляд, проходит выставка?*

Мы ежегодно участвуем в этой выставке и считаем, что такие мероприятия помогают значительно расширить базу потенциальных клиентов. Это хорошая площадка для демонстрации нового оборудования и наших возможностей.

*А что вы можете сказать об уровне посетителей?*

Уровень посетителей год от года меняется, я вижу положительную динамику. Меняется и интерес к оборудованию. Если раньше это был больше интерес к штучным приборам, то теперь, безусловно, все больше потребителей, заинтересованных в приобретении приборов механизированного контроля и систем автоматизированного контроля.

*Какие новинки вы представляете в этом году на выставке?*

Мы предлагаем ультразвуковой дефектоскоп УД4-76 версия TOFD. Дефектоскоп применяется совместно со сканирующими устройствами TOFD 1.10 Lite и TOFD 2.10 PRO. Дефектоскоп полностью соответствует требованиям нормативной документации в части контроля сварных соединений, действующей в различных производственных секторах, таких как: атомная энергетика, тепловая энергетика, производство металла, трубная промышленность, судостроение.

Хочу отметить особенность и преимущества этого дефектоскопа при работе с TOFD 2.10 PRO. Система позволяет контролировать сварные швы плоских поверхностей, продоль-

ные и кольцевые сварные швы труб с минимальным внешним диаметром 600 мм и толщиной стенки от 6 до 75 мм. Специализированная подвеска TOFD ПЭП сканера TOFD 2.10 PRO и автоматическая подача контактной жидкости непосредственно под каждый ПЭП гарантирует качественный акустический контакт между ПЭП и поверхностью объекта контроля. Система магнитных колес обеспечивает полное удержание и легкое перемещение сканера по трубе.

Также в этом году мы представляем новый ультразвуковой дефектоскоп SONOCON В. Это очень эргономичный и многофункциональный прибор. Основное назначение – ручной контроль продукции на наличие дефектов типа нарушения сплошности и однородности материалов, готовых изделий, полуфабрикатов и сварных соединений. Также дефектоскоп может быть использован для измерения толщины изделий при одностороннем доступе к ним, для оценки скорости распространения УЗ-колебаний в различных материалах и для измерения координат залегания дефектов и оценки их размеров.

Удобный корпус и небольшая масса прибора позволяют легко управлять дефектоскопом в замкнутых пространствах и труднодоступных местах.

*Расскажите о ваших разработках в области механизированного контроля.*

У нас много разработок в данном направлении. Предприятия обращаются к нам с индивидуальными заданиями, мы с каждой конкретной задачей готовы работать и предоставить решение, которое удовлетворит требования заказчика. В качестве примеров могу привести механизированную установку ультразвукового контроля стальной ленты УКТЛ и систему механизированного ультразвукового контроля листового проката «УНИСКОП-9П».

Установка УКТЛ позволяет проводить механизированный контроль ультразвуковым методом тонкой стальной ленты на наличие внутренних и поверхностных дефектов типа расслоений, закатов, включений и т.п.

Система «УНИСКОП-9П» предназначена для механизированного ультразвукового контроля листового проката с толщиной стенки 7...100 мм в целях обнаружения дефектов типа несплошности и неоднородности металла, расслоений, трещин различной ориентации.

*Спасибо за интервью.*





**ВИНОГРАДОВ Андрей Витальевич**  
Руководитель проекта Электронная Торговая Площадка «Промбезопасность – Система коммуникаций» (<http://tp-pb.ru/>, <http://этп-промбезопасность.рф>)

*Как этот проект начинался? Какие цели преследует? Чем он интересен для потенциальных пользователей?*

Электронная Торговая Площадка «Промбезопасность – Система коммуникаций» (ЭТП ПБ) – это первая специализированная в области промышленной безопасности электронная торговая площадка. Проект, меняющий в корне устаревшую коммуникационную модель, при которой заказчики и поставщики оборудования, работ, услуг; научное сообщество; образовательные учреждения; общественные объединения и иные организации системы промышленной безопасности были изрядно ограничены в оперативности действий при обмене актуальной информацией.

Проект «созрел» не спонтанно. Группа единомышленников после достаточно серьезного анализа общей ситуации в области промышленной безопасности за последние несколько лет пришла к следующим выводам.

Во-первых. Структурные преобразования экономики России предопределили практически повсеместное внедрение информационных технологий. Преимущества электронной коммерции становятся все более очевидными. И, как следствие, количество компаний, участвующих через Интернет в закупочных процедурах, выросло в разы, а количество уже созданных электронных площадок превысило сотню.

Во-вторых, практика показала, что при всем многообразии существующих b2b площадок (Business to business marketplace) специализированные (профильные) электронные порталы в гораздо большей степени способствуют развитию прямой кооперации, поскольку их программные средства функционально значительно тоньше настроены на целевую аудиторию.

Тем не менее, и это в-третьих, эксплуатирующие опасные производственные объекты предприятия вынуждены размещать свои извещения о закупках на различных непрофильных порталах, поскольку не имеют возможности целенаправленно информировать потенциальных партнеров о своих актуальных потребностях в работах, товарах, услугах на отраслевой электронной площадке. В то же время большая часть компаний-поставщиков, располагая современной материально-технической базой и квалифицированными кадрами, продолжают работать в условиях локальных рынков и при весьма скромном потенциале собственных PR-ресурсов. Им годами не удается расширить границы рыночного пространства, так как любая информация о компании, размещенная на каком-либо многопрофильном web-портале, просто растворяется в огромной массе предложений от поставщиков из других отраслей и редко доходит до целевой аудитории.

Следующее. По нашему скромному мнению, в системе промышленной безопасности все более очевидно стал ощущаться явный недостаток в современных коммуникационных инструментариях, способных активизировать НИОКР с участием всех заинтересованных сторон и содействующих привлечению дополнительных ресурсов для внедрения перспективных отечественных научных разработок в новые или модернизируемые производства. Мы обратили внимание, к примеру, на выставочную деятельность в классическом ее понимании. Одни и те же лица – экспоненты, посетители, гости, практически одна и та же представляемая товарная номенклатура, повторяющиеся из года в год темы конференций (докладов), сами докладчики и т.д. Выставки ограничены определенными сроками проведения и к тому же от года к году становятся все более затратными как для участников, так и для посетителей.

Так вот, размышляя над тем, каким образом можно исправить существующее положение дел, мы приблизились к решению о разработке нового проекта на базе информационных технологий. Наши убеждения основывались на том, что в сложившейся ситуации вопрос о создании специализированной в области промышленной безопасности системы коммуникаций особого типа, технические и программные возможности которой позволят эффективно выстраивать взаимовыгодные партнерские отношения между всеми заинтересованными

сторонами, стал чрезвычайно актуальным. Пришло время действовать. Как говорил герой одного из фильмов: «Добиться желаемого результата можно в трех случаях. Либо ты занимаешься обманом, либо ты гений, либо – будь первым». Мы решили, что от первых двух утверждений мы далеки. Значит, надо просто быть на полшага впереди других в определенном направлении.

*Несколько слов о том, как работает ваша площадка.*

Изначально, насколько это возможно в рамках действующего законодательства, мы максимально отказались от некоторых, извините, «наворотов». Пользователям предлагается бесплатная и несложная (пошаговая) процедура регистрации. Работа без электронной цифровой подписи (ЭЦП). Отсутствие скрытых доплат за участие в объявленных заказчиками закупочных процедурах и обязательств по оплате комиссионного вознаграждения нам как оператору ЭТП ПБ в случае, когда поставщик признается победителем закупки. Мы не являемся ни организатором конкурсов и аукционов; ни продавцом, ни покупателем товаров, работ, услуг в системе; не влияем на ценообразование и прочие условия сделок, заключаемых пользователями напрямую, за исключением условий, непосредственно связанных с приобретением права пользования нашим ресурсом.

Заказчики самостоятельно определяют контрагентов и сами же отвечают за свой выбор. При этом функциональные возможности системы и автоматизация закупки избавляют их от необходимости в ежедневном мониторинге различных многопрофильных сайтов в поиске поставщиков товаров, работ (услуг), отвечающих всем необходимым критериям. Заказчику достаточно просто из личного кабинета разместить свою заявку на ЭТП ПБ, после чего десятки заинтересованных поставщиков системы, находясь в любой точке мира, где есть доступ к Internet, сами выйдут на связь с ним и через сервис внутрисистемной почты в режиме реального времени ответят встречным предложением на размещенный запрос.

Алгоритм дальнейшего взаимодействия достаточно понятен. Каждому поставщику в соответствии с регистрацией (оплаченным тарифным планом) доступна полная информация обо всех размещенных в системе заявках, и он имеет возможность из своего личного кабинета направить предложение на

любую из них. Заказчик выбирает из представленных предложений наиболее выгодное для себя и по каналам внутрисистемной почты уточняет у конкретного поставщика все детали предложения, вплоть до условий заключения контракта.

Точно так же и поставщики имеют возможность размещать свои предложения в системе, а заинтересовавшиеся предложением заказчика в режиме реального времени по каналам опять же внутрисистемной почты могут направить в личный кабинет поставщика запросы с уточнением деталей. Это если в двух словах. Более подробно с работой в системе можно ознакомиться на нашем сайте: <http://tp-pb.ru/>

*На вашей площадке предусмотрена оценка работы поставщиков, заказчиков, корректности работы участников площадки, качества и технических возможностей оборудования, рейтинги компаний и т.п.?*

Правилами системы не предусмотрено составление каких-либо рейтингов среди пользователей, выстраивание сравнительных таблиц и публикация аналитических обзоров которые, чего уж там кривить душой, вполне могут показаться кому-то, извините за сленг, «джинсой».

Мы предложили пользователям взаимодействовать в системе напрямую и самостоятельно оценивать результаты работы в системе с тем или иным партнером. Это позволит любому из пользователей составить свой наиболее объективный рейтинг, который послужит основой для принятия решения о дальнейшем сотрудничестве. Как уже говорилось ранее, в наших принципах заложено то, что мы не являемся ни поставщиком, ни продавцом, ни получателем тех или иных услуг и никоим образом не влияем ни на цены, ни на какие-либо другие критерии отбора заявки или предложения. В то же время, если, по мнению любого из пользователей системы, кто-либо из коллег отступил от правил и регламентов ЭТП ПБ, требований законодательства Российской Федерации, правил сетевой этики или совершил иные некорректные действия по отношению к коллегам, то о таких действиях должно быть известно оператору. В оформлении сайта для этой цели предусмотрен значок — «колокольчик», кликнув на который, можно направить админу соответствующее извещение. Администрация ресурса, безусловно, не оставит без внимания поступившую

информацию и тщательно ее проверит. В случае подтверждения фактов недобросовестности компании данная компания будет предупреждена. При повторном нарушении учетная запись нарушителя будет удалена без объяснения причин, правилами это предусмотрено. Мы не судьи и не прокуроры, но как инициаторы и разработчики проекта в любом случае заинтересованы в объективности, уважительном и корректном отношении коллег друг к другу.

*Сколько времени уже работает площадка?*

Электронная площадка приступила к работе в тестовом режиме в ноябре 2012 года. К сожалению, сроки опытной эксплуатации немного сдвинулись, и мы стартовали практически в новый год. Предновогодняя лихорадка и январские праздники соответственно тоже внесли определенные коррективы в нашу работу. Реально площадка работает чуть более полутора месяцев.

*Заявки, предложения уже есть?*

Да, конечно, как заявки, так и предложения размещены в системе. С ними можно ознакомиться, зайдя на сайт в раздел новостей. Более того, по результатам работы на ЭТП ПБ уже заключено несколько договоров.

*Как вы планируете продвигать и раскручивать систему электронной торговой площадки в будущем?*

В общем-то, мы работаем традиционными способами для интернета. Во-первых, это SEO-оптимизация. В основных поисковых системах сайт занимает верхние позиции. Второе — это участие в выставках, семинарах, конференциях, проведение презентаций, размещение рекламных материалов в профильных изданиях. Достаточно внимания уделяем директ-маркетингу.

Разрабатывая идеологию ресурса как основу для создания системы коммуникаций, мы не предполагали ограничиться только коммерческой составляющей. Главная страница сайта сформирована из нескольких блоков: бизнес, информация, кадры, реклама.

Но, на мой взгляд, самым важным является раздел сайта под названием «Сообщество». Это своего рода дискуссионный клуб, призванный объединить на специализированной коммуникационной площадке лучших специалистов промышленной безопасности для открытого обсуждения законопроектов и проектов нормативных пра-

вовых актов, новаторских идей и инновационных решений для презентации новых технологий и оборудования, т.е. всех тех актуальных вопросов, которые оказывают непосредственное влияние на безопасность в промышленности.

В сообществе предусмотрена бесплатная регистрация под своим реальным именем. Поскольку любому зарегистрированному участнику сообщества виден полный профиль всех зарегистрированных коллег, это некоторым образом будет сдерживать участников в проявлении эмоций при высказываниях. Согласно правилам, каждый зарегистрированный участник может инициировать профессиональную дискуссию как на закрытую тему, так и в открытом форуме с приглашением других участников, но при этом он должен помнить, что в сообществе действует принцип «читают все, кому интересно, инициируют дискуссию и выступают по теме только компетентные».

Надеюсь, что уважаемые профессионалы промышленной безопасности сочтут для себя возможным участие в сообществе, и это будет еще одним дополнением к ответу на заданный вопрос.

*Сейчас модно использовать тематические группы в социальных сетях «ВКонтакте», Facebook. Вы пользуетесь этими ресурсами?*

Нет, не пользуемся, поскольку создали свою социальную сеть (улыбается) и, безусловно, заинтересованы в ее развитии. Наши пользователи — люди зрелые, достаточно консервативные. А Facebook и «ВКонтакте», на наш взгляд, все же ближе молодому поколению. У нас нет возрастных предубеждений, и мы, прекрасно понимая, что за молодежью будущее, тем не менее не форсируем события... осознанно. При этом вполне допускаем возможность взаимодействия с данными ресурсами в ближайшее время.

*Вы фактически в одном шаге от создания виртуальной выставки приборов, оборудования технологий и услуг?*

Собственно, да! Думаю, что объединение наших усилий позволит сделать этот шаг! (улыбается)

*Спасибо.*

*Спасибо редакции журнала «Территория NDT» за возможность представить наш проект. Желаю вам творческих успехов, а читателям журнала благополучия и процветания.*





# НИИИИ МНПО «СПЕКТР» RII MSIA «SPECTRUM»

6 мая 2014 года  
ЗАО НИИИИ МНПО «Спектр»  
исполняется

# 50 лет

## НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ИНТРОСКОПИИ (НИИИИ) МНПО «СПЕКТР»

Научно-исследовательский институт интроскопии был создан 6 мая 1964 года Высшим Советом народного хозяйства СССР как головное предприятие в стране в области неразрушающего контроля и технической диагностики. Сотрудники института разработали более 770 типов диагностических приборов и установок для всех отраслей народного хозяйства, опубликовали более 3300 научных статей, 620 монографий, получили более 5100 авторских свидетельств и патентов на изобретения. НИИИИ – автор Национальной технологической платформы «Интеллектуальные системы диагностики».

### Направления деятельности НИИИИ МНПО «Спектр»

Техногенная диагностика

Антитеррористическая диагностика

Медицинская рентгенодиагностика

Экологическая диагностика



### Контактные данные

Россия, 119048, Москва,  
ул. Усачева, 35, стр.1.  
Телефон: (499) 245-56-56.  
Факс: (499) 246-88-88.  
E-mail: [info@spektr-group.ru](mailto:info@spektr-group.ru).  
[Http://www.niinin.ru](http://www.niinin.ru)

# ОБНАРУЖЕНИЕ ДЕФЕКТОВ НА ВНУТРЕННИХ ПОВЕРХНОСТЯХ ДЕТАЛЕЙ МАГНИТОПОРОШКОВЫМ МЕТОДОМ



**ШЕЛИХОВ**  
**Геннадий Степанович**  
Д-р техн. наук,  
ЗАО «НИИИИ МНПО «Спектр»,  
Москва



**ГЛАЗКОВ**  
**Юрий Алексеевич**  
НИЦ ЭРАТ,  
Московская обл.,  
г. Люберцы

*Показаны технологические особенности применения магнитопорошкового контроля для обнаружения дефектов на внутренних поверхностях деталей, имеющих полости или отверстия.*

Магнитопорошковый метод является одним из наиболее эффективных и распространенных методов обнаружения поверхностных и подповерхностных дефектов типа нарушения сплошности металла ферромагнитных объектов. Он используется при изготовлении, ремонте, оценке технического состояния различных объектов в условиях эксплуатации в целях предотвращения техногенных угроз, аварийных ситуаций и связанного с этим экономического ущерба. Своевременное отстранение от эксплуатации объектов с дефектами способствует обеспечению промышленной и экологической безопасности. Объектами магнитопорошкового контроля являются: детали и узлы авиационных и космических аппаратов, железнодорожных вагонов и локомотивов, автомобилей, башенных и мостовых подъемных кранов, сварные швы трубопроводов энергетических установок и трубопроводного транспорта, сосудов высоко-

кого давления и многочисленные конструктивные элементы других технических изделий. Среди объектов контроля большое количество полых деталей кольцевой и трубчатой формы, деталей со сквозными или глухими отверстиями и деталей с углублениями и выемками.

В материале полых деталей, деталей с отверстиями и углублениями дефекты могут возникать как на наружной, так и на внутренней поверхностях. Они могут появляться на деталях при изготовлении вследствие нарушения режимов выполнения каких-либо технологических операций или в процессе эксплуатации из-за превышения расчетных нагрузок, вследствие конструктивных погрешностей, усталости металла и действия других причин. К примеру, на рис. 1 показана шестерня привода электровоза со шлифовочными трещинами на внутренней поверхности, а на рис. 2 — шестерня

главного редуктора вертолета с деформационными трещинами на зубьях, возникшими в условиях эксплуатации.



*Рис. 1. Шлифовочные трещины на внутренней поверхности шестерни привода электровоза выявлены магнитопорошковым методом при циркулярном намагничивании пропусканием тока по стержню, вставленному в отверстие шестерни*



*Рис. 2. Деформационные трещины на зубьях шестерни главного редуктора вертолета, возникшие в условиях эксплуатации, выявлены магнитопорошковым методом при циркулярном намагничивании пропусканием тока по детали*

Протяженные дефекты материала (трещины, расслоения, волосовины и т. д.) могут распространяться по наружной и внутренней поверхностям деталей в любом направлении, в том числе вдоль оси деталей или перпендикулярно к ней. Как известно, для выявления магнитопорошковым методом



дефектов, ориентированных вдоль оси деталей или под небольшим углом к ней, используют циркулярное намагничивание пропусканием тока по деталям, по стержню или кабелю, протетому через отверстия в деталях [1–4]. При циркулярном намагничивании цилиндрических деталей магнитный поток весь свой путь проходит в их материале.

При разработке технологических инструкций и технологических карт магнитопорошкового контроля режим намагничивания выбирают в зависимости от магнитных свойств материала проверяемого объекта. Для этого на основе технической документации на изготовление определяют марку материала объекта. Используя соответствующие справочники по магнитным свойствам сталей или другие источники (например, [2, 5]), устанавливают значение напряженности магнитного поля, необходимой для получения требуемой магнитной индукции. Намагничивающий ток определяют по непосредственному измерению напряженности магнитного поля в намагничивающем устройстве или рассчитывают.

Значение тока при циркулярном намагничивании определяют с учетом максимального диаметра контролируемого объекта. Расчетное значение тока  $I$  циркулярного намагничивания объектов контроля относительно простого сечения определяют по известным формулам [1–6]:

- для объектов с сечением в виде круга диаметром  $D$ , см,

$$I = 3HD, \quad (1)$$

где  $H$  – требуемая напряженность магнитного поля, А/см.

При сложной форме сечения объекта в качестве  $D$  принимают эквивалентный диаметр, определяемый с учетом периметра. Диаметр рассчитывают по соотношению

$$D = P / \pi \approx 0,3P, \quad (2)$$

где  $P$  – периметр сечения объекта в зоне контроля, см.

Тогда

$$I = HP. \quad (3)$$

Вместо периметра при сложной форме сечения объекта в качестве расчетного диаметра  $D$  принимают также эквивалентный диаметр, который рассчитывают с учетом площади поперечного сечения

$$D \approx \sqrt{S}, \quad (4)$$

где  $S$  – площадь поперечного сечения в зоне контроля, см<sup>2</sup>.

При пропускании тока по полой детали хорошо обнаруживаются продольные дефекты на ее наружной поверхности. На внутренней поверхности при контроле способом остаточной намагниченности дефекты обнаруживаются, однако эффективность такого контроля должна быть проверена экспериментально. Это обусловлено особенностями распределения магнитного поля в таких деталях.

На рис. 3 показан характер распределения магнитной индукции при пропускании постоянного тока по центральному проводнику, протетому через полую деталь трубчатой конструкции [7]. Как видно на рисунке, индукция в центральном проводнике повышается от нуля в его центре до максимума на его внешней поверхности (точка  $a$ ). В пространстве между центральным проводником и деталью (между точками  $a$  и  $b$ ) наблюдается напряженность магнитного поля, которая при удалении от проводника понижается. Если деталь будет отсутствовать, то поле от центрального проводника будет изменяться по точкам  $b$ ,  $c$  и  $d$ , уменьшаясь обратно пропорционально увеличению расстояния от центра проводника. Однако при наличии вблизи центрального проводника полой детали напряженность поля на ее внутренней поверхности резко повышается до максимума (точка  $e$ ). В материале детали интенсивность поля несколько снижается до точки  $f$ , а непосредственно у внешней поверхности детали резко падает до точки  $g$ . Далее магнитное поле изменяется так же, как поле центрального проводника при отсутствии детали (по точкам  $c$  и  $d$ ). При намагничивании детали переменным током общий характер изменения магнитного поля будет близок картине, показанной на рис. 3, с тем

отличием, что переменный ток вследствие скин-эффекта имеет тенденцию вытесняться к поверхности проводников.

Изложенный материал показывает, что в этом случае на внутренней поверхности намагничиваемой детали образуется магнитное поле с высокой напряженностью. Поэтому здесь продольные дефекты магнитопорошковым методом будут обнаруживаться достаточно эффективно. Следовательно, если необходимо обнаруживать дефекты продольного направления на внутренней поверхности полых деталей, то намагничивающий ток целесообразнее пропускать не по деталям, а по центральному проводнику или кабелю. Чтобы поле в детали было симметричным, центральный проводник (кабель) следует располагать в середине отверстия в детали. Если проводник будет смещен от этой точки, то будет повышаться неоднородность магнитного поля, что может быть причиной ухудшения выявляемости дефектов. При правильном выборе значения намагничивающего тока и центральном расположении проводника (кабеля) продольные дефекты могут быть обнаружены как на внешней, так и на внутренней поверхностях полых деталей (см. рис. 1).

Рассмотрим особенности выявления магнитопорошковым методом дефектов, распространяющихся перпендикулярно оси полых деталей кольцевой или трубчатой формы, деталей со сквозными либо глухими отверстиями или с углублениями и выемками. Для обнаружения таких дефектов применяют продольное (полюсное) намагничивание. Как известно [1–4], при таком намагничивании магнитный поток одну часть пути проходит в материале деталей, другую – по воздуху. На деталях образуются магнитные полюсы. Продольное намагничивание осуществляют с помощью соленоидов, обмоток гибким кабелем, электромагнитов или намагничивающих устройств на постоянных магнитах. На практике используют разнообразные соленоиды: стационарные, приставные к стационарным магнитопорошковым дефектоскопам, переносные и

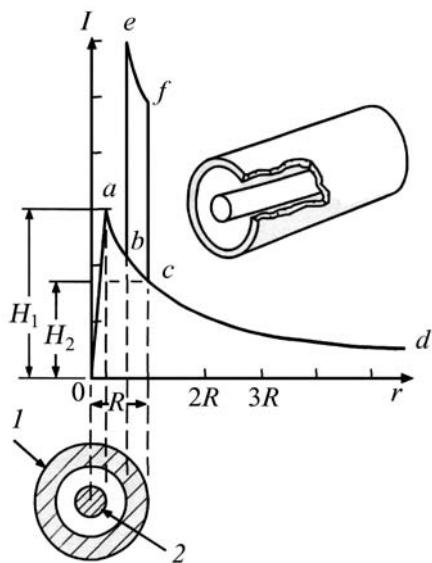


Рис. 3. Распределение магнитного поля вблизи полой ферромагнитной детали при намагничивании пропусканием постоянного тока по центральному проводнику [7]:

$H$  – напряженность магнитного поля;  
 $H_1$  – напряженность поля на поверхности проводника;  
 $H_2$  – напряженность поля на внешней поверхности детали;  
 $R$  – внешний радиус детали;  
 $r$  – расстояние от центра детали;  
 1 – полая деталь трубчатой конструкции;  
 2 – центральный проводник;  
 $o$  – магнитная индукция в проводнике;  
 $a$  – напряженность поля в зазоре;  
 $e$  –  $f$  – магнитная индукция в детали;  
 $c$  –  $d$  – изменение напряженности поля вблизи детали в зависимости от расстояния до нее



Рис. 4. Продольное намагничивание шестерни 1 в приставном соленоиде 2 стационарного магнитопорошкового дефектоскопа

передвижные. Соленоиды выполняют в виде витков медной шины, гибкого многожильного медного кабеля, катушки из изолированного медного или алюминиевого провода или же в виде разъемных вит-

ков из медной или алюминиевой шины. Детали намагничивают, пропуская по виткам соленоидов (катушек) переменный, постоянный, выпрямленный или импульсный ток. Диапазон значений силы тока в соленоидах составляет от нескольких единиц до тысяч ампер. Для намагничивания детали помещают внутрь соленоидов (катушек) и используют магнитное поле, заключенное внутри их полостей. Напряженность магнитного поля в соленоидах рассчитывают по теоретическим или экспериментальным формулам либо определяют, измеряя ее с помощью приборов, например магнитометров. Пример продольного намагничивания шестерни в соленоиде показан на рис. 4.

Однако при таком намагничивании дефекты, распространяющиеся поперек оси деталей, могут быть обнаружены как на внешней, так и на внутренней поверхностях только в материале тонкостенных деталей, намагничиваемых постоянным или выпрямленным током. В случае намагничивания переменным или импульсным током на внутренней поверхности таких деталей выявляемость дефектов значительно снижается, так как вследствие скин-эффекта магнитное поле концентрируется на наружной поверхности деталей. Как правило, при контроле массивных толстостенных деталей, намагничиваемых постоянным или выпрямленным током, дефекты не выявляются. На рис. 5 для примера показана усталостная трещина на внутренней поверхности шестерни, расположенная в плоскости, перпендикулярной оси детали, не обнаруженная магнитопорошковым методом при ее намагничивании в соленоиде способом, показанным на рис. 4. Трещина выявлена при намагничивании с помощью вставляемой обмотки из гибкого кабеля (см. рис. 7)

сти она растет незначительно. Например, при намагничивании в соленоиде шестерни с внешним диаметром 180 мм током 1000 А напряженность магнитного поля на ее внутренней поверхности примерно в 9 раз меньше, чем на внешней (рис. 6).



Рис. 5. Шестерня с усталостной трещиной (показана стрелкой), расположенной у основания шлицев, в плоскости, перпендикулярной оси детали, не обнаруженной магнитопорошковым методом при намагничивании в соленоиде способом, показанным на рис. 4. Трещина выявлена при намагничивании с помощью вставляемой обмотки из гибкого кабеля (см. рис. 7)

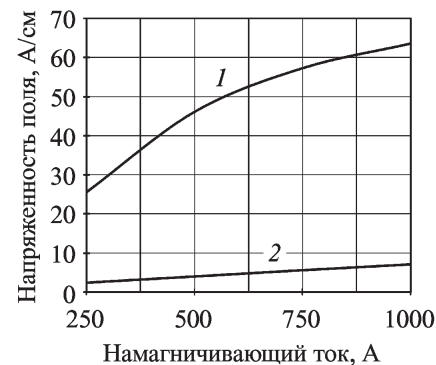


Рис. 6. Зависимость напряженности магнитного поля на внешней 1 и внутренней 2 поверхностях шестерни от значения намагничивающего тока. Размеры шестерни: внешний диаметр 180 мм, внутренний диаметр 100 мм, толщина (по радиусу) 40 мм. Намагничивание шестерни осуществлялось в приставном соленоиде диаметром 210 мм, длиной 220 мм стационарного магнитопорошкового дефектоскопа. При намагничивании шестерни током 1000 А напряженность магнитного поля на ее внутренней поверхности примерно в 9 раз меньше, чем на внешней

Для обнаружения дефектов, расположенных на внутренней поверхности полых деталей и дета-



лей с отверстиями и распространяющихся поперек их оси, предложено использовать наружное магнитное поле соленоидов или обмотки гибким кабелем, вставляемых в полость или отверстие. Пример намагничивания внутренней поверхности шестерни с помощью обмотки из гибкого кабеля, вставляемой в полость детали, приведен на рис. 7. На рис. 5 и 8 показаны трещины, расположенные на внутренней поверхности деталей в плоскости, перпендикулярной их оси, обнаруженные магнитопорошковым методом при намагничивании с помощью вставляемой обмотки гибкого кабеля, как показано на рис. 7.



Рис. 7. Намагничивание внутренней поверхности шестерни наружным магнитным полем обмотки гибким кабелем

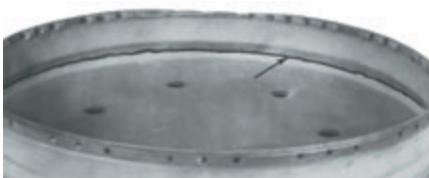


Рис. 8. Усталостная трещина по галтели перехода от полотна к ободу диска компрессора газотурбинного двигателя, возникшая в условиях эксплуатации в плоскости, перпендикулярной оси детали, вследствие «зонтичных» колебаний полотна. Выявлена магнитопорошковым методом при намагничивании с помощью вставляемой обмотки гибкого кабеля, аналогичной показанной на рис. 7

Как правило, обмотка соленоида плотно прижимается к внутренней поверхности детали, поэтому датчик измерительного прибора магнитометра трудно разместить между обмоткой и деталью. Следовательно, практически отсутствует возможность измерения напряженности магнитного поля на

наружной поверхности соленоида, которым намагничивается деталь. Можно измерить или рассчитать напряженность поля в центре на оси соленоида или у витков на его внутренней поверхности и по полученным данным определить напряженность поля на наружной поверхности соленоида.

В общем случае напряженность магнитного поля в средней части наружной стороны витков соленоида  $H_H$  связана со значением напряженности поля  $H_{вн}$  в какой-либо точке внутри соленоида соотношением

$$H_H = Q_i H_{вн}, \quad (5)$$

где  $Q_i$  – коэффициент, равный отношению напряженности магнитного поля на наружной стороне витков соленоида и где-либо внутри соленоида. Однако в разных точках в полости соленоидов напряженность поля отличается. Поэтому при расчетах будем использовать напряженность магнитного поля у витков внутри соленоида  $H_в$  и в его центре  $H_с$ .

Обозначим

$$Q_1 = H_H / H_в, \quad (6)$$

$$Q_2 = H_H / H_с. \quad (7)$$

Для примера построим графики изменения значений коэффициентов  $Q_1$  и  $Q_2$  для соленоида диаметра

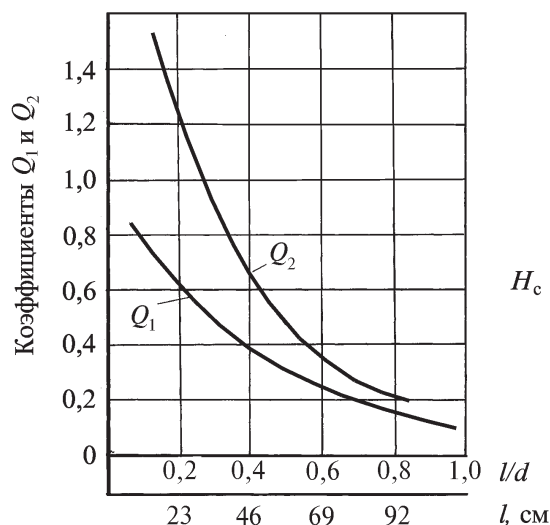
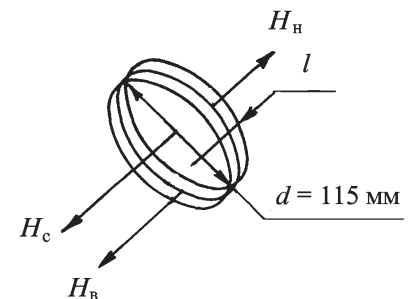


Рис. 9. Зависимость коэффициентов  $Q_1$  и  $Q_2$  от удлинения (0,2 – 1,0) и длины (23 – 92 мм) соленоида диаметром 115 мм:  $H_H$ ,  $H_с$ ,  $H_в$  – напряженность магнитного поля с наружной стороны, в центре и на внутренней поверхности витков соленоида соответственно;  $l$  и  $d$  – длина и диаметр соленоида

троем 115 мм в зависимости от его удлинения и длины (рис. 9). Как видно на рисунке, эти графики представляют собой кривые гиперболического типа. Чем больше удлинение (длина) соленоида, тем меньшее значение имеют коэффициенты  $Q_1$  и  $Q_2$ . Следовательно, тем меньше будет напряженность магнитного поля на наружной стороне соленоида. Аналогичные зависимости получаются для соленоидов других диаметров. Значит, вставной соленоид должен быть как можно короче и намагничивать ограниченную зону внутренней поверхности деталей, где возможно образование дефектов.

Однако обычно магнитное поле с наружной стороны соленоидов имеет пониженную напряженность. Это иллюстрируется, например, зависимостью напряженности магнитного поля на внутренней и наружной поверхностях витков приставного соленоида диаметром 110 мм от значений намагничивающего тока, приведенной на рис. 10. Одним из путей повышения напряженности наружного магнитного поля является применение стальных сердечников. Изменение напряженности магнитного поля с наружной и внутренней сторон витков соленоида диаметром 110 мм от диаметра стального сердечника при намагничивании током 1000 А показано на рис. 11. Как видно на



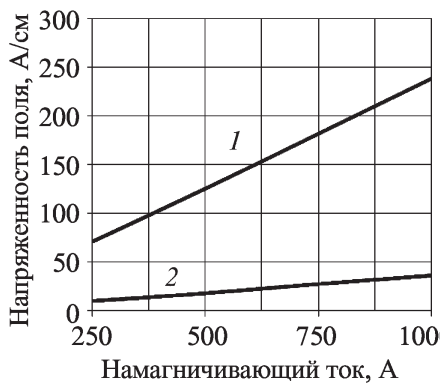


Рис. 10. Зависимость напряженности магнитного поля на внутренней 1 и наружной 2 поверхностях витков вставного соленоида диаметром 110 мм от значений намагничивающего тока

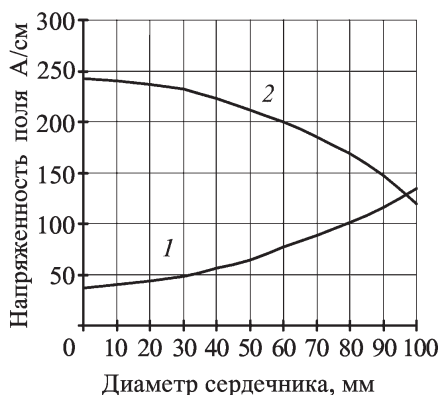


Рис. 11. Зависимость напряженности магнитного поля на наружной 1 и внутренней 2 сторонах витков вставного соленоида диаметром 110 мм от диаметра стального сердечника при намагничивании током 1000 А. Чем больше диаметр сердечника, тем выше значение напряженности магнитного поля на наружной поверхности соленоида (кривая 1)

рисунке, чем больше диаметр сердечника, тем выше значение напряженности магнитного поля на внешней поверхности соленоида. Уменьшение поля (кривая 2) на внутренней стороне соленоида объясняется действием размагничивающего фактора. На рис. 12 показан вариант вставного соленоида со стальным сердечником. Соленоид изготовлен из гибкого кабеля и предназначен для локального намагничивания наиболее нагруженного участка внутренней поверхности полый оси шасси самолета.

Как известно, при намагничивании деталей переменным током в стальных цельнометаллических сердечниках возникают вихревые токи. Это приводит к потерям энергии. Для снижения таких потерь энергии в соленоидах целесообразно использовать сердечники, собранные из изолированных тонких листов электротехнического (трансформаторного) железа, располагаемых параллельно линиям магнитной индукции, или сердечники из магнитодиэлектриков, лучше низкокоэрцитивных. Возможно также применение полых сердечников в виде кольца или трубки. Пример соленоида с сердечником в виде кольца показан на рис. 13. Такие сердечники позволяют увеличить напряженность магнитного поля на наружной стороне соленоида. Например, в эксперименте при намагничивании током 1000 А, пропускаемым по вставному соленоиду диаметром 110 мм, в котором используется сплошной сердечник, соотношение напряженности магнитного поля на наружной и внутренней сторонах витков соленоида примерно составляет 1,1 (см. рис. 11). Если же использовать сердечник, набранный из пластин трансформаторного железа, это соотношение становится равным 1,4.

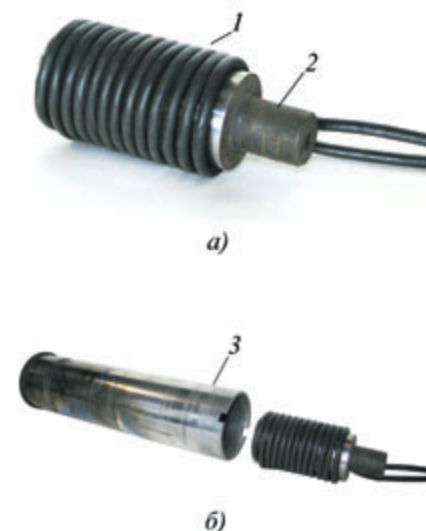


Рис. 12. Соленоид, изготовленный из гибкого кабеля (а), для намагничивания наиболее нагруженного участка внутренней поверхности оси шасси самолета (б): 1 — гибкий кабель; 2 — стальной сердечник; 3 — ось шасси самолета

толстостенных полых деталей кольцевой и трубчатой формы, деталей с отверстиями или углублениями, целесообразно применять продольное намагничивание с помощью вставных соленоидов. Вставные соленоиды следует также использовать для намагничивания тонкостенных деталей, если для намагничивания применяется переменный или импульсный ток. Понятно, что в процессе намагничивания деталей вставным соленоидом зона контроля закрыта. Поэтому реализовать способ приложенного поля в этом случае невозможно. Значит, обнаружение дефектов, распространяющихся примерно перпендикулярно оси на внутренней поверхности деталей рассматриваемой формы возможно только при контроле способом остаточной намагниченности. Следовательно, так можно проверять только детали, изготовленные из магнитотвердых сталей, т.е. таких, у которых коэрцитивная сила составляет более 9,5–10 А/см (12 Э), и в которых процессы технического намагничивания и перемагничивания осуществляются в сильных магнитных полях. Как и в других случаях, при использовании вставных соленоидов режим продольного намагничивания выбирают в зависимости от магнитных свойств материала проверяемого объекта. После намагничивания детали зону контроля

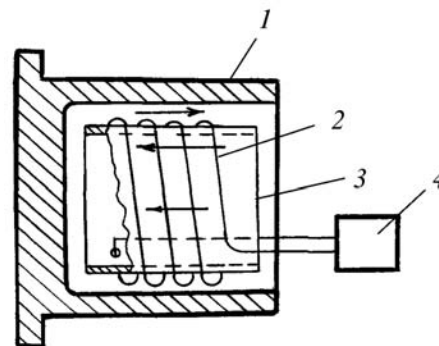


Рис. 13. Схема намагничивания внутренней поверхности полый детали вставным соленоидом с кольцевым сердечником: 1 — деталь; 2 — обмотка соленоида; 3 — кольцевой сердечник; 4 — источник питания соленоида, например импульсный модуль переносного магнитопорошкового дефектоскопа МД-М. Стрелками показано направление магнитного потока

толстостенных полых деталей кольцевой и трубчатой формы, деталей с отверстиями или углублениями, целесообразно применять продольное намагничивание с помощью вставных соленоидов. Вставные соленоиды следует также использовать для намагничивания тонкостенных деталей, если для намагничивания применяется переменный или импульсный ток.

Понятно, что в процессе намагничивания деталей вставным соленоидом зона контроля закрыта. Поэтому реализовать способ приложенного поля в этом случае невозможно. Значит, обнаружение дефектов, распространяющихся примерно перпендикулярно оси на внутренней поверхности деталей рассматриваемой формы возможно только при контроле способом остаточной намагниченности. Следовательно, так можно проверять только детали, изготовленные из магнитотвердых сталей, т.е. таких, у которых коэрцитивная сила составляет более 9,5–10 А/см (12 Э), и в которых процессы технического намагничивания и перемагничивания осуществляются в сильных магнитных полях.

Как и в других случаях, при использовании вставных соленоидов режим продольного намагничивания выбирают в зависимости от магнитных свойств материала проверяемого объекта. После намагничивания детали зону контроля



покрывают магнитной суспензией. На короткие детали суспензию наносят с помощью фляги или из пистолета гидравлической системы магнитопорошкового дефектоскопа. Внутреннюю поверхность деталей трубчатой формы также поливают суспензией. При этом деталь держат наклонно и медленно поворачивают, чтобы суспензия смочила всю зону контроля по окружности. В детали трубчатой формы, закрытые с одной стороны (в виде стакана), наливают суспензию, и деталь медленно поворачивают, чтобы суспензия смочила всю зону контроля, затем суспензию медленно и осторожно выливают из полости детали так, чтобы не смыть индикаторные рисунки возможных дефектов.

После стекания суспензии поверхность зоны контроля осматривают для обнаружения индикаторных рисунков дефектов. Внутреннюю поверхность деталей трубчатой формы осматривают с применением эндоскопа (видеоскопа, бороскопа, фиброскопа), изготовленного из немагнитных

материалов. После осмотра зоны контроля детали при необходимости размагничивают.

Таким образом, для обнаружения магнитопорошковым методом протяженных дефектов, распространяющихся поперек оси на внутренней поверхности деталей рассматриваемой формы, целесообразно их намагничивать с помощью коротких вставных соленоидов, обеспечивающих локальное намагничивание внутренней поверхности деталей. Магнитопорошковый метод с использованием вставных соленоидов можно применять только для контроля объектов из магнитотвердых сталей способом статочной намагниченности.

#### Библиографический список

1. Шелихов Г.С. Магнитопорошковая дефектоскопия / под общ. ред. акад. РАН В.В. Клюева. М.: ИД «Спектр», 2010. 336 с.
2. Шелихов Г.С. Магнитопорошковый метод контроля // Неразрушающий контроль: справочник: в 8 т. / под общ. ред. В.В. Клюева.

Т.4. Кн. 2. 2-е изд, испр. М.: Машиностроение, 2004. С. 227 – 566.

3. Шелихов Г.С., Глазков Ю.А. Магнитопорошковый контроль: учеб. пособие / под общ. ред. В.В. Клюева. М.: ИД «Спектр», 2011. 183 с.
4. Шелихов Г.С. Магнитопорошковая дефектоскопия в рисунках и фотографиях: практ. пособие. М.: ДНТЦ «Дефектоскопия», 2002. 322 с.
5. Неразрушающий контроль металлов и изделий : справочник / под ред. Г. С. Самойловича. М.: Машиностроение, 1976. 456 с.
6. Яворский Б.М., Детлаф А.А. Справочник по физике. М.: Наука, 1974. 942 с.
7. Fenton John D. ASNT level III study guide magnetic particle testing method. Columbus: ASNT, 2001. 96 p.
8. Шелихов Г.С. Магнитопорошковая дефектоскопия деталей и узлов: практ. пособие / под ред. В.Н. Лозовского. М.: ГП НТЦ «Эксперт», 1995.

**При покупке FLIR серии i**



**Бесплатно** + **Экономия 3 700\* руб.**



Чехол      Пояс для инструментов

**При покупке FLIR E30 / E40 / E50**



**Бесплатно** + **Экономия 16 000\* руб.**



2-ой аккумулятор  
Чехол  
Пояс для инструментов  
Зарядное устройство с блоком питания

**При покупке FLIR E60**



**Бесплатно** + **Экономия 96 400\* руб.**



Доп. объектив 15° или Доп. объектив 45°  
Чехол      Пояс для инструментов

## FLIR®

### Пакетные предложения

Воспользуйтесь всеми преимуществами этих уникальных предложений и закажите тепловизоры **FLIR серии i** или **FLIR серии Exx** до 30 июня 2013 года

Список официальных дистрибьюторов FLIR Systems вы найдете на сайте: [www.flir.com](http://www.flir.com)

\* НДС включен



# КОНТРОЛЬ СКРЫТОЙ КОРРОЗИИ В СТАЛЬНЫХ ОБОЛОЧКАХ: РОССИЙСКО-БРАЗИЛЬСКИЙ ПРОЕКТ



## БАВИЛОВ

**Владимир Платонович**

Вице-президент РОНКТД,  
д-р техн. наук, проф.,  
Институт неразрушающего контроля,  
Томский политехнический университет,  
Томск, Россия

В 2011 г. по инициативе визитинг-профессора Томского политехнического университета (ТПУ) Михаэля Кренинга был запущен совместный проект ТПУ и Папского католического университета г. Рио-де-Жанейро (Бразилия). Профессор М. Кренинг — известный в мире специалист по неразрушающему контролю, бывший директор Фраунгоферовского института неразрушающего контроля (IZfP) в г. Саарбрюкене (Германия) — в течение трех последних лет работал в ТПУ в рамках так называемого мегагранта согласно Постановлению Правительства РФ от 9 апреля 2010 г. № 220 «О привлечении ведущих ученых в российские образовательные учреждения высшего профессионального образования».

Проект, названный «Разработка экспрессного тепловизионного контроля скрытой коррозии в стальных резервуарах, используемых в ядерной и теплоэнергетической промышленности, в особен-

ности контейнеров для хранения радиоактивных отходов», выполняется с 2011 г. по приоритетному направлению «Энергетика и энергосбережение» ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технического комплекса России на 2007—2013 годы с участием научно-исследовательских организаций стран Латинской Америки, Ближнего Востока, Азии и Африки».

Фактически данный проект является трехсторонним, поскольку регистрирующая часть бразильской системы контроля коррозии была разработана в предыдущие годы специалистами IZfP. На действующем этапе проекта с бразильской стороны участвуют ученые Университетского центра неразрушающего контроля CAND (руководитель Жоао Рибейра), а также специалисты атомной станции в г. Ангра (рис. 1). Усилия бразиль-

ского партнера сосредоточены на создании роботизированной системы для транспортировки контейнеров, их размещения в зоне контроля и сплошного сканирования всей поверхности. В ТПУ разработан собственный вариант установки теплового контроля коррозии, в котором использованы три вида нагрева (оптический нагрев с помощью ксеноновых и галогенных ламп, конвективная стимуляция горячим воздухом) и оригинальные алгоритмы обработки информации, включающие в себя процедуры повышения отношения сигнал/шум, в особенности с использованием вейвлет-преобразования и метода анализа главных компонент, а также алгоритм тепловой дефектометрии (оценка уноса материала стенки).

«Стальные оболочки» — обобщающий термин, обозначающий промышленные сооружения, как правило, цилиндрической формы,



Рис. 1. Атомная станция в г. Ангра (Бразилия)



выполненные из стали различных марок с толщиной стенок от 1 до 20 мм. К ним относятся наземные резервуары для хранения нефти, аммиака, воды и других продуктов, а также химические реакторы в нефтехимической промышленности, контейнеры для хранения радиоактивных отходов в ядерной энергетике, трубы и т.д. В своем большинстве такие сооружения являются потенциально опасными с точки зрения промышленной безопасности и требуют обязательной периодической технической диагностики, в том числе на предмет скрытой коррозии.

В соответствующих отраслях промышленности (нефтехимии, ядерной энергетике, трубопроводном транспорте) приняты правила эксплуатации сооружений, включающих стальные оболочки, а также определены способы технической диагностики, в том числе обнаружение скрытой коррозии. Основным методом контроля коррозии является ультразвуковой (УЗ), к преимуществам которого относятся возможность надежного и чувствительного измерения остаточной толщины оболочки, а также его безопасность процедуры испытаний для обслуживающего персонала. Известные недостатки данного способа: 1) контактный характер, требующий специальной подготовки поверхности (удаление краски, шлифовка); 2) практическая невозможность контроля в труднодоступных местах; 3) низкая производительность испытаний; 4) сравнительно низкая наглядность метода, обусловленная трудностями построения изображений скрытой коррозии.

Ряд недостатков УЗ-метода может быть преодолен примени-

ем активного теплового контроля, который обеспечивает сравнительно высокую производительность испытаний при наглядном представлении результатов.

В описываемом проекте речь идет о стальных «бочках» с толщиной оболочки 1 мм, в которых хранятся радиоактивные отходы ядерных установок с низким уровнем активности. Например, на атомной станции в г. Ангра число таких контейнеров, хранящих низкоактивные отходы (укрывной материал, одежду и т.п.), достигает 6000.

ИК-термографическая система состоит из четырех основных блоков: нагревателя, ИК-тепловизора, компьютерной станции и системы позиционирования нагревателя и тепловизора. Источник нагрева представляет собой две лампы Hensel с энергией до 3 кДж и длительностью импульса нагрева 5 мс. Для регистрации ИК-изображений поверхности контейнера применена инфракрасная камера FLIR-CEDIP SC5000 с форматом кадра 320×240. Частота записи термограмм 200 Гц, число термограмм в записанных последовательностях 200. Полное время испытаний составляет около 1,5 ч на контейнер, причем около 20 мин уходит на его транспортировку.

В установке теплового контроля коррозии, разработанной в ТПУ, используются импульсные лампы, аналогичные описанным, а регистрацию температуры проводят с помощью более экономичного (по сравнению с бразильским вариантом) тепловизором NEC TH-9100 (максимальная частота записи 60 Гц). В лабораторных исследованиях также применяется тепловизор высокого уровня FLIR SC7700 с частотой записи 115 Гц и формате термограмм 640×512. Дополни-

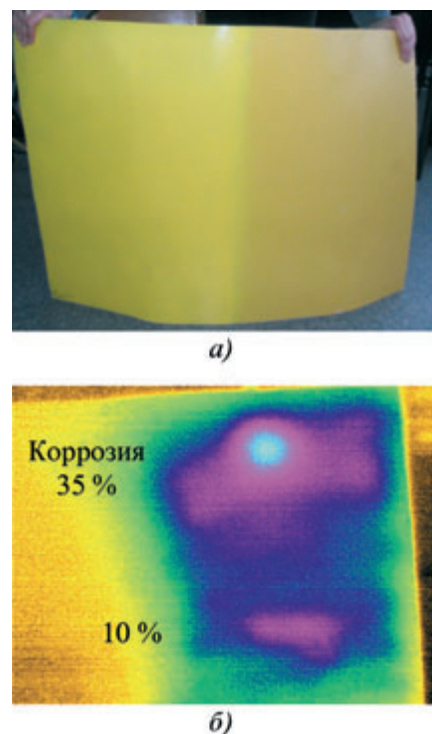


Рис. 2. Активный тепловой контроль стального цилиндрического изделия толщиной 2 мм с использованием конвективного нагрева:  
а – образец; б – результат контроля

тельно к импульсному оптическому нагреву разработан специализированный нагреватель на галогеновых лампах мощностью 12 кВт, что позволяет контролировать стальные оболочки толщиной до 10 мм. Кроме того, положительные результаты получены с использованием для нагрева мощных промышленных фенов (рис. 2).

В настоящее время описанную систему испытывают на имитаторах контейнеров в целях оптимизации программного обеспечения для сбора данных, обработки и документирования результатов испытаний.

# КОМПЛЕКСНАЯ ДИСТАНЦИОННАЯ ДИАГНОСТИКА ПОДЗЕМНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ



**КОННОВ**  
**Владимир Владимирович**  
ЗАО НПЦ «Молния»,  
Москва, Россия

В России создана и в соответствии с «Энергетической стратегией России на период до 2030 года» [1] продолжает развиваться крупнейшая в мире Единая система газоснабжения, в состав которой входят более 160 тыс. км магистральных газопроводов, около 300 компрессорных (КС) и 4000 газораспределительных станций (ГРС), более 20 объектов подземного хранения газа [2]. По причине развития дефектов металла труб заводского происхождения, возникновения эксплуатационных дефектов и износа труб (возраст более трети из них свыше 30 лет), а также из-за внешней и внутренней коррозии в системах газопроводного транспорта происходят десятки аварий, в том числе сопровождающихся утечкой газа в атмосферу, в дальнейшем, по мнению экспертов, их число может возрасти [3].

Утечка газа является косвенной причиной серьезных аварий — взрывов высвободившегося газа и разрывов трубопровода, сопровождающихся пожарами, повреждением сооружений, потерей материальных ценностей, потерей огромных

*Рассматриваются причины аварий, дефекты металла труб и применяемые методы и технологии диагностирования магистральных газопроводов. Описаны разработанные средства комплексного дистанционного диагностирования подземных газопроводов на базе электромагнитометрического и видеотепловизионного методов и результаты их применения для обнаружения зон концентрации напряжений и утечек газа.*

объемов углеводородного сырья, негативным воздействием на окружающую среду и гибелью людей.

Так, в результате утечки газа, скопившегося на железнодорожной станции в районе г. Уфа, 4 июня 1989 г. в момент прохождения двух встречных поездов произошел взрыв. Последовавший за ним пожар унес жизни 645 человек, были ранены еще около 600 человек. После взрыва на газопроводе в ночь с 9 на 10 мая 2009 г. на Озерной улице на западе Москвы последовавший за ним пожар признан самым большим в послевоенной истории столицы (рис. 1). На тушение пожара ушло свыше 15 ч, пострадали пять человек, сгорели и получили повреждения более 80 автомашин.

Утечки приводят к загрязнению атмосферы. Основным загрязняющим веществом является метан, составляющий, по разным данным, от 80 до 95 % общего количества углеводородов, выброшенных в атмосферу вследствие утечек. Он является вторым по значимости после углекислого газа, приводящим к «парниковому эффекту».



*Рис. 1. Взрыв и пожар на газопроводе на западе Москвы, 2009 г.*

Для общей оценки состояния газопроводов и своевременного

обнаружения утечек и их локализации и используются методы внутритрубной и наземной диагностики и ряд дистанционных методов мониторинга, таких как фото- и видеонаблюдение, а также тепловизионное, радиолокационное и лазерное зондирование. В соответствии с концепцией обеспечения целостности газопроводной системы специалистами ЗАО НПЦ «Молния» выполнены исследования и разработаны методы интеллектуальной технологии и оборудование комплексного дистанционного контроля в целях обнаружения, распознавания и локализации зон повреждения изоляции, концентрации напряжений и мест утечек газа [4–7].

## Дефекты газопроводов

Природа и причины возникновения дефектов металла газопроводов, а также оборудования КС и ГРС рассматривались ведущими учеными и специалистами в области безопасности газотранспортной системы [2, 8–10] с учетом технологии производства труб, их монтажа и условий эксплуатации (рис. 2).

В [8] отмечалось, что повышенные требования к качеству труб большого диаметра и оснащение трубоэлектросварочных цехов металлургических предприятий современными средствами неразрушающего контроля позволили сократить количество производственных дефектов труб. Тем не менее 14 % дефектов, выявляемых при эксплуатации, не могут считаться приемлемыми, как неприемлем и высокий уровень (23 %) дефектов монтажа (рис. 3).

Статистика обнаруживаемых дефектов эксплуатационного про-



исхождения свидетельствует об их преимущественно коррозионном характере, 29 % составляют дефекты типа наружной коррозии, в том числе коррозионного растрескивания под напряжением (КРН), 2,5 % – дефекты внутренней коррозии и эрозии. О недостаточном уровне организации эксплуатации газопроводов свидетельствуют и 16 % повреждений трубопроводов из-за постороннего вмешательства. Изучение характера дефектов показало, что наиболее опасными являются возникающие в зонах концентрации напряжений и быстро развивающиеся стресс-коррозионные трещины, приводящие к нарушению целостности металла трубопровода, что в конечном счете приводит к утечке газа [8]. Характерной особенностью стресс-коррозионных дефектов (рис. 4) является их расположение, как правило, колониями [4, 11]. Не менее опасны с точки зрения возникновения утечек газа и дефекты коррозии – язвы и вмятины (рис. 5). Повреждения, вызванные природными катаклизмами и стихийными бедствиями (землетрясения, оползни, наводнения, подтопления), нередко приводят к катастрофическим последствиям. Наконец, вмешательство человека в процессе хозяйственной деятельности, террористические проявления также могут стать причиной нарушения штатной работы газопровода. Как отмечается в [8], наибольший вклад в аварийность вносят: нарушения проектных требований при строительстве, брак при строительно-монтажных работах, внешние воздействия на трубопровод при земляных работах (механические повреждения), несоответствие поставляемых изделий, материалов, технологий, оборудования и технических средств требованиям проектов строительства, реконструкции и ремонта.

### Концепция, методы и системы диагностики газопроводов

Для надежного функционирования объектов ОАО «Газпром» разработана концепция и система управления техническим состоянием и целостностью газотранспортной системы [2], включающая: выявление и анализ факторов воздействия



Рис. 2. Природа возникновения дефектов металла газопроводов



Рис. 3. Основные причины отказов магистральных газопроводов

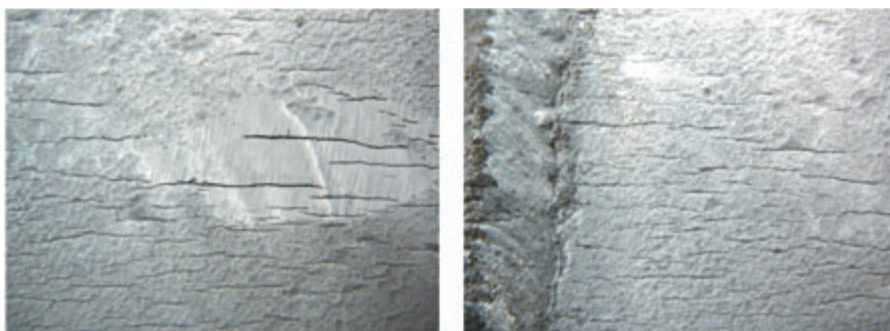


Рис. 4. Характерный вид стресс-коррозионных дефектов

на объекты системы и оценку степени их влияния, мониторинг возникающих угроз, планирование и контроль исполнения мероприятий, обеспечивающих достижение прие-

млемого уровня рисков, анализ эффективности предпринятых действий. Основу концепции составляют: многолетний опыт применения методов и технологий неразрушаю-



Рис. 5. Дефекты коррозии и механические повреждения трубопроводов: а – язвы; б – вмятина и язвы

даются системы дистанционного зондирования, способные контролировать положение труб, утечку газа и состояние трасс.

Известно, что ресурс газопроводов во многом зависит от условий их эксплуатации, особенно от напряженно-деформированного состояния труб. В области создания систем определения напряжений развиваются и совершенствуются направления, основанные на ультразвуковых, тензометрических, магнитных и электромагнитных методах контроля.

В [2] отмечается, что все большее значение в комплексе работ по диагностике и мониторингу приобретают обследование и контроль технического состояния объектов транспорта газа с применением авиационных средств. Основными видами обследований при этом являются лазерная локация для обнаружения утечек газа, тепловизионная съемка, аэрофотосъемка. Эти обследования направлены на решение задач: определения пространственного положения газопровода, выявления участков газопроводов с непроектной глубиной заложения, обнаружения утечек газа, съемки трасс для проектирования капитального ремонта и реконструкции и контроля за несанкционированными работами в зоне минимально допустимых расстояний.

В качестве преимущества вертолетного обследования магистральных газопроводов различными дистанционно-диагностическими методами отмечается высокая производительность работ и возможность их проведения без изменения режимов транспортировки газа. Обнаружение и своевременное устранение утечек в газопроводе позволяют не только не допустить потерю большого объема газа, но и предотвратить возникновение аварийных ситуаций.

Существующая система диагностического обслуживания нуждается в развитии с позиций прогноза технического состояния, разработки решений по управлению целостностью эксплуатируемых магистральных газопроводов и создания диагностических систем для перспективных газопроводов, в том числе в условиях Крайнего Севера [2].



Рис. 6. Технология комплексной диагностики газопроводов

шего контроля и технического диагностирования, отраслевые стандарты, руководящие и нормативно-технические документы. В развитие концепции была разработана и внедрена трехуровневая система комплексной диагностики и мониторинга (рис. 6), которая базируется на системах внутритрубного диагностирования, наземного комплексного диагностирования и дистанционной диагностики.

При внутритрубном диагностировании широко используются сканеры, ультразвуковые, магнитные, электромагнитно-акустические снаряды-дефектоскопы и их комбинации и профилемеры. В [2] отмечается, что используемые снаряды-дефектоскопы для выявления

стресс-коррозионных трещин, разработанные МНПО «Спектр» и «Автогаз» – КОД-4М-1420 и ПО «Спецнефтегаз» – дефектоскопы серии ДМТП, относятся к классу устройств высокого разрешения и способны не только гарантированно выявлять дефекты, но и классифицировать их по типам и степени опасности без производства шурфовочных работ. Электронные профилемеры разработки ПО «Спецнефтегаз» и «Саратовгазавтоматика» регистрируют размеры и местоположение геометрических неоднородностей труб (вмятины, гофры, овальность, радиусы кривизны трубопровода во всех плоскостях). Наряду с внутритрубной диагностикой в интересах ОАО «Газпром» соз-



## Дистанционная технология диагностирования газопроводов

Электрометрические и магнитометрические методы контроля

Для оценки состояния подземных трубопроводов наибольшее распространение получили электрометрические и магнитометрические методы контроля [12–14]. В основе этих методов лежат измерения параметров электрического и магнитного полей над трубопроводом. Специалистами НПЦ «Молния» создан диагностический комплекс М-1 для дистанционного контроля трубопроводов, обеспечивающий одновременно электрометрические и магнитометрические измерения [4–6]. При этом электрометрическим методом определяется глубина залегания трубопровода и состояние его изоляционного покрытия путем бесконтактного измерения переменного тока, протекающего по трубопроводу от генератора. Магнитометрическим методом обеспечивается выявление аномалий магнитного поля над трубопроводом, обусловленных зонами концентрации механических напряжений (ЗКН) в металле труб или наличием дополнительных магнитных масс в непосредственной близости от газопровода.



Рис. 7. Комплекс М-1 на трассе

Приборный комплекс М-1 (рис. 7) предназначен для бесконтактной диагностики технического состояния подземных металлических газопроводов при непрерывном перемещении оператора с автоматическим документированием в режиме реального времени следующих параметров газопровода: местоположения и глубины залегания подземных газопроводов, состояния и мест локальных повреждений изоляционного покрытия, гео-

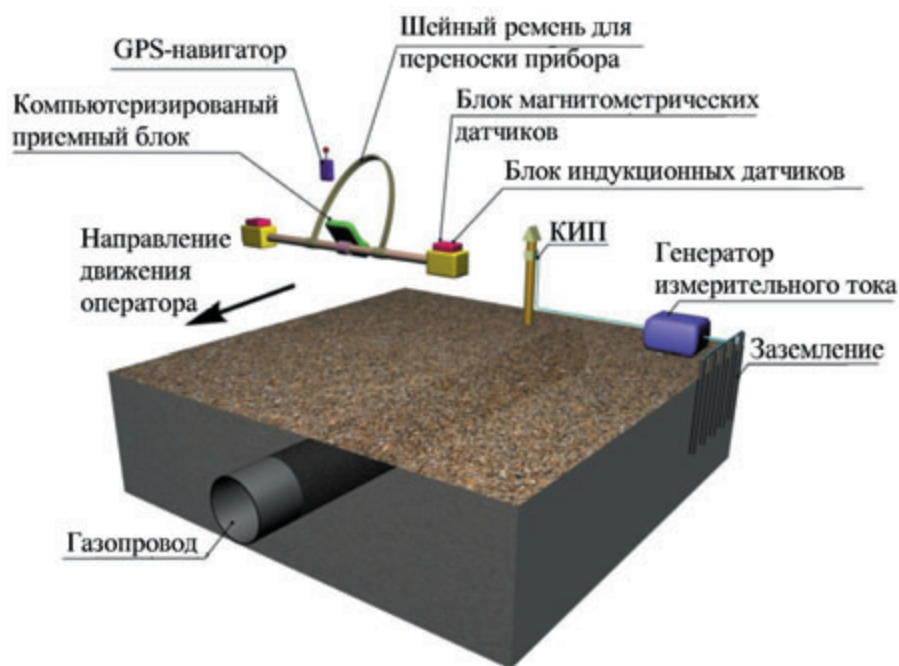


Рис. 8. Функциональная схема приборного комплекса М-1

графических координат и наличия аномалий магнитного поля над газопроводом и связанных с ними зон концентрации механических напряжений в металле трубы, пройденного пути или длины контролируемого участка, параметров положения приемного блока относительно оси трубопровода при проведении измерений. В состав комплекса М-1 входят следующие функциональные блоки (рис. 8): генератор измерительного тока; компьютеризированный приемный блок с GPS-приемником; измеритель пройденного расстояния — одометр. Генератор обеспечивает устойчивое протекание по газопроводу переменного тока, значения которого регистрирует приемный блок, в котором объединены блок приемных антенн и блок обработки и отображения информации. Блок приемных антенн состоит из двух блоков трехкомпонентных индуктивных преобразователей для регистрации тока и двух блоков трехкомпонентных магнитных преобразователей для регистрации параметров магнитного поля. Блок обработки в режиме реального времени в процессе движения оператора вдоль оси газопровода обеспечивает запись всех измеряемых параметров и представляет на экране дисплея графическую и цифровую инфор-

мацию о токе, индукции магнитного поля, расстоянии от оператора до оси газопровода, расположении оси газопровода относительно оператора, расположении продольной оси блока приемных антенн и глубине залегания газопровода.

Все полученные данные записываются в блок памяти прибора с шагом 10 см, что позволяет проводить детальную оценку состояния газопровода.

Комплекс М-1 снабжен звуковой сигнализацией для информирования о предельном отклонении оператора от оси газопровода и об отклонении измеряемых параметров за заданные оператором пределы. Для определения ориентации прибора по отношению к горизонту используется акселерометр. Блок обработки и представления информации на основе одноплатного компьютера имеет сенсорный цветной дисплей и обеспечивает обработку результатов измерения магнитных полей, вычисление контролируемых параметров и запись их значений в запоминающем устройстве (ЗУ).

Разработаны алгоритм и программное обеспечение для обработки данных от всех датчиков и выведения нужных параметров на монитор (рис. 9).

Все полученные данные записываются в блок памяти прибора с

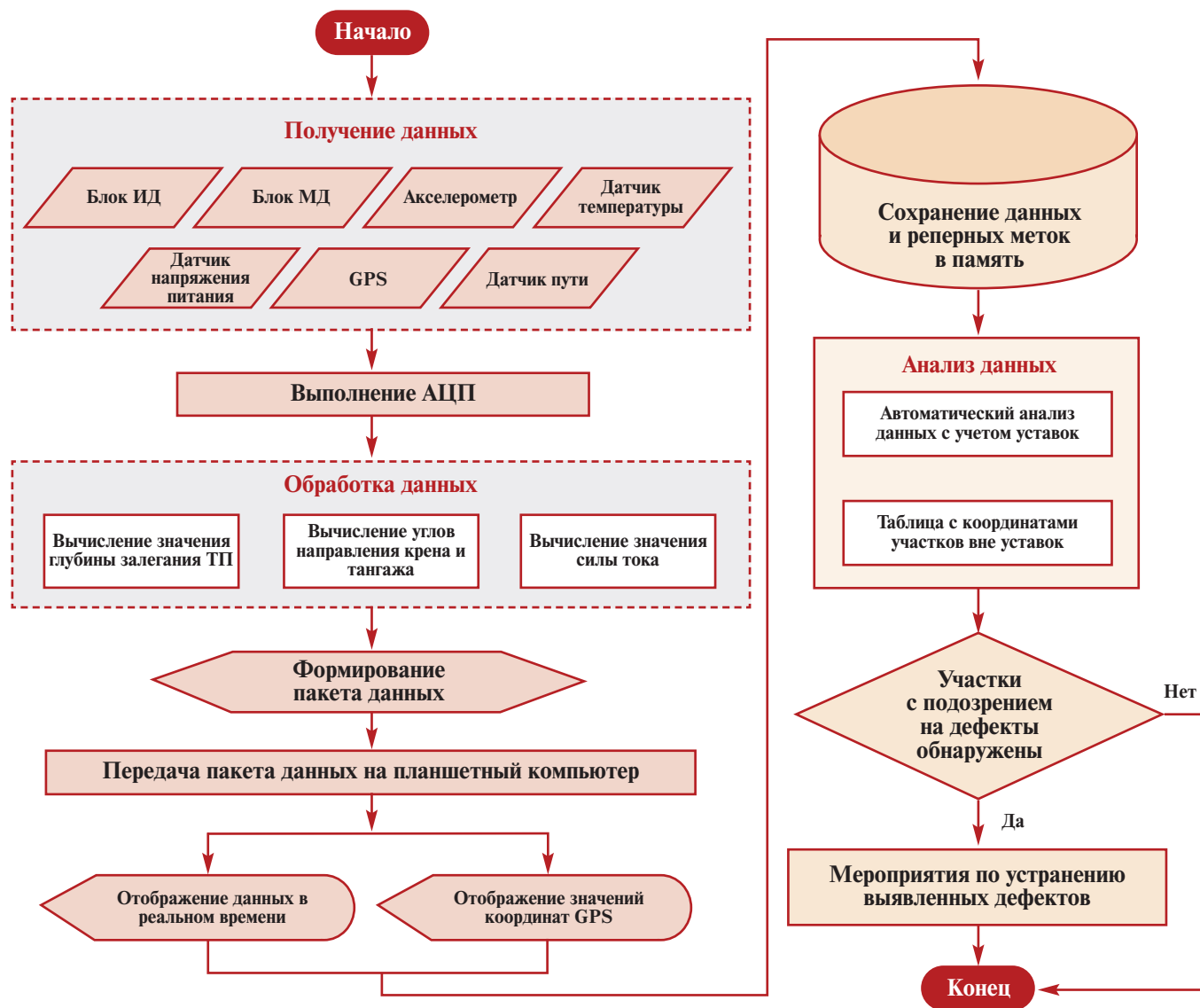


Рис. 9. Алгоритм сбора и обработки данных программно-аппаратного комплекса М-1

шагом 10 см, что позволяет проводить детальную оценку состояния газопровода. Результаты магнитометрического контроля блок обработки выдает на экран дисплея (рис. 10) в виде магнитограмм распределения магнитной индукции над трубопроводом через заданные отрезки трассы (интервал измерений) в двух точках пространства по каждой из трех его составляющих (нормальной, горизонтальной вдоль и горизонтальной поперек трубопровода), а также результирующее и дифференциальные значения в этих точках. Получение магнитограмм возможно не только в функции пути, но и в функции времени, при этом интервал между измерениями составляет

55 мс. В блоке обработки предусмотрена звуковая сигнализация, сообщающая об отклонениях глубины, силы тока, магнитных аномалий за заданные оператором пределы, а также о выходе оператора из зоны контроля, при этом факт и координаты места срабатывания звуковой сигнализации автоматически заносятся в записывающее устройство (ЗУ). Блок обработки обеспечивает возможность записи в ЗУ меток для привязки диаграмм к естественным ориентирам или к другим объектам по усмотрению оператора, при этом координаты этих меток в системе WGS-84 также заносятся в ЗУ.

Более точная привязка диаграмм (магнитограмм) к трассе осуществ-

ляется датчиком пути, и, кроме того, координаты точек контроля дублируются с помощью GPS-приемника в системе координат WGS-84. Индикатор GPS отображает в реальном времени текущие географические координаты. Обновление координат происходит каждую секунду. В легенде возможно отображение текущих значений данных, получаемых с датчиков. Блок обработки и представления информации комплекса выполнен на основе одноплатного компьютера, имеет сенсорный цветной дисплей и обеспечивает обработку результатов измерения магнитных полей, вычисление контролируемых параметров и запись их значений в ЗУ.



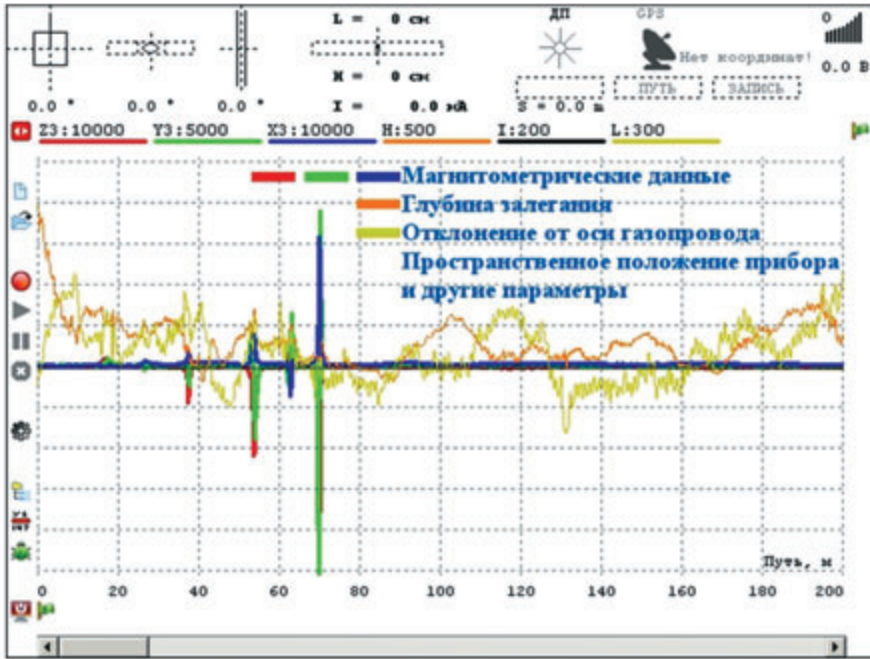


Рис. 10. Отображение результатов обследования на экране прибора М-1

В блоке обработки предусмотрена возможность одновременного вывода на экран дисплея в различном сочетании электрометрических данных и магнитограмм распределения магнитного поля и диаграмм глубины, пройденного расстояния, распределения тока, его затухания и сопротивления изоляции.

Тип и количество одновременно отображаемых на дисплее диаграмм и магнитограмм задается оператором.

Блок обработки обеспечивает звуковую сигнализацию об отклонении глубины, силы тока, магнитных аномалий за заданные оператором пределы, а также о выходе оператора из зоны контроля, при этом факт и координаты места срабатывания звуковой сигнализации автоматически записываются в ЗУ. Блок обработки обеспечивает возможность записи в ЗУ меток для привязки диаграмм к естественным ориентирам или к другим объектам по усмотрению оператора, при этом координаты этих меток в системе WGS-84 также заносятся в ЗУ. Все результаты контроля автоматически записываются в ЗУ. Блок обработки имеет режим просмотра на его дисплее занесенных в ЗУ результатов контроля. Дальнейшая обработка и документирование результатов контроля осуществляется на любом персональном компьютере по специальной программе.

Датчик пути состоит из мерного колеса и соединенной с ним полый штанги (тяги), оканчивающейся поводком, с помощью которого датчик фиксируется на ремне оператора. Более точная привязка диаграмм (магнитограмм) к трассе осуществляется датчиком пути, и, кроме того, координаты точек контроля дублируются с помощью GPS-приемника и фиксируются в системе координат WGS-84.

Для автоматизированного сбора данных в составе приборного комплекса М-1 предназначена программа «Ариадна». Программа в реальном времени отображает данные о глубине залегания обследуемого трубопровода, силе тока, сопротивлении изоляции, магнитометрических данных, строит графики указанных параметров. Программа позволяет записывать данные с привязкой к географическим координатам (используется встроенный GPS-приемник). После обследования возможен просмотр и одновременно обработка записанных данных.

Индикатор GPS отображает в реальном времени текущие географические координаты. В индикаторе, рядом с антенной, отображаются текущие географические координаты. Обновление координат происходит каждую секунду. В легенде возможно отображение

текущих значений данных, получаемых с датчиков. Текущие значения данных отображаются под соответствующей серией данных (рис. 10).

### Видеотепловизионное дистанционное диагностирование

Другим направлением дистанционного диагностирования является авиационное и спутниковое сканирование поверхности Земли с использованием лазерного, оптического и теплового методов контроля и их комбинации [2, 8 – 10, 14, 15].

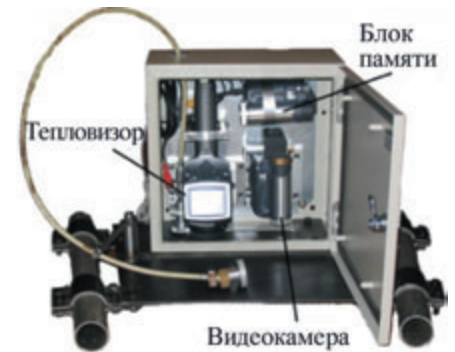


Рис. 11. Общий вид приборного комплекса ВТК-1

На базе исследований в НПП «МОЛНИЯ» создан приборный комплекс ВТК-1 (рис. 11), в котором тепловизионное изображение создается одновременно с видеоизображением. В его состав входят: тепловизор ThermoCAM E2, видеокамера NV-GS15, GPS-навигатор GARMIN GPSMAP 276C, выносной дисплей оператора, блок памяти и монитор Prology HDTV-7075. Комплекс содержит источник автономного питания и обеспечивает автоматическую регистрацию результатов обследования. Для исключения воздействия на аппаратуру вибраций при полете и посадке аппаратура комплекса размещается в корпусе, изготовленном в виброзащищенном исполнении. Универсальность конструкции корпуса обеспечивает его крепление к различным типам носителей – вертолетам, дельтапланам и др. (рис. 12).

Комплекс ВТК-1 обеспечивает измерение температуры поверхности почвы, размер и координаты температурных аномалий при температуре окружающей среды от  $-30$  до  $+50$  °С, влажности воздуха до



Рис. 12. Приборный комплекс ВТК-1 на несущих летательных аппаратах: а – на вертолете Ми-4; б – на вертолете Robinson; в – на дельталете «Форсаж»

100 %, скорости полета 50 – 120 км/ч, давлении 760±40 мм рт. ст., высоте полета 55 – 200 м, видимости 1000 м и более.

Технические характеристики средств наблюдения: угол поля зрения 25 – 40°; погрешность измерения температуры не хуже 2 °С; быстрдействие тепловизора 25 кадров в секунду; видеокамеры – 50 кадров в секунду; пространственное разрешение ~10'; спектральный диапазон ИК-фотоприемника 8–14 мкм, потребляемая мощность не более 100 Вт, габариты комплекса 300×500×200 мм, масса ~8 кг. Для проверки тепловизора применяются специальные контрольные образцы, для видеокамер – стандартные штриховые тесты или люксометры. Комплекс обеспечивает непрерывную запись видео- и тепловых изображений на цифровой носитель блока памяти в течение не менее 2 ч, имеет каналы передачи данных Firewire, IEEE-1394 или USB.

В связи с тем что контроль газопроводов-отводов (ГПО), их средняя протяженность составляют от 10 до 50 км, с использованием в качестве несущего летательного аппарата (ЛА) вертолета невыгоден с экономической точки зрения, так как час полета на вертолете без аппаратуры стоит на порядок больше часа полета дельталета. Сопоставив технические характеристики различных ЛА и моделей дельталетов, а также учитывая экономические факторы, специалисты ЗАО НПЦ «МОЛНИЯ» остановили выбор в качестве основного несущего ЛА на дельталете «Форсаж» отечественной компании «Воздушный мост». Приборное оборудование дельталета включает в себя оборудо-

вание контроля параметров полета и параметров работы двигателя, навигационное, коммуникационное и оборудование связи. На дельталете предусмотрена установка спутниковых навигационных систем Garmin GPS-276 и Garmin GPS-296.

Достоинствами варианта использования в качестве несущего ЛА дельталета являются: удобство в эксплуатации (простота транспортировки, скорость сборки, неприхотливость требований к взлетно-посадочной полосе, возможность неоднократного пролета над газопроводом на различных высотах), экономичность, компактность, высокая оперативность, наличие системы спасения экипажа и самого дельталета и возможность выбора скорости полета с учетом оптимизации работы ВТК-1. Сбор, обработка и регистрация результатов мониторинга обеспечиваются блоком памяти под управлением специальной программы.

Видеотепловизионное обследование возможно с использованием разных типов ЛА. При выборе ЛА следует руководствоваться требованиями к его характеристикам. ЛА должен: нести пилота и оператора с видеотепловизионным комплексом, поддерживать постоянной скорость и высоту полета, соблюдать траекторию пролегания газопровода с точностью, необходимой для корректной видеотепловизионной съемки, иметь возможность полета на малых скоростях, лететь стабильно, без раскачивания по крену и тангажу при простых метеоусловиях, обеспечивать оператору возможность визуального наблюдения зоны видеотепловизионной съемки на трассе газопровода.

Полет над выделенным участком газопровода осуществляется в пря-

мом и обратном направлениях. Это обеспечивает возвращение дельталета в исходную точку полета и повышает надежность результатов.

Результаты полета автоматически записываются в память компьютера и дополнительно расшифровываются оператором на земле при совмещении кадров видеотепловизионной съемки. Полет осуществляется с использованием GPS-навигатора, который позволяет привязывать обнаруженные аномалии к местности. Результаты видеотепловизионного обследования сопоставляют с результатами наземного диагностического обследования газопроводов электротехническими и магнитометрическими методами и уточняют исследованиями состояния изоляционного покрытия и металла газопровода в шурфах. Видеотепловизионный мониторинг следует проводить в погодных условиях, обеспечивающих максимальный тепловой контраст.

В течение полета проводят синхронную видео- и тепловизионную съемку трассы в одном масштабе. Результаты визуального и тепловизионного цифрового обследований расшифровывают операторы в лабораторных условиях при анализе видео- и термоизображений на дисплее компьютера. При этом оператор может применять процедуры компьютерной обработки изображения, повышающие контрастность тепловых и оптических аномалий на трассе для их количественной оценки (интенсивность, размер, форма и т.д.). К числу таких процедур программной обработки относятся вычитание фона, нанесение изотерм и др. (рис. 13).

Для повышения достоверности обнаружения, классификации и



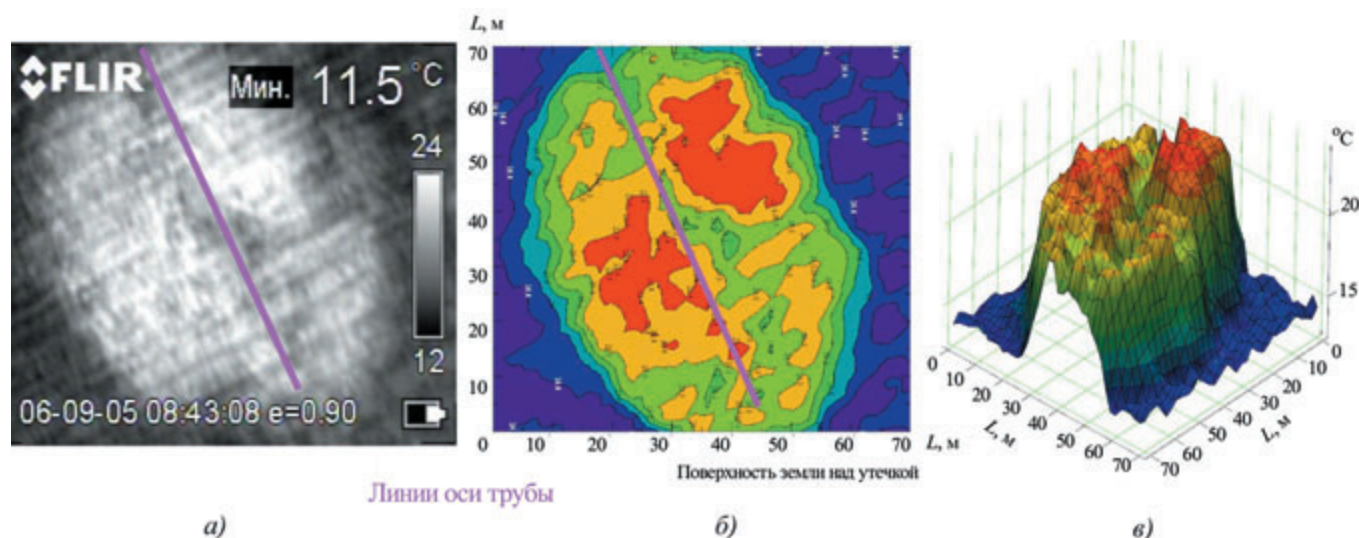


Рис. 13. Термограмма температурной аномалии в месте утечки:

а – изображение на экране тепловизора; б – распределение температуры по поверхности земли; в – гистограмма температурной аномалии над утечкой

распознавания оптических и тепловых аномалий и принятия решений о связи их появления с наличием дефектов металла и утечек газа рекомендуется сопоставлять результаты обследования одного и того же участка трассы газопровода-отвода, полученные в разное время и в различных погодных условиях. Тепловые изображения, полученные в разное время от одних и тех же объектов, отличаются друг от друга. Такая особенность, с одной стороны, позволяет выявлять скрытые от простого наблюдения объекты, а с другой – требует учитывать время тепловой съемки. Успешное выполнение этой задачи зависит от опыта и знаний специалистов.

Технология и оборудование видеотепловизионного мониторинга, разработанные в НПЦ «Молния», широко испытаны. По материалам исследований и результатам обследования значительного количества участков газопроводов в различных географических районах и климатических зонах, сопровождавшихся применением арбитражных методов диагностирования, специалистами ЗАО НПЦ «Молния» и Управления по транспортировке газа и газового конденсата ОАО «Газпром» разработана «Методика наземного комплексного технического диагностирования отводов магистральных газопроводов», один из разделов которой посвящен видеотепловизионному обследованию.

Комплекс видеотепловизионного контроля ВТК-1 испытан на газопроводах ООО «Газпромтрансгаз Казань», «Газпромтрансгаз Томск» и других в вариантах базирования как на дельталете, так и на вертолетах. Обследовали газопроводы-отводы, крановые узлы и другие элементы инфраструктуры газопроводов [7]. Примером обнаружения утечки может служить температурная аномалия, выявленная при видеотепловизионном обследовании газопровода на фоне луга. Этот фон при отсутствии дорог, стогов сена и других следов человеческой деятельности равномерен в отношении распределения температур. Изменение температур для такого фона составляет 1–2°C в пасмурную погоду с низкой влажностью. На термограмме и термопрофиле (рис. 14) выделяются три зоны: зона фона (1), зона повышенной радиационной температуры (2) и зона выхолаживания в месте наибольшего выхода газа (3). Температурная аномалия явно выявляема, с отчетливо выраженной по отношению к общему температурному фону зоной повышенной радиационной температуры и наличием выраженной зоны выхолаживания. В случаях, когда зона повышенной радиационной температуры отчетливо выражена, а зона выхолаживания либо отсутствует, либо выражена слабо, температурные аномалии относятся к неявным, выявлять подобные аномалии наиболее сложно, так как температур-

ный контраст между зоной повышенной радиационной температуры и фоновой зоной не превышает значения контраста шумов и помех. Для выявления такого рода утечек приходится прибегать к пространственно-частотному анализу термограмм.

Температурные аномалии, вызванные утечками газа из подземных газопроводов, как и в приведенном на рис. 14 примере, имеют форму, близкую к эллиптической. Максимальный градиент поверхностных температур в данном случае составляет 8,5°C (такая разность температур между основной зоной и выхолаженным центром характерна для большинства мест крупных утечек). Причиной появления этой аномалии была трещина, образовавшаяся в металле околошовной зоны поперечного сварного шва трубы диаметром 420 мм. Длина трещины составила 25 мм, а ширина раскрытия 2 мм. При рабочем давлении газа в трубе 4,5 МПа эта трещина представляла несомненную опасность и являлась причиной большой утечки.

Распознавание мест утечек газа и выявление других аномалий автоматизированной системой связано с процедурами коррекции изображений в видеоряде и на термограммах, выделения из видеоряда и термограмм полезной информации, сопоставления термограмм и видеоизображений и привязки видеоряда непосредственно к географическим координатам обследуемой местности.

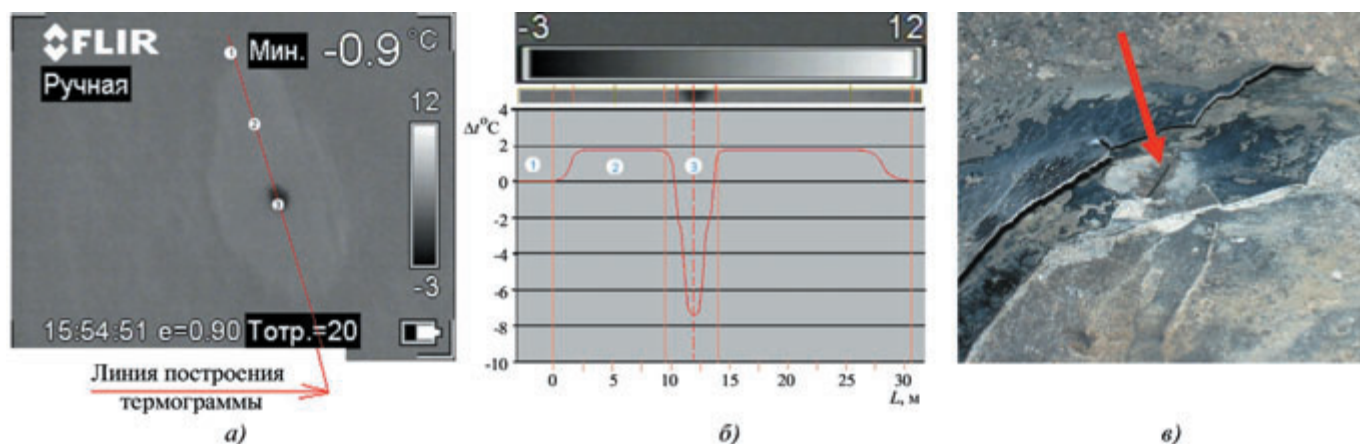


Рис. 14. Термограмма участка газопровода в месте утечки: а – термопрофиль этого участка, построенный по линии оси газопровода; б – изменение температуры относительно фона; в – трещина в сварном шве

Географические координаты при полете над трассой газопровода определяют с помощью спутниковой системы глобального позиционирования, например GPS. Существующие карты дополняют географическими координатами основных точек прохождения газопровода (переходы через дороги, реки, места крановых узлов, повороты линии трубы и т.д.) с точностью не менее  $\pm 3$  м от линии оси трубы в любой удобной системе координат (например, WGS 84). Такие карты при использовании GPS-навигаторов, поддерживающих функцию записи треков, могут быть составлены за один пеший проход по всей длине газопровода с применением трассоискателя или прибора М-1. Это позволяет при видеотепловизионной съемке сообразности точность позиционирования ЛА над газопроводом по маршруту, заданному GPS-навигатором. Наконец, необходимо обеспечить подготовку операторов к работе с различными типами ЛА и их пилотов.

Рассмотрим пример видеотепловизионного обследования в утренние часы в сентябре 2006 г. на участке газопровода-отвода на ГРС в районе Западной Сибири в зоне сельскохозяйственного поля. Были выявлены визуальная и температурная аномалии, свидетельствующие о наличии выхода газа. Температурная аномалия имела форму эллипса с большей диагональю над осью трубы и размером  $77 \times 56$  м<sup>2</sup>, максимальный градиент поверхностной температуры фона составил  $3$  °С/м, а на аномалии –  $6$  °С/м. Обнаруженные визуальные анома-

**Типы обнаруженных утечек**

Диапазон	Дефект трубопровода		Дефект кранового узла
Видимый диапазон			
ИК - диапазон			

лии соответствовали слабовыявляемой деградации развития растений. Полное совпадение мест и типов визуальной и тепловой аномалий указывает на высокую вероятность обнаружения утечки (см. таблицу).

В полете 6 октября 2006 г. в том же регионе в дневное время обнаружена тепловая аномалия овальной формы с осью симметрии вдоль оси трубы, размер которой  $13 \times 2,8$  м<sup>2</sup>, с  $\Delta T = 4$  °С, визуально она оценивается как слабо выявляемая, что соответствует данной выше оценке выявляемого температурного контраста величиной  $3$  °С. Длина аномалии (13 м) связана, по-видимому, с действием ветра и особенностями почвы. Данные по обнаруженной визуальной аномалии свидетельствуют о том, что в режиме полета можно обнаружить незначительную деградацию растительного покрова, обычно не различимую при наземном проходе по трассе газопровода.

Результаты обследований (см. таблицу и рис. 15) подтвердили надежность теоретических оценок и работоспособность приборного комплекса видеотепловизионного диагностирования подземных газопроводов.

Практический опыт НПЦ «Молния» показывает, что в большинстве районов России применение сверхлегких ЛА для видеотепловизионного обследования целесообразнее использования вертолетов и других ЛА. Эффективность проведения видеотепловизионного обследования на магистральных газопроводах и их отводах подтверждается выявлением мест утечек, не обнаруживаемых другими методами дистанционного неразрушающего контроля.

### Диагностирование и капитальный ремонт

Результаты комплексной диагностики применяются при форми-



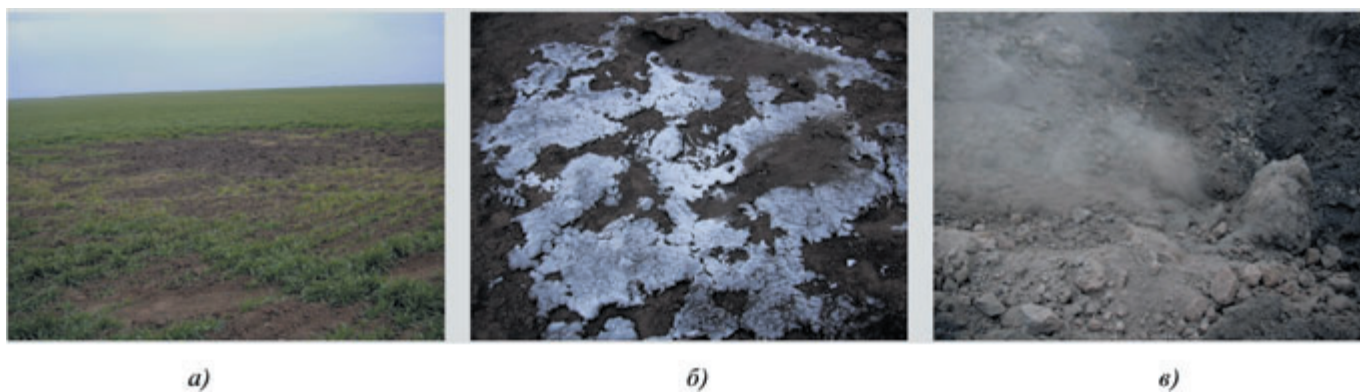


Рис. 15. Проявления утечек в виде: а – угнетения растительного покрова; б – появления следов изморози; в – выброса газа при вскрытии участка газопровода с утечкой

ровании ориентированной стратегии капитального ремонта магистральных газопроводов [16], поскольку одной из важнейших проблем повышения их надежности является эффективное планирование своевременного выполнения планово-предупредительных и капитальных ремонтов отдельных участков системы газопроводов.

Интеллектуальные информационные технологии диагностирования технического состояния МГ, современные средства вычислительной техники и программное обеспечение позволяют автоматизировать сбор информации о техническом состоянии объектов, осуществлять моделирование исследуемых объектов, явлений и процессов. При определении участков трубопроводов, подлежащих ремонту в первую очередь, учитывается закономерность возникновения предаварийных ситуаций, статистика отказов, результаты внутритрубного и наземного диагностирования и результаты комплексного технического обследования металла и изоляции труб с инструментальной оценкой фактического технического состояния в шурфах.

Работы по ранжированию участков линейной части магистральных газопроводов для формирования плана капитального ремонта в ряде подразделений ОАО «Газпром» [16–17] подтверждают прямую связь статистики аварийности с применением новых технологий диагностики и ремонта (рис. 16).

Для эффективного использования результатов обследования ГРС в ЗАО НПЦ «Молния» создана информационная система поддержки планирования, организа-

ции, подготовки и проведения диагностических работ, получившая наименование «ДиаДокГаз». Была поставлена задача разработки инструментальной программно-информационной среды для рационализации процессов сбора, обработки и хранения проектных, ресурсных, диагностических и отчетных материалов по техническому диагностированию.

Для решения этой задачи выполнены следующие работы:

- выявлены и проанализированы основные производственные процессы, возникающие при проведении работ по комплексной диагностике и экспертизе промышленной безопасности;
- проведены систематизация и унификация выводов и мероприятий с учетом особенностей требований различных заказчиков на основе анализа отчетов по обследованиям, выполненным за многолетний период в НПЦ «Молния»;

- разработана удобная в использовании и коллективно развиваемая нормативно-техническая база по возможным типам и видам дефектов, критериям оценки качества, унифицированным выводам и мероприятиям;
- разработаны модели представления и оценки качества элементов и соединений, представления результатов диагностирования.

В основу организации базы данных положен принцип однократного ввода и многоцелевого использования информации. База данных включает в себя более 100 таблиц, связанных отношениями, и содержит данные по нормативно-справочной информации, ресурсам организации-исполнителя работ, результатам обследования.

Программные средства ведения базы данных обеспечивают подготовку, редактирование, просмотр и контроль данных по комплексным обследованиям.

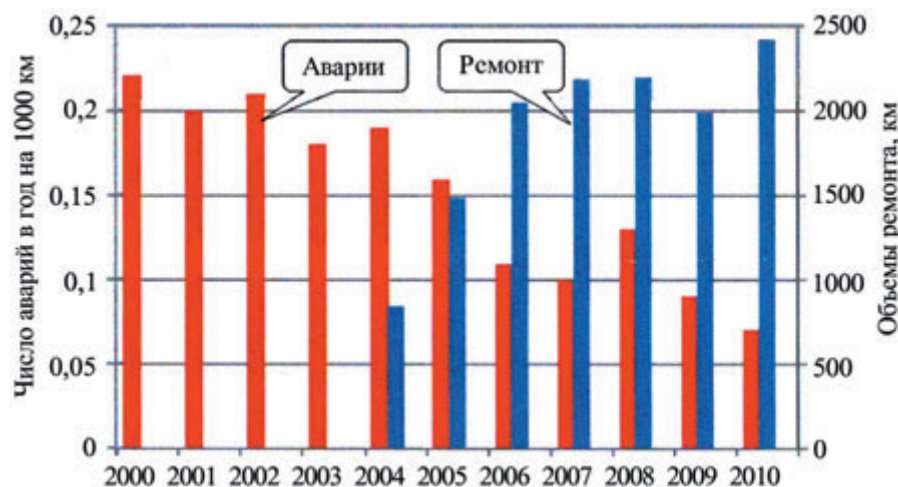


Рис. 16. Статистика аварийности на ЛЧ МГ ГТС и диаграмма объемов ремонта

Средства представления выходных документов обеспечивают создание предварительных и итоговых отчетов, в том числе для их передачи в другие организации в электронной или бумажной форме.

В настоящее время эта система используется для обеспечения работ, выполняемых ЗАО НПЦ «Молния» по комплексному диагностическому контролю технического состояния трубопроводных систем на ГРС, разрабатывается аналогичная система для газопроводов-отводов и для капитального ремонта магистральных трубопроводов.

### Заключение

1. На базе описанных исследований разработаны комплексы М-1 для дистанционного электромагнитометрического диагностирования газопроводов и ВТК-1 для видеотепловизионного контроля, программное обеспечение, методики и технология комплексной диагностики. Комплекс М-1 сертифицирован и используется при обследовании газопроводов в условиях Сибири, Крайнего Севера и юга России. Комплекс видеотепловизионного контроля ВТК-1 успешно испытан на газопроводах ООО «Газпромтрансгаз Казань», «Газпромтрансгаз Томск» и др.
2. Разработанные методики комплексного технического диагностирования пересечений газопроводов использованы при разработке СТО Газпром РД 1.10-098–2004. «Методика проведения технического диагностирования трубопроводов и обвязок технологического оборудования газораспределительных станций магистральных газопроводов», Р Газпром 2-2.3-481–2010 «Методика наземного комплексного технического диагностирования пересечений трубопроводов» и «Методики надземного комплексного технического диагностирования отводов магистральных газопроводов», что обеспечило совершенствование технологии и повышение надежности диагностики.

### Библиографический список

1. Правительство Российской Федерации. Распоряжение от 13 ноября

2009 г. № 1715-р. Энергетическая стратегия России на период до 2030 года. М., 2009.

2. Алимов С.В., Митрохин М.Ю., Харионовский В.В. Система диагностического обслуживания магистральных газопроводов ОАО «Газпром»: состояние и перспективы // Территория Нефтегаз. 2009. № 9. С. 42 – 49.
3. Таргулян О., Херсч Г. Расчет возможности замещения мощностей АЭС при прекращении потерь нефти и газа в результате утечек. Апрель 2000. URL: [http://www.e-cosakh.ru/data/62\\_doklad\\_Grinpis\\_ob\\_utechkah.doc](http://www.e-cosakh.ru/data/62_doklad_Grinpis_ob_utechkah.doc)
4. Konnov V.V., Kuts I.A. Instrumental Complex M1 for Contactless Diagnostics of Gas Pipelines//10th European Conference on Non-Destructive Testing: Reports. Moscow, 7–11 June 2010. Report № 1.11.8. М.: Publishing house Spektr, 2010. [CD].
5. Konnov V.V. Complex Diagnostic Control of Branches of the Main Gas Pipelines//10th European Conference on Non-Destructive Testing: Reports. Moscow, 7–11 June 2010. Report № 1.11.22. М.: Publishing house Spektr, 2010. [CD].
6. Патент на полезную модель № 88453 РФ. Приборный комплекс для бесконтактной диагностики технического состояния подземных трубопроводов М-1 / В.В. Коннов. Заявлено 30.07.2009.
7. Белокопытов А.С., Коннов В.В., Коннов А.В. Проблемы распознавания мест выхода газа на подземных газопроводах по результатам видеотепловизионного обследования // Разрушение, контроль и диагностика материалов и конструкций: 3-я Российск. науч.-техн. конф. Екатеринбург: ИМАШ УрО РАН, 2007. URL: <http://www.imach.uran.ru/conf/rkd/rim15.htm>.
8. Будзуляк Б.В. О планах работ ПК8 технического комитета 23 «Магистральный трубопроводный транспорт», 10 сентября 2009 г., г. Казань URL: <http://www.myshared.ru/slide/84155/>
9. Стеклов О.И. Комплексная техническая диагностика магистральных газонефтепроводов // Территория Нефтегаз. 2006. № 6.
10. Харионовский В.В. Диагностика и ресурс газопроводов: Состояние и перспективы // Газовая промышленность. 1995. № 11. С. 28 – 30.
11. Алексеев С.В., Камышев А.В., Данилов А.В. Экспертиза промышленной безопасности технологических трубопроводов компрессорных станций магистральных газопроводов. ООО «ИНКОТЕС». Презентация.
12. РД 102-008–2002. Инструкция по диагностике технического состояния трубопроводов бесконтактным магнитометрическим методом. М.: АО «ВНИИСТ», 2002.
13. Крапивский Е.И., Некучаев В.О. Дистанционная магнитометрия газонефтепроводов: учеб. пособие. Ухта: УГТУ, 2011. 142 с., ил.
14. Мирзоев А.М. Обзор подходов и методов оценки технического состояния линейной части магистральных газопроводов // Нефтегазовое дело: электронный научный журнал. 2012. № 4. С. 111–123. URL: [http://www.ogbus.ru/authors/Mirzoev/Mirzoev\\_1.pdf](http://www.ogbus.ru/authors/Mirzoev/Mirzoev_1.pdf)
15. Топчиев А.Г. Применение сверхлегкой авиации и геоинформационных технологий для геоэкологических исследований объектов нефтегазового комплекса // Перспективы развития науки и образования: сб. науч. тр. по мат-лам Междунар. науч.-практ. конф. Т. 4. Тамбов: ТРОО «Бизнес-Наука-Общество», 2012. С. 96 – 97. URL: [http://mipt.ru/nauka/nts-info/NPVSh/f\\_azno](http://mipt.ru/nauka/nts-info/NPVSh/f_azno).
16. Чубаев С.А., Химич В.Н, Арбузов Ю.А. и др. Формирование ориентированной стратегии капитального ремонта магистральных газопроводов // Газовая промышленность. 2010. № 7. С. 49 – 52.
17. Салюков В.В., Алексахин С.П., Парфенов А.И., Селиверстов В.Г. Современные методы и передовые технологии восстановления проектных характеристик магистральных трубопроводов. Обзорная информация. М.: ИРЦ Газпром, 2010. 139 с. (Транспорт и подземное хранение газа).

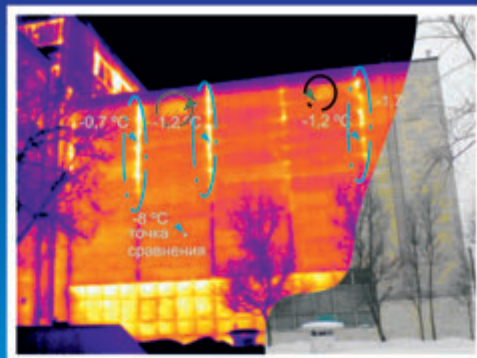




## “МОЛНИЯ”

### Неразрушающий контроль:

- разработка методик, средств и технологий неразрушающего контроля и технического диагностирования;
- дефектоскопический контроль магистральных трубопроводов, узлов, обвязок технологического оборудования, компрессорных и газораспределительных станций и других объектов нефтегазовой промышленности;
- определение физико-механических свойств и химического состава материалов.



### Техническое диагностирование:

- комплексное диагностирование линейной части магистральных трубопроводов, отводов, переключек, взаимных пересечений, камер приема и запуска, сосудов высокого давления, зданий и сооружений;
- диагностирование крановых узлов, запорно-регулирующей арматуры, тройниковых соединений с накладками и других узлов трубопроводов;
- отбраковка труб при переизоляции магистральных трубопроводов.

### Экспертиза промышленной безопасности:

- разработка заключений экспертизы промышленной безопасности;
- разработка мероприятий по обеспечению безопасной эксплуатации объектов экспертизы;
- определение остаточного ресурса;
- восстановление технической документации и паспортов элементов трубопроводных систем.



### Энергоаудит и формирование энергопаспортов

### Проектирование и производство диагностического оборудования

- |   |   |
|---|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> более 10 лет успешной работы          | <input checked="" type="checkbox"/> высококвалифицированные специалисты |
| <input checked="" type="checkbox"/> техническая оснащенность              | <input checked="" type="checkbox"/> профессионализм                     |
| <input checked="" type="checkbox"/> разрешительная документация           | <input checked="" type="checkbox"/> высокое качество выполняемых работ  |
| <input checked="" type="checkbox"/> эксперты по промышленной безопасности | <input checked="" type="checkbox"/> положительные отзывы                |

### Адреса представительства:

Москва  
+7(495)777 54 79  
125459, г. Москва, ул. Новопоселковая, 6, стр. 1

Нижний Новгород  
+7(831)419 38 52  
603005, г. Н. Новгород, ул. Нестерова, 5

Самара  
+7(846)931 62 33  
443051, г. Самара, ул. Олимпийская, 57

Томск  
+7(3822)400 960  
634009, г. Томск, ул. Войкова, 70

# ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ БЕСКОНТАКТНОЙ МАГНИТОМЕТРИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ ТРУБОПРОВОДОВ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЕ РАЗВИТИЯ



**ДУБОВ  
Анатолий  
Александрович**

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



**ДУБОВ  
Александр  
Анатольевич**

Заместитель  
генерального директора  
ООО «Энергодиагностика»  
(г. Реутов,  
Московская обл.)

вляющих измеряемого магнитного поля с типоразмером контролируемой трубы (диаметром, толщиной стенки и длиной трубы между стыками). Эти качественные диагностические параметры, выявленные при БМД, характеризуют в макроразмере металла трубы ЗКН — источники развития различного вида повреждений.

Технология БМД используется в настоящее время при диагностике газонефтепроводов рядом российских фирм. Среди них наиболее активно эту технологию развивают ООО «Энергодиагностика», ООО «Транскор», ООО НТЦ «Молния» на базе своих приборных комплексов и руководящих документов, согласованных с Ростехнадзором, ОАО «Газпром» и АК «Транснефть».

Имеется стандарт Московской теплосетевой компании по оценке состояния теплопроводов с использованием БМД. Методика обследования теплопроводов бесконтактным магнитометрическим методом разработана в 2009 г. специалистами ООО «Энергодиагностика» по договору с ОАО «МТК». С применением данной методики и соответствующих приборных комплексов ежегодно в Московской теплосети диагностическими фирмами выполняется обследование нескольких сотен километров теплопроводов.

На рисунке представлен приборный комплекс для БМД, изготавливаемый серийно предприятием ООО «Энергодиагностика».

В НОАП «Энергодиагностика» (г. Реутов, Московская обл.) действует центр подготовки специалистов по БМД. Программа обучения включает курс подготовки по методу магнитной памяти металла (8 рабочих дней) и дополнительный курс по БМД (2 рабочих дня). За последние шесть лет в России подготовлено более 200 специали-

В настоящее время при оценке состояния газонефтепроводов, теплопроводов, водопроводов и других трубопроводов, расположенных под слоем грунта или под водой, все большее применение на практике получает бесконтактная магнитометрическая диагностика (БМД).

Рассмотрим основные проблемы, выявленные авторами в результате длительного применения БМД, вопросы подготовки специалистов в НОАП «Энергодиагностика» и перспективы развития технологии БМД.

БМД основана на измерении искажений магнитного поля Земли  $H_z$ , обусловленных изменением намагниченности металла трубы в зонах концентрации напряжений (ЗКН) и в зонах развивающихся коррозионно-усталостных повреждений. При этом

характер изменений поля  $H_z$  (частота, амплитуда) обусловлен деформацией трубопровода, возникающей в нем вследствие воздействия ряда факторов: остаточных технологических и монтажных напряжений, рабочей нагрузки и напряжений самокомпенсации при колебаниях температуры наружного воздуха и среды (грунта, воды и т.д.).

При расшифровке информации о состоянии трубопроводов по изменениям магнитного поля, фиксируемого на расстоянии 200...300 мм от поверхности земли, используются критерии и программный продукт, разработанные в ООО «Энергодиагностика» на основе метода магнитной памяти металла [1, 2].

В частности, была выявлена четкая связь между периодичностью изменения всех трех состав-





Рис. 1. Внешний вид сканирующего устройства:  
1 – дорожное колесо; 2 – узел счета длины; 3 – узел крепления датчика Тип 11; 4 – датчик Тип 11; 5 – ручка; 6 – узел крепления измерительного прибора; 7 – складная опорная стойка; 8 – универсальная головка

стов по БМД из 40 диагностических фирм.

Наиболее сложными при освоении БМД на практике являются следующие задачи:

- выбор оптимальной скорости движения специалиста вдоль трассы без потери достоверной информации (магнитных параметров) о состоянии трубопровода;
- определение оси трубопровода с помощью трассоискателя и расположения трубопровода на местности с помощью GPS-координатора;
- подготовка трассы для контроля и отстройка от помех, встречающихся на пути движения специалистов вдоль трассы (ЛЭП, автодороги, металлические препятствия, здания и сооружения и др.);
- обработка результатов контроля и классификация магнитных

аномалий по категориям опасности развития повреждений трубопровода;

- выбор участков для первоочередного вскрытия грунта («шурфовки»).

При расшифровке магнитограмм наиболее сложной задачей является классификация магнитных аномалий по видам повреждений. Ряд фирм, пытаясь произвести эффект на заказчика при решении данной задачи, выдают желаемое за действительное. Обнаруженные дефекты при дополнительном контроле трубопровода в шурфах представляются в дальнейшем как дефекты, которые были выявлены при БМД до вскрытия участка. На самом деле в настоящее время уровень развития БМД, как правило, не позволяет назвать заранее, до шурфовки, какой вид дефекта соответствует выявленной аномалии.

Попытка сделать классификацию магнитных аномалий с использованием только программного продукта «без головы» специалиста в настоящее время дает большую погрешность.

При обучении специалистов по БМД в НОАП «Энергодиагностика» даются рекомендации по отличительным признакам магнитных аномалий и диагностическим параметрам, позволяющим различать зоны максимальной концентрации напряжений (до начала развития повреждения) от зоны развивающегося коррозионного повреждения. Имеющиеся критерии позволяют выявлять дефектные сварные стыки и отличать их от стыков, находящихся в удовлетворительном состоянии.

При расшифровке магнитограмм необходимо учитывать специфические условия и конструктивные особенности обследуемых трубопроводов. Например, условия эксплуатации и, соответственно, состояние газопроводов, находящихся в южных районах страны, заметно отличаются от газопроводов на севере.

Еще большие отличия имеют трубопроводы с разным технологическим назначением. Например, теплопроводы, имеющие принципиально разные условия самоком-

пенсации и специфические опорные конструкции по сравнению с магистральными газопроводами, как правило, дают заметные различия в магнитограммах, фиксируемых при БМД.

Учитывая технологические особенности трубопроводов, необходима разработка методических указаний по БМД.

30-летний опыт развития метода магнитной памяти металла (МПМ) при диагностике труб поверхностей нагрева энергетических котлов, различного рода технологических трубопроводов, в том числе и газонефтепроводов, показывает, как сложно, например, отличить коррозионно-усталостное повреждение, развивающееся изнутри трубопровода, от аналогичного повреждения, развивающегося снаружи. Кроме того, во многих случаях образовавшееся повреждение или стресс-коррозионная трещина снимает уровень напряжений. В этом случае необходим подробный анализ всех трех компонент измеряемого магнитного поля. Следует также отметить, что, для того чтобы развивать БМД в целях оценки напряженно-деформированного состояния (НДС) и повреждений газонефтепроводов, необходимо изучить физические основы метода МПМ и новые, не изученные ранее положения по механике и физике деформирования и разрушения.

Многочисленные экспериментальные работы, проведенные в лабораторных и промышленных условиях, развивая метод МПМ, выявили ряд не изученных ранее эффектов в области магнетизма и сопротивления деформированию металла [2, 3]. Не изучив основы взаимодействия силовых и слабых магнитных полей (как правило, это поле Земли) в металлах, невозможно эффективно развивать БМД.

В заключение хотелось бы отметить следующее.

Основной задачей всех методов и средств диагностики при оценке состояния газонефтепроводов, находящихся в длительной эксплуатации, является поиск (или определение) потенциально опасных

участков с развивающимися повреждениями. Результатом обследования должен быть ответ на вопрос: где и когда следует ожидать повреждения или аварии, что обеспечивает возможность своевременной замены или ремонта потенциально опасного участка. Именно на решение этой задачи направлено применение БМД в сочетании с дополнительным контролем трубопроводов (УК, вихретоки и др.) в шурфах, определяемых БМД. При этом у заказчика возникает вопрос о возможности распространения результатов непосредственного контроля трубопроводов в шурфах на всю протяженность трассы, где применялась только БМД. В ответе на этот вопрос проявляется мера ответственности специалистов, выполнявших БМД, перед заказчиком за результаты контроля. В зависимости от меры ответственности определяется стоимость такой комплексной диагностики.

Говоря о перспективах развития БМД, следует отметить следующее.

В России находится в эксплуатации около 300 тыс. км трубопроводов различного технологического назначения. Срок службы большинства трубопроводов достиг 30 лет и более. Диагностика состояния трубопроводов с использованием внутритрубных дефектоскопов, имеющая свои недостатки, в настоящее время охватывает незначительную часть в общей протяженности трубопроводов. Кроме того, большая часть трубопроводов не приспособлена для прохождения внутритрубных дефектоскопов.

Вскрытие грунта в целях оценки состояния трубопроводов по всей их протяженности, особенно в городских условиях, представляется сложным и дорогостоящим мероприятием. Выборочные шурфовки «наугад» (например, через каждые 500 м по рекомендации инструкций), как показывает практика, малоэффективны без оценки фактического напряженно-деформированного состояния трубопроводов. Кроме того, такой выборочный контроль дает оценку всего 2–3 % общей протяженности трубопроводов.

Появление метода магнитной памяти металла в 90-е гг. прошлого века, его признание на уровне национальных и международных стандартов [4–6] и развитие бесконтактной магнитометрической диагностики на его основе с конца 90-х гг. и в начале 2000-х гг. создало уникальную возможность решить проблему оценки состояния протяженных трубопроводов (со 100%-ным охватом), находящихся в эксплуатации на территории России. Рассматриваемая технология БМД, родившаяся в России, получает все большее распространение и в других странах. Например, специалисты ООО «Энергодиагностика» ежегодно выполняют договорные работы по БМД трубопроводов в Польше, Чехии, Аргентине, Китае и других странах, а специалисты ООО «Транс-кор» ведут уже на постоянной основе такие работы в зарубежных странах.

Российские и зарубежные компании, в собственности которых находятся многокилометровые участки газонефтепроводов, теплопроводов, водоводов и других трубопроводов, получив возможность реальной оценки их состояния с использованием технологии БМД, ежегодно выставляют на тендер десятки тысяч километров трубопроводов.

В этих условиях нельзя не отметить появление на рынке услуг диагностических фирм, которые, не обременяя себя освоением указанных сложностей БМД, в погоне за прибылью предлагают заказчикам быстро решить проблему оценки фактического состояния трубопроводов за сравнительно низкую цену и в короткий срок. Заказчику следует помнить, что только результаты дополнительного контроля в шурфах, намеченных предварительно по БМД, могут объективно подтвердить или опровергнуть эффективность работы диагностической фирмы.

На данном этапе рекомендуется требовать от специалистов диагностической фирмы удостоверения об аттестации по методу МПМ и БМД в соответствии с ПБ-440 Ростехнадзора.

Кроме того, крупным компаниям (ОАО «Газпром», ОАО «Лукойл», ТНК, Роснефть, газораспределительным, городским теплосетевым и водоснабжающим компаниям) рекомендуется проверять наличие у диагностических фирм руководящих документов по методике проведения БМД.

Перспектива развития технологии БМД зависит, с одной стороны, от эффективности и добросовестности диагностических фирм, совершенствования приборных комплексов и программных продуктов по обработке результатов контроля трубопроводов, а с другой стороны, от повышения требовательности к диагностическим фирмам со стороны заказчика по объективной оценке состояния трубопроводов на основе сравнения полученных результатов по БМД с дополнительным контролем в шурфах другими методами НК.

#### Библиографический список

1. Дубов А.А., Дубов Ал.Ан., Колокольников С.М. Метод магнитной памяти металла и приборы контроля: учеб. пособие. М.: ЗАО «Тиссо», 2008. 365 с.
2. Власов В.Т., Дубов А.А. Физические основы метода магнитной памяти металла. М.: ЗАО «Тиссо», 2004. 424 с.
3. Власов В.Т. Дубов А.А. Физическая теория процесса «деформация–разрушение». Часть I. Физические критерии предельных состояний металла. М.: ЗАО «Тиссо», 2007. 517 с.
4. ГОСТ Р ИСО 24497-1–2009. Контроль неразрушающий. Метод магнитной памяти металла. Часть 1. Термины и определения. М., 2009.
5. ГОСТ Р ИСО 24497-2–2009. Контроль неразрушающий. Метод магнитной памяти металла. Часть 2. Общие требования. М., 2009.
6. ГОСТ Р ИСО 24497-3–2009. Контроль неразрушающий. Метод магнитной памяти металла. Часть 3. Контроль сварных соединений. М., 2009.



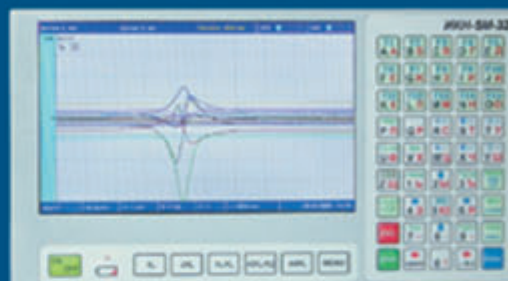
# Приборы для ранней диагностики повреждений оборудования, трубопроводов и конструкций с использованием метода магнитной памяти металла



ИКН-2М-8



ИКН-3М-12



ИКН-5М-32

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

Сертификат Ростехрегулирования  
RU.C.34.003.A №22258



ИКН-6М-8



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



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



## ООО "Энергодиагностика"

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



**МЕНТЮКОВА Виктория Евгеньевна**  
Маркетолог, ГК «Рентест», Нижний Новгород

Компания «Рентест» реализует инновационные проекты по поставке и производству оборудования в сфере неразрушающего контроля, который является ключевым элементом в системе промышленной безопасности на предприятиях разных отраслей промышленности. Компания принимает активное участие в российских и международных выставках, организует практические семинары в крупных городах страны, приглашая специалистов познакомиться с техническими характеристиками оборудования и деятельностью компании.

Рентгенотелевидение является одним из современных методов в системе неразрушающего рентгеновского контроля и позволяет оперативно и достоверно выявлять все возможные дефекты, возникающие при производстве и эксплуатации.

«Рентест» представляет на российском рынке качественно новые рентгенотелевизионные системы итальянской фирмы Bosello High Technology. Компания Bosello HT, основанная Альдо Бозелло в 1962 г., специализируется на производстве высокотехнологичного оборудования для неразрушающего контроля, преимущественно для рентгенокопии.

Bosello изготавливает рентгенотелевизионные промышленные установки от компонентов и программного обеспечения до готовых систем. Рентгенотелевизионные установки нового поколения — это передовые инновационные решения, широкий модельный ряд, высокое качество исполнения и воз-

можность применения промышленной компьютерной томографии. На сегодняшний день рентгенотелевизионные системы поставлены и успешно эксплуатируются на крупнейших предприятиях страны, таких как «Арзамасский приборостроительный завод» (Арзамас), «Машиностроительный завод» (Нижний Новгород), ФГУП РФЯЦ-ВНИИЭФ (Саров), ОАО «КАМАЗ» (Набережные Челны), ООО «Ал-стронг» (Минск) и многие другие.

В 2012 г. специалисты компании «Рентест» приняли участие в проекте модернизации Нижегородского авиастроительного завода «Сокол», входящего в Объединенную авиастроительную корпорацию (ОАК), что включало в себя разработку оборудования, производство по техническому заданию и его поставку.

Квалифицированные сотрудники компании «Рентест» осуществляют пусконаладочные работы оборудования, проводят сервисное обслуживание и обучение для персонала предприятия. Специалисты «Рентеста» регулярно посещают обучающие тренинги на производственной базе компании Bosello HT в целях повышения квалификации в работе с высокотехнологичным оборудованием.

Результатом совместной деятельности технических специалистов компаний «Рентест» и Bosello стали стационарные высокостабилизированные рентгеновские аппараты кабельного типа для промышленной радиографии и радиоскопии. Эти рентгеновские аппараты отвечают самым высоким требованиям, так как изготовлены на базе последних достижений в области высоковольтной техники. В аппаратах применены лучшие на сегодняшний день металлокерамические рентгеновские трубки производства швейцарской фирмы Comet.

Одним из направлений деятельности компании «Рентест» является конструирование и производство штативов, тележек, манипуляторов для рентгенаппаратов и камер радиационной защиты для обеспечения безопасности персонала при промышленной дефектоскопии. Данный вид деятельности

ведется на основании лицензии. Специалисты компании «Рентест» готовы реализовать проект любой сложности по индивидуальному техническому заданию заказчика.

В 2012 г. «Рентест» стал партнером Российского общества по неразрушающему контролю и технической диагностике (РОНКТД). Специалисты компании «Рентест» разделяют цели и задачи РОНКТД и надеются, что объединение усилий предприятий страны, производящих и потребляющих продукцию и услуги, обеспечивающие контроль качества и безопасности, будет способствовать прогрессу в области неразрушающего контроля и технической диагностики.



*Международная промышленная выставка «Металлургия. Литмаиш'2012» (Москва)*



*VIII Международная выставка «Неразрушающий контроль и техническая диагностика в промышленности 2009» (Москва)*



*VIII Международная выставка алюминиевой промышленности «METEF 2010» (Брешия)*



We measure it.



## Чтобы свет не погас.

**Тепловизор testo 885 для неразрушающего контроля в электроэнергетике.**

- Технология SuperResolution для улучшения качества термограмм (640 x 480 пикселей)
- Температурная чувствительность < 30 мК
- Автоматическое распознавание объектов измерения, соотнесение и сохранение тепловых снимков



**ИВАНОВ**  
**Сергей Владимирович**  
Генеральный директор  
ООО «ВиброСпектр», Москва

В мире современных технологий одной из важнейших областей является диагностика промышленного оборудования, его работоспособности, выявления на ранних стадиях дефектов и, соответственно, предотвращения аварий и техногенных катастроф. Уже сегодня множество систем управления включают в себя в том или ином виде системы диагностики. Разработаны различные регламенты проведения диагностических работ.

Одним из направлений диагностирования является вибродиагностика. В процессе контроля этим методом исследуют временные сигналы, или спектр вибрации, при этом анализируют три параметра: *виброскорость, виброперемещение, виброускорение*.

Обычно в систему закладывают не совокупность анализа всех параметров, а выбирают какой-то один. Это определяется спецификой работы оборудования и возложенных на систему задач, а также в какой-то мере и влиянием человеческого фактора – проектанта системы и заказчика.

Основу вибродиагностики составляют виброметры, т.е. что и как измеряется, и сам объект диагностирования. Симбиоз указанных понятий и воплощается в системах вибродиагностики.

Все системы диагностики можно классифицировать на:

- 1) стационарные;
- 2) переносные.

В свою очередь вторую группу можно разделить на две подгруппы:

- системы;
- приборы.

**Стационарные системы** вибродиагностики характеризуются прежде всего тем, что дают возможность пользователю в режиме реального времени получать

информацию об образовании, наличии и развитии различных дефектов, об их влиянии на работоспособность диагностируемого оборудования. Такие системы устанавливаются как изначально, при создании (производстве) того или иного оборудования, механизма, установки, так и комплектуются впоследствии, в процессе эксплуатации. Примером изначально устанавливаемыми системами вибродиагностики являются различные пилотируемые объекты (авиалайнеры, вертолеты). Другое представляющее повышенную опасность для человека оборудование (например, турбинное, компрессорно-насосное оборудование на опасных производствах, в том числе и тепло-, гидро-, атомных электростанциях, различных перерабатывающих производствах) оснащается стационарными системами вибродиагностики впоследствии, уже в реальном производстве в период технологического обслуживания (текущего или капитального ремонта).

Указанные системы всегда многофункциональные и многоуровневые, немаловажным их достоинством является продление с их помощью межремонтного периода обследуемого объекта. Но эти системы имеют немаловажную, с нашей точки зрения, отрицательную сторону – они очень дорогостоящие как при их создании, так и в процессе эксплуатации, так как они сами требуют технического обслуживания и проведения регламентных работ, а также диагностики их работоспособности.

**Переносные системы** диагностики отличаются от стационарных тем, что они менее сложные и, соответственно, менее финансовоёмкие, но при этом фактически имеют ту же функциональную схему, что и стационарные.

Принципиально все функциональные схемы вибродиагностики можно свести к одной упрощенной:

- 1) блок диагностируемого оборудования;
- 2) первичные устройства (акселерометры и прочие датчики);
- 3) обрабатывающие устройства (усилители, трансмиттеры, контроллеры плюс серверы);
- 4) рабочие станции операторов.

Необходимо отметить, что стационарные системы вибродиагностики, входя в систему управления, выполняют функции и защиты, подавая сигнал о дефектах, а также команду на останов оборудования.

Одним из основных элементов системы вибродиагностики является первичное устройство, которое непосредственно крепится на узлах диагностического оборудования, например на узлах подшипника. Ни одна система без данного элемента не жизнеспособна.



Компания «ВиброСпектр» была создана в 2006 г. одним из ведущих специалистов в области вибродиагностики доктором технических наук Георгием Владимировичем Зусманом, автором более 25 патентов и 100 научных публикаций. Основными направлениями деятельности указанной компании являются разработка различных датчиков и акселерометров, а также поставка таких приборов как собственного производства, так и ведущих мировых производителей для потребителей на российском рынке и на рынках стран СНГ.

Компания «ВиброСпектр» разработала и довела до промышленного потребления следующую продукцию:

- A117** – акселерометр с выходом по напряжению с рабочей температурой 250 °С и частотным диапазоном 10 Гц – 10 кГц;
- T318** (другое наименование **КД6407**) – датчик виброскорости с выходом 4 – 20 мА, питанием по петле, с двух- и трехконтактными разъемами и с интегрированным кабелем;
- A117V** – датчик виброскорости с выходом по напряжению с рабочей температурой 250 °С;
- H907** – калибратор вихретоковых каналов, который позволяет снять характеристику вихретокового канала, оценить его нелинейность, показать на экране компьютера.

Одним из основных недостатков систем вибродиагностики блока первичных устройств – датчиков, акселерометров является не только то, что они подлежат периодической поверке с необходимым их снятием при этом с оборудования, а в том, что во время их эксплуатации, т.е. при диагностировании объектов с их помощью, рабоче состояние самих этих устройств в какой-то степени неизвестно. Особенно эта проблема актуальна, когда датчик или акселерометр установлен либо в труднодоступном месте, например в авиалайнере в системе управления закрылками, либо не только или не столько труднодоступных, сколько опасных для человека местах, например с повышенным радиоактивным фоном, на атомных станциях, на атомоходах и т.п.

Поверочный период у данных приборов составляет от 1 до 3 лет.

Но, как было отмечено, никакой гарантии реальной работоспособности указанных приборов в режиме он-лайн у пользователя нет, так как фактически идет односторонний сигнал.

Компания «ВиброСпектр» уже сегодня решила данную проблему, создав опытно-промышленный образец датчика, который в режиме реального времени, без снятия с диагностируемого оборудования выполняет самодиагностику, подавая одновременно сигналы как о состоянии диагностируемого оборудования, так и о своем состоянии. При его применении проверяется весь канал, а не отдельные его части.

Преимущества указанного датчика по сравнению с имеющимися неоспоримы. Он рассчитан на десяти-

летний период непрерывного использования. В настоящее время разработка данного датчика закончена и проводятся окончательные испытания.

Внедрение указанного датчика, как ни громко это звучит, даст новый импульс развитию и производству датчиков и акселерометров.

Компания «ВиброСпектр» с момента создания является официальным дистрибьютором компании PCB Group (США), мирового производителя различных промышленных акселерометров, датчиков и реле вибрации, первичных преобразователей вибрации, переносных приборов и других продуктов, которые имеют высокую степень защиты от неблагоприятных воздействий промышленной среды, выполнены во взрывозащищенном исполнении и предназначены для применения в непрерывных системах онлайн-мониторинга и диагностики вибрации подшипников, компрессоров, вентиляторов, градирен, коробок передач, редукторов, электродвигателей, насосов, турбин и прочего оборудования с вращательно-поступательным движением составных узлов и деталей. Наиболее востребована следующая продукция компании PCB Group:

- 603** – недорогие акселерометры с ICP-интерфейсом и двухконтактным разъемом, с частотным диапазоном 0,5 Гц – 10 кГц;
- 608** – недорогие акселерометры с ICP-интерфейсом, с частотным диапазоном 0,5 Гц – 10 кГц с интегрированным кабелем;
- 686B01** – вибровыключатель с настраиваемым порогом срабатывания, с настраиваемыми гистерезисом и задержкой включения. Он может быть использован для коммутации как постоянного 24...30 В, так и переменного – до 220 В напряжения;
- 480-я и 482-я** серии преобразователей используется для питания ICP-датчиков.

Кроме этого PCB Piezotronics производит большое количество ICP- и токовых датчиков вибрации, ICP-датчик пульсации давления, стенды для испытаний и калибровки датчиков вибрации и давления и многое другое.

Кроме систем в вибродиагностике применяют различные переносные приборы, например производства чешской компании Adash, дистрибьютором которой является компания «ВиброСпектр». В настоящее время проходят сертификацию приборы серии A4900 (A4900-Vibro III, A4910-Lubri).

#### Прибор A4900-Vibro III:

- позволяет проводить все базовые вибродиагностические измерения, такие как оценка состояния подшипников, смазки и определение механических неисправностей. Многие измерения прибор проводит автоматически;
- содержит уникальную экспертную систему, разработанную компанией Adash, которая автоматически определяет неисправности оборудования;



Adash A4900-Vibrio III



Adash A4910-Lubri



Adash A4400-VA 4 Pro

- поставляется как полная система, включающая в себя качественный пьезоэлектрический датчик, магнит и спиральный кабель для промышленного использования.

**A4910-Lubri** – это заводской инструмент, используемый для контроля и управления процессом смазки, измеряет текущий уровень смазки подшипников и информирует оператора, когда уровень смазки оптимален.

Применение A4910-Lubri продлит жизнь подшипников и предотвратит излишние траты смазки. Для прослушивания состояния подшипников могут быть подключены наушники. A4910-Lubri прост в обращении, а также позволяет проводить основные измерения и диагностику состояния подшипников.

**A4400-VA4 Pro** – уникальный прибор для диагностики вибрации машин, имеет модули для анализа, сбора данных и записи вибрационных сигналов. Также прибор усовершенствован модулями для динамической балансировки, измерения разгона и выбега, контроля и проверки уровня смазки и прослушивания вибрационных сигналов через стетоскоп. Прибор оснащен разработанной компанией Adash экспертной системой, которая автоматически обнаруживает дефекты машины.

**A4400-VA4 Pro** включает в себя:

- анализатор;
- модуль сбора данных;
- модуль измерения разгона/выбега;
- модуль балансировки;
- модуль записи сигнала;
- стетоскоп;
- FASIT – экспертную систему;
- модуль контроля смазки;
- октавный анализатор.

**DDS – Digital Diagnostics System.** Система программного обеспечения DDS представляет собой мощное средство для хранения и оценки данных вибрационной и технической диагностики. Она позволяет пользователю подключиться и работать с данными, собранными на портативное устройство, или в режиме он-лайн. В полной конфигурации система включает в себя весь необходимый функционал для перемещения, оценки, анализа и хранения данных. Благодаря используемым стандартам Windows работа с программой очень проста и понятна. Единая база данных для портативных устройств и он-лайн-систем – уникальная особенность DDS. Дополнительные приборные интерфейсы позволят пользователю подключить все измерительные приборы, поставляемые компанией Adash, в единую базу данных. Это сохранит деньги и время пользователя. Система DDS также полностью поддерживает измерение маршрутов.

Контакты ООО «ВиброСпектр»  
Тел. 8 (499) 374-58-45, 8(499) 374-59-52  
E-mail: [info@vibraspectrum.ru](mailto:info@vibraspectrum.ru)  
[www.vibraspectrum.ru](http://www.vibraspectrum.ru)





**Г.С. Шелихов**

## **МАГНИТОПОРОШКОВЫЙ КОНТРОЛЬ ИЗДЕЛИЙ**



**770 руб.**

Под общей редакцией академика РАН В.В. Клюева

**ISBN 978-5-4442-0017-9. Формат - 60x90 1/8, 176 страниц, год издания - 2013.**

Изложены физические основы и технология магнитопорошкового контроля в вопросах и ответах. На каждый вопрос дан один правильный ответ в виде рисунка, схемы или фотографии.

Дано большое количество фотографий индикаторных рисунков, образуемых осаждением порошка над различными дефектами. Рассмотрены схемы и фотографии индикаторных рисунков над мнимыми дефектами и даны способы их расшифровки. Всего в книге содержится более 400 рисунков и фотографий.

Указаны области применения и технические характеристики магнитопорошковых дефектоскопов и приборов, выпускаемых на отечественных предприятиях.

Изложены методики, которые были разработаны и применены при контроле деталей авиационной техники в условиях производства, ремонта и эксплуатации.

Изложенный методический материал соответствует требованиям стандарта по магнитопорошковой дефектоскопии.

Пособие предназначено для специалистов, занимающихся магнитопорошковым контролем различных объектов. Оно может быть использовано при подготовке специалистов по магнитным методам контроля I-III уровней в соответствии с международной системой квалификации по неразрушающему контролю.

**Зйнав И., Артемьев Б., Азизова Е., Азизова А.**

## **НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**



**770 руб.**

Под общей редакцией академика РАН В.В. Клюева

**Учебное пособие. ISBN 978-5-4442-0016-2. Формат - 60x90 1/16, 312 страниц, год издания - 2012.**

*Допущено Учебно-методическим объединением вузов по образованию в области автоматизированного машиностроения (УМО АМ) в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки «Автоматизация технологических процессов и производств (строительная отрасль)»*

В книге изложены основы и представлены области применения методов неразрушающего контроля (НК) в строительстве, рассмотрены физические основы, методы измерения параметров, а также оборудование и технологии НК. Значительное внимание уделено структуре и элементной базе системы НК, методам и средствам визуального, радиационного, магнитного и ультразвукового контроля, тензометрии. Приведены элементы техники контроля натяжения арматуры и геолокации, национальные стандарты по методам НК.

Книга может быть использована в качестве пособия для подготовки студентов и специалистов, обучающихся по направлениям технической диагностики, контроля качества и безопасности изделий и конструкций.

Рекомендуется для подготовки к аттестации специалистов 1-, 2- и 3-го уровней НК по международной и европейской системам аттестации, а также в качестве базового материала для дистанционного обучения специалистов по НК.

**В.П. Вавилов**

## **ИНФРАКРАСНАЯ ТЕРМОГРАФИЯ И ТЕПЛОВЫЙ КОНТРОЛЬ**



**880 руб.**

Издание 2-е, исправленное и дополненное

**ISBN 978-5-4442-0013-1. Формат - 70x100 1/16, 544 страницы (24 с. цветная вкладка), год издания - 2013.**

Рассмотрены физические модели теплового контроля (ТК), теплопередача в дефектных и бездефектных структурах, теплофизические свойства материалов, оптимизация процедур ТК, тепловая дефектометрия, обработка данных в ТК, системы активного и пассивного ТК, элементы статистической оценки данных и принятия решений, области применения ТК, аттестация специалистов в области ТК, нормативные документы, типовая программа подготовки персонала по ТК и рекомендуемые вопросы общего экзамена по ТК.

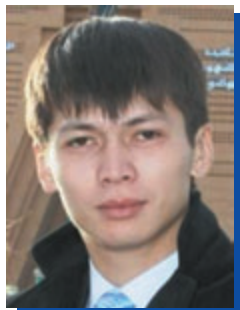
Для специалистов промышленности, работников служб контроля, эксплуатации и ремонта, а также для научных работников, преподавателей и студентов вузов.



# ОРГАНИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА НАСОСНО-КОМПРЕССОРНЫХ И ОБСАДНЫХ БЕСШОВНЫХ ТРУБ В КАЗАХСТАНЕ



**БОГОМОЛОВ**  
**Алексей Витальевич**  
Канд. техн. наук,  
доцент Павлодарского  
государственного  
университета  
им. С. Торайгырова



**ЖАКУПОВ**  
**Алибек Ныгматуллович**  
Магистрант,  
старший преподаватель  
Павлодарского  
государственного  
университета  
им. С. Торайгырова



**САПИНОВ**  
**Руслан Викторович**  
Начальник чистовых линий  
трубопрокатного  
производства,  
Павлодарский филиал  
TOO KSP Steel

Одним из промышленных предприятий, использующих современные методы контроля труб, является единственный на территории Казахстана трубопрокатный завод по производству бесшовных горячекатаных труб – Павлодарский филиал TOO KSP Steel (рис. 1), запущенный в производство в декабре 2007 г. Павлодарский филиал TOO KSP Steel – это предприятие с заверненным

циклом производства, которое включает в себя: сталелитейный цех, участок горячего проката, участок отделки, участок неразрушающего контроля и участок финишной обработки труб. Завод управляет всей производственной цепочкой – от сырья до готовой продукции. Сортамент производимой продукции (рис. 2) – это нефтегазопромысловые трубы с диапазоном наружного диаметра

от 2 3/8" (60,3 мм) до 13 5/8" (346,1 мм) и нефтепроводные трубы с наружным диаметром в пределах от 2 3/8" (60,3 мм) до 10 3/4" (273,1 мм).

Согласно технологической схеме производства (рис. 3) трубы проходят четыре вида неразрушающего контроля (табл. 1), что полностью предотвращает попадание дефектной трубы на склад готовой продукции и улучшает



Рис. 1. Павлодарский трубопрокатный завод ПФ TOO KSP Steel



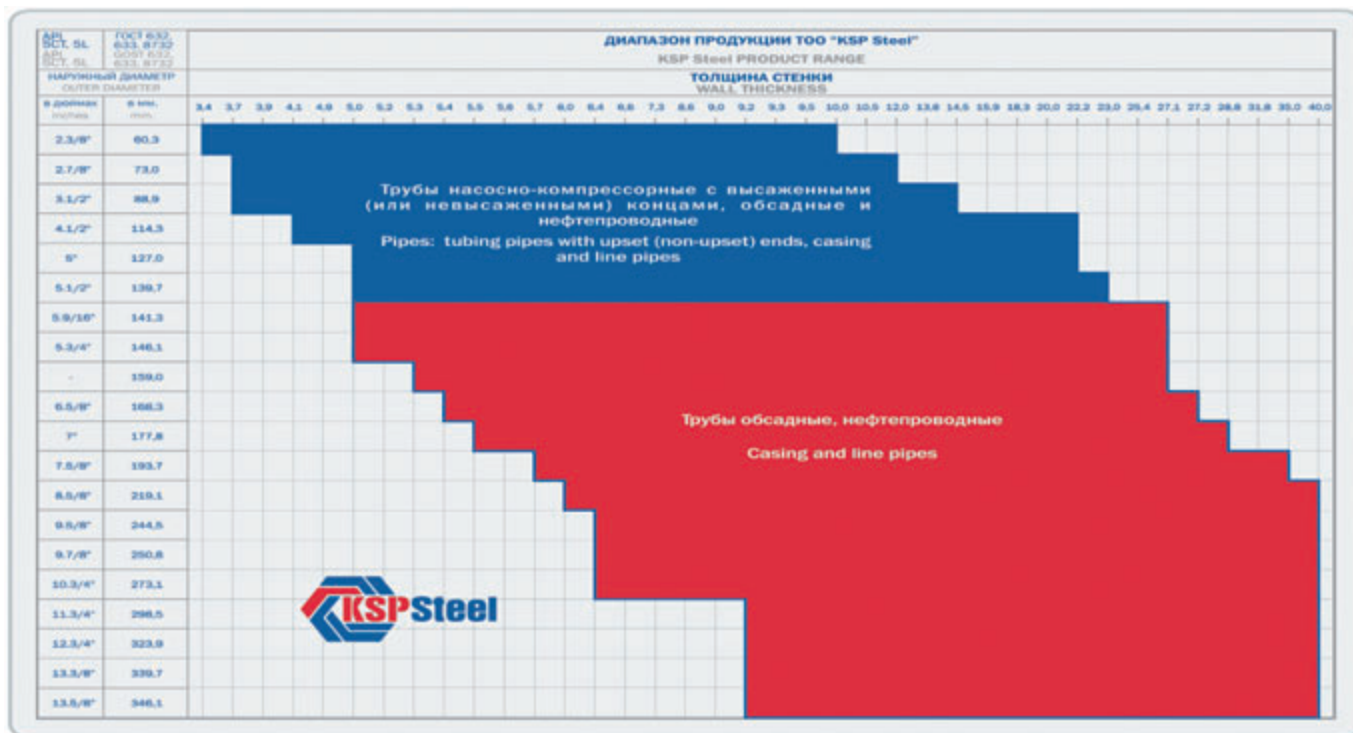


Рис. 2. Сортамент продукции ПФ ТОО KSP Steel

качество отгруженной потребителю продукции. Качество является одной из объективных характеристик продукции и представляет собой совокупность свойств, необходимых и достаточных для удовлетворения требований потребителя.

Применение неразрушающего контроля к бесшовным трубам имеет ряд причин:

- резко повышает эффективность контроля;
- улучшает качество товарной продукции;
- оказывает благоприятное, стабилизирующее влияние на технологию производства;

- позволяет заказчику при покупке бесшовных труб с использованием современных методов неразрушающего контроля оценить возможности производителя;
- является обязательным элементом технологического цикла.

Контроль изделия начинается с визуально-измерительного контроля, который считается удобным и эффективным способом выявления различных дефектов труб. По сравнению со многими другими методами визуальный контроль легко применим и относительно недорог. Он проводится с использованием простейших измерительных средств. Недостатком визуаль-

но-измерительного контроля является человеческий фактор – физическое и эмоциональное состояние контролера, утомляемость и т.д.

Метод магнитопорошкового контроля используется на линиях нарезки резьбы и снятия фаски. Именно этим методом проверяют концевые участки труб, не охватываемые электромагнитным и ультразвуковым методами контроля. Магнитопорошковый метод основан на выявлении магнитных полей рассеяния, возникающих над дефектами в трубе при ее намагничивании, с использованием в качестве индикатора ферромагнитного порошка или магнит-

### 1. Виды и применение неразрушающего контроля

Вид неразрушающего контроля	Место проведения контроля	Объект проведения контроля
Визуально-измерительный	<ul style="list-style-type: none"> <li>• После линии горячего проката</li> <li>• C1, C2, C9 – линии контроля качества труб</li> <li>• C4 – линия высадки труб</li> <li>• C5, C6, C7 – линии финишной обработки труб</li> <li>• C8 – линия производства муфт</li> </ul>	Тело и концы труб, муфта
Магнитопорошковый	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C4 – линия высадки труб</li> <li>• C5, C6, C7 – линии финишной обработки труб</li> <li>• C8 – линия производства муфт</li> </ul>	Концы труб 500 мм, муфта
Электромагнитный	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C1, C2, C9 – линии контроля качества труб</li> </ul>	Тело трубы без концов 300 мм
Ультразвуковой	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C1, C2, C9 – линии контроля качества труб</li> </ul>	Тело трубы без концов 300 мм

МЕТОДЫ, ПРИБОРЫ, ТЕХНОЛОГИИ

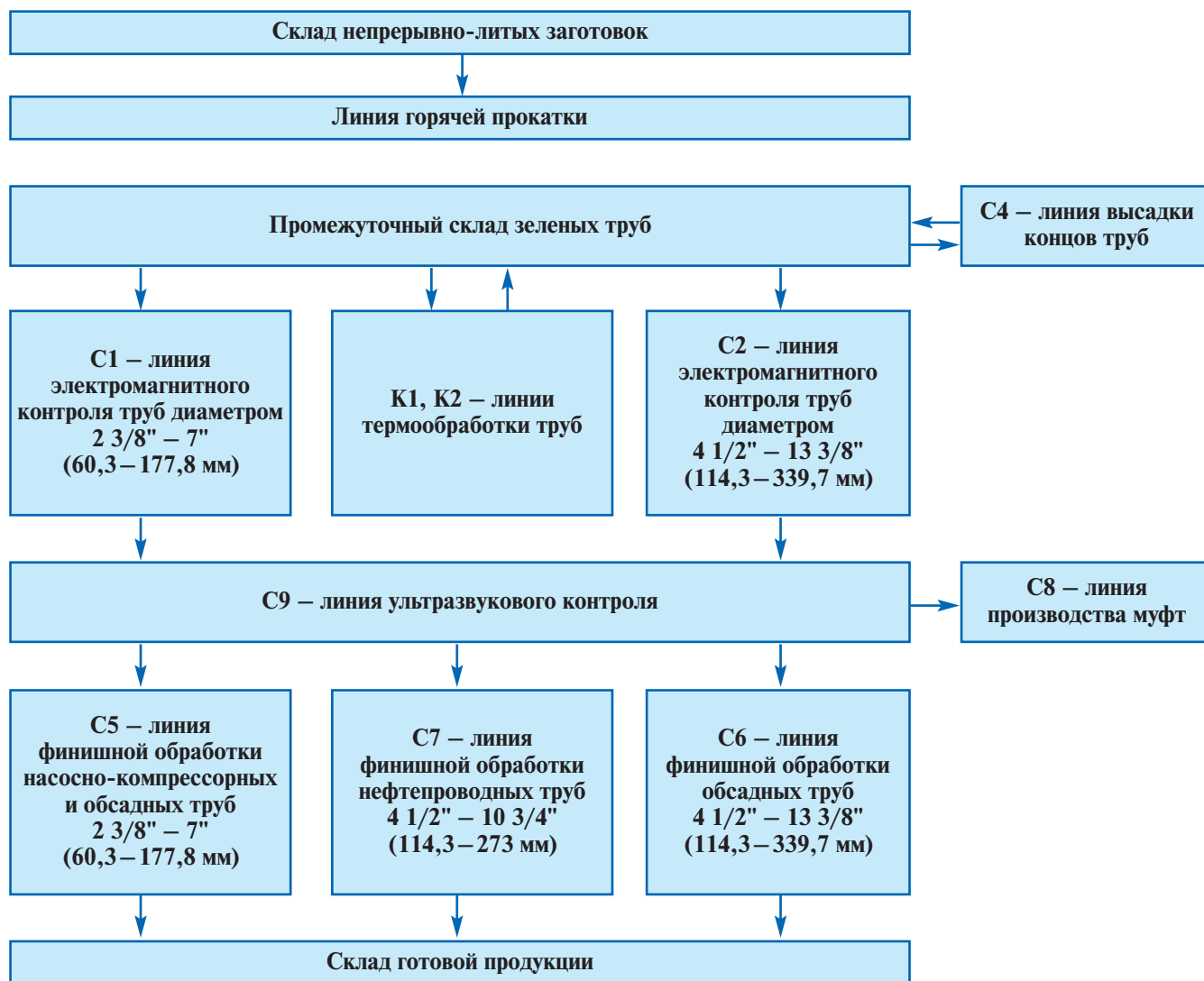


Рис. 3. Технологическая схема производства труб

ной суспензии, магнитные частицы которых имеют свойство концентрироваться на неоднородностях магнитного поля объекта. Данные неоднородности обусловлены наличием в изделии дефектов. Известны два метода магнитопорошкового контроля – с применением порошка (сухой метод) и с применением специальной магнитной суспензии (мокрый метод). В зависимости от форм, размеров, магнитных свойств исследуемой детали и наличия на ней немагнитного покрытия возможен как контроль на остаточной намагниченности, так и контроль в приложенном поле. Этот метод среди других методов магнитного контроля нашел наибольшее применение. Высокая чувствительность, уни-

версальность, относительно низкая трудоемкость контроля и простота – все это обеспечило ему широкое применение в промышленности. Основным недостатком данного метода является сложность его автоматизации.

Электромагнитный метод контроля, проводимый на линиях С1 и С2 (рис. 4), основан на анализе взаимодействия внешнего электромагнитного поля с электромагнитным полем вихревых токов, наводимых возбуждающей катушкой в электропроводящем объекте контроля этим полем. В качестве источника электромагнитного поля используют индуктивную катушку. Импульсный ток, действующий в катушке, создает электромагнитное поле, которое воз-

буждает вихревые токи в электромагнитном объекте. Электромагнитное поле вихревых токов воздействует на катушки преобразователя, наводя в них ЭДС. Регистрируя напряжение на катушках, получают информацию о свойствах объекта и о положении преобразователя относительно него. Особенность электромагнитного контроля в том, что его можно проводить без контакта преобразователя и объекта. Их взаимодействие происходит на расстояниях, достаточных для свободного движения преобразователя относительно объекта (от долей миллиметров до нескольких миллиметров). Поэтому этим методом можно получать хорошие результаты контроля даже при высоких скоростях



движения объектов. Электромагнитный метод применяется для контроля качества электропроводящих объектов. Приборы и установки, реализующие электромагнитный метод, широко используются для обнаружения несплошностей материалов, определения физико-механических параметров и структурного состояния металла.

Ультразвуковой контроль в линии С9 основывается на возможности ультразвука распространяться в металле трубы, отражаясь от границ материала и внутренних дефектов. Звуковые волны в однородном материале при ультразвуковом контроле не изменяют траектории движения. Контроль бесшовных труб основан на том, что различные включения в металле часто содержат воздух, который имеет большее удельное акустическое сопротивление в сравнении с металлом. В результате за эти включения волны почти не проходят. Разрешение проводимого ультразвукового метода дефектоскопии определяется длиной звуковой волны: при размере препятствия меньше четверти длины волны волна от него практически не отражается. Излучение ультразвука проводят с помощью специального резонатора, который преобразует электрические колебания в акустические и вводит их в исследуемый материал. При этом отраженные сигналы преобразуются в электрические. Именно они и регистрируются затем измерительными цепями. К недостаткам метода относится использование пьезоэлектрических преобразователей, которые требуют подготовки поверхности для ввода ультразвука в металл, в частности создания определенной шероховатости поверхности. Ввиду большого акустического сопротивления воздуха малейший воздушный зазор может стать непреодолимой преградой для ультразвуковых колебаний. Для устранения воздушного зазора на контролируемый участок изделия предварительно наносят контактную жидкость, такую как вода.

Контроль качества термически обработанных труб проводят в целях выявления после закалки и



Рис. 4. Линия электромагнитного контроля качества

отпуска на линиях термообработки К1, К2 таких дефектов, как закалочные трещины, повышенное окалинообразование и др. Для обеспечения эффективного контроля качества после линий термообработки трубы проходят электромагнитный контроль на линиях С1, С2 в автоматическом режиме на оборудовании фирмы Tuboscope (США).

По требованию потребителя после линий С1, С2 термообработанные трубы могут направляться на линию ультразвукового контроля С9. На данной линии трубы проходят более углубленный контроль тела трубы. Применение ультразвукового контроля снижает вероятность пропуска дефектов на последующую линию. Также преимущество данного вида контроля перед электромагнитным состоит в том, что проверка по толщине стенки проходит не в восьми точках по диаметру, а по всей окружности в поперечном сечении.

Окончательным и обязательным процессом контроля качества является проверка концов труб (около 500 мм) магнитопорошковым методом на оборудовании дефектоскопии Tiede (Германия) финишных линий обработки С5, С6, С7. Контроль концов труб – важный момент, так как именно здесь происходит нарезка резьбы (для нефте- и газопромысловых

труб) или фаски (для нефте- и газопроводных труб). Тем более что оборудование дефектоскопии на линиях контроля качества С1, С2, С9 не способно проверять участки концов труб (около 300 мм).

#### Применение оборудования для неразрушающего контроля

1. Электромагнитный контроль на линиях С1, С2 в автоматическом режиме на оборудовании фирмы Tuboscope (США) позволяет в процессе контроля трубы безошибочно обнаруживать поперечные, продольные, внутренние и наружные дефекты по всей длине трубы, а также измерять толщину стенки по четырем образующим. Каждый раз при обнаружении несоответствия относительно установленного уровня калибровки оборудование Tuboscope самостоятельно определяет участок возможного дефекта по окружности трубы с указанием местоположения дефекта на расстоянии от начала трубы. Тип дефекта устанавливают по комбинации цветов маркировки (табл. 2). Определенное сочетание цветов соответствует конкретному виду дефекта. Результаты прохождения трубы через оборудование неразрушающего контроля регистрируются и хранятся в электронной базе данных.

Далее трубы, в которых не были обнаружены дефекты на оборудовании неразрушающего электромагнитного контроля, проходят гидравлическое испытание с величиной давления в соответствии с требованием стандарта.

2. Ультразвуковой контроль в линии С9 проводят по требованию заказчика. Оборудование ультразвукового контроля имеет в своем составе систему вращения трубы. Совмещая линейное перемещение ультразвуковых датчиков с вращением трубы, достигается 100%-ная вероятность обнаружения наружных и внутренних дефектов, а также отклонений по толщине стенки трубы.

3. Магнитопорошковый контроль на линиях нарезки резьбы реализуется на оборудовании Tiede (Германия). Процесс магнитного контроля в общем виде выглядит следующим образом. Исследуемый участок трубы намагничивают, после чего покрывают магнитным порошком. Затем порошок оседает в местах дефектов, формируя тем самым их четкие «следы». Притягиваясь друг к другу и ориентируясь по магнитным силовым линиям поля, частицы порошка выстраиваются в цепочки и образуют рисунки в виде валиков, по которым и судят о наличии и сложности дефектов. Наибольшая вероятность выявления дефектов – при угле плоскости дефекта к направлению магнитного потока в 90°. С уменьшением данного угла чув-

## 2. Идентификация вида дефекта

Вид дефекта	Комбинация цвета	Комбинация цвета, применяемая на TOO KSP Steel
Заниженная толщина стенки	Цвет 1	Желтый
Превышение толщины стенки	Цвет 2	Синий
Наружный исправимый	Цвет 1 + цвет 3	Желтый + белый
Наружный неисправимый	Цвет 1 + цвет 4	Желтый + красный
Внутренний исправимый	Цвет 2 + цвет 3	Синий + белый
Внутренний неисправимый	Цвет 2 + цвет 4	Синий + красный

## 3. Сравнительный анализ применения неразрушающего метода контроля

Контролируемое изделие	Вид неразрушающего контроля			
	Визуально-измерительный	Магнито-порошковый	Электромагнитный	Ультразвуковой
Труба, %	2,238	0,624	0,134	0,005
Муфта, %	0,402	0,028	0,011	Не производится

ствительность снижается, что уменьшает вероятность обнаружения дефектов.

Выявление дефектов после применения неразрушающего контроля относительно объема выпуска бесшовных труб на предприятии TOO KSP Steel за последние 5 лет представлено в табл. 3.

Как видно из данных табл. 3, обнаружение дефектов после применения ультразвукового контроля практически сведено к нулю.

Каждый вид контроля имеет свои особенности: магнитопорошковый – недорог и прост в применении и оценке дефекта, электромагнитный – эффективен в производстве благодаря автоматизации и

высокой производительности, ультразвуковой – более точный и качественный контроль по сравнению с остальными, но соответственно, по этой причине и дорог. Поэтому использование нескольких методов неразрушающего контроля в комплексе позволяет практически полностью исключить попадание на склад готовой продукции дефектной трубы. Таким образом, комплексная организация современных методов неразрушающего контроля позволяет павлодарскому предприятию TOO KSP Steel быть конкурентоспособным среди предприятий-изготовителей бесшовных труб как на внутреннем рынке, так и на мировом.

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

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

#### Темы конференции

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

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



# ОПЫТ АТТЕСТАЦИИ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ТЕПЛОВОМУ КОНТРОЛЮ В РЕГИОНАЛЬНОМ АТТЕСТАЦИОННОМ ЦЕНТРЕ г. ТОМСКА



## БАВИЛОВ

**Владимир Платонович**

Вице-президент РОНКТД,

д-р техн. наук, проф.,

Институт неразрушающего контроля,  
Томский политехнический университет,  
Томск, Россия

Согласно «Правилам аттестации персонала в области неразрушающего контроля» (Постановление Ростехнадзора № 3 от 23 января 2002 г.) кандидат, проходящий аттестацию на I и II уровни, в том числе по тепловому контролю (ТК), сдает квалификационный экзамен, включающий в себя: 1) общий экзамен по физическим основам метода; 2) специальный экзамен по технологии контроля данным методом; 3) практический экзамен (с разработкой технологических карт или письменных инструкций для II уровня); 3) экзамен по проверке знаний правил безопасности. Срок минимальной подготовки по ТК составляет 40 часов для I уровня и 80 часов для II уровня.

В настоящей статье описана практика реализации указанных положений в Региональном аттестационном центре Томского политехнического университета.

Прежде всего, следует отметить общие особенности состоя-

ния ТК и аттестации специалистов.

- В области данного метода опыт преподавания и аттестации меньше, чем по большинству других методов, поскольку, несмотря на свою длительную историю, ТК материалов остается экзотическим методом для российской промышленности, а применение тепловизионной технической диагностики до последнего времени ограничивалось испытаниями электрооборудования и в некоторой степени строительных сооружений.
- Ситуация в области ТК стала существенно меняться в последние 5 лет. Возрастающий интерес к практическому применению метода и, соответственно, аттестации специалистов наблюдается прежде всего в строительстве и общей энергетике, поскольку связан с проблемой энергосбережения. Объективно такой интерес существовал всегда, но отсутствовала правовая база, которая бы побуждала заказчиков внедрять тепловизионные обследования. По-видимому, наивысшим достижением прошлых лет стало Постановление главы администрации г. Северска Томской области № 2418 от 6 ноября 1998 г. «О вводе в действие методики тепловизионного обследования в г. Северске и стопроцентной диагностике сдаваемых в эксплуатацию зданий». При этом следует отметить специфику г. Северска как закрытого территориального образования (ЗАТО), где воздействие местной власти на бизнес было гораздо более значительным, чем в «нормальных» городах.
- Принятие Федерального закона № 261-ФЗ (23 ноября 2009 г.) об энергосбережении и сопутствующего

приказа Минэнерго № 282 (19 апреля 2010 г.) стимулировали появление практически не существовавшего ранее рынка услуг по энергоаудиту строительных сооружений, что, в свою очередь, привело к взрывному росту спроса на недорогие тепловизоры. С этим удачно совпала техническая политика ведущих производителей по выпуску «бюджетных» тепловизоров стоимостью от 60 тыс. до 200 тыс. руб.

- На этом фоне продолжался рост интереса к тепловидению в нефтехимии, транспорте нефти и газа, а также угольной промышленности. Важно отметить, что с точки зрения выбора объекта аттестации (в ТПУ аттестация в области ТК проводится по объектам 1–9, 11, 12 перечня Ростехнадзора) тепловой метод привязан не столько к конкретной отрасли промышленности, сколько непосредственно к объектам тепловизионной съемки. Например, строительные сооружения (объект 11) могут быть предметом диагностики в любой отрасли промышленности, равно как и силовое электрооборудование, роль которого велика в отраслях, добывающих и транспортирующих нефть, газ и уголь.
- Поскольку подавляющее большинство аттестуемых работают в сфере промышленной технической диагностики, вопросам активного теплового контроля материалов, по крайней мере в ТПУ, уделяется немного внимания, даже если этот метод представляет наибольший научный интерес и является визитной карточкой лаборатории ТК Института неразрушающего контроля ТПУ.

На первом занятии слушатели курса по ТК получают: 1) лекции в

формате Power Point; 2) список экзаменационных вопросов специального экзамена по всем объектам; 3) описание лабораторных работ; 4) список нормативов в области ТК; 5) брошюру В.П. Вавилова «Тепловидение для инженеров» издания ТПУ; 6) РД-13-04–2006 «Методические рекомендации о порядке проведения теплового контроля технических устройств и сооружений, применяемых и эксплуатируемых на опасных производственных объектах» в качестве общего нормативного документа Ростехнадзора по тепловому методу.

Лекционный курс разделен на 4 части: 1) основы инфракрасной (ИК) техники; 2) тепловизоры и работа с ними; 3) обработка изображений и составление протоколов; 4) применение ТК в промышленности. Особое внимание уделено РД 153-34.0-20.363–99 «Основные положения метода ИК-диагностики электрооборудования и воздушных линий», РД 153-34.0-20.364–00 «Метод инфракрасной диагностики тепломеханического оборудования», СНиП 23-02–03 «Тепловая защита зданий», «Прейскуранту на экспериментально-наладочные работы и работы по совершенствованию технологии и эксплуатации электростанций и сетей», том 7, раздел 28 «Инфракрасный контроль состояния энергетического оборудования и сооружений» (М., 1992), а также ряду методических документов по контролю строительных сооружений, дымовых труб и объектов электротехники. Во всяком случае, независимо от объектов контроля, заявленных слушателями, основной лекционный материал относится к диагностике строительных сооружений и электротехнических установок. Поэтому содержание экзаменационных вопросов по общему и специальному экзаменам отличается определенной тавтологией, что объективно объясняется универсальностью теплового метода.

В последние годы в курсе лекций значительно расширен раздел, относящийся к освоению приемов работы с тепловизорами (использован опыт преподавания в между-

народном центре обучения инфракрасным технологиям – ИТС), в особенности введения корректирующих поправок – коэффициента излучения и отраженной температуры фона. Опыт полевых обследований показал, что учет, например, отраженной температуры дневного неба (до  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  в ясный зимний день) может снизить погрешности измерения истинных температур.

Аттестуемым специалистам предлагается выполнить ряд лабораторных работ, из которых основными являются: 1) определение коэффициента излучения и отраженной температуры фона) при тепловизионных измерениях; 2) обнаружение дефектов электрооборудования и влияние скорости ветра на дифференциальные температурные сигналы; 3) составление панорамных термограмм и определение сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции реального здания. Для проведения этих работ аттестационный центр располагает тремя портативными тепловизорами: ThermaCAM P65 (FLIR

Systems), TH-9100 (Nec Avio) и Testo-875 (Testo). В 2012 г. приобретена тепловизионная система высокого уровня FLIR SC7700M (FLIR Systems). На рис. 1 показаны стенды и термограммы первых двух лабораторных работ. Дополнительные лабораторные работы (при аттестации на II уровень) носят иллюстративный характер, демонстрируя возможности ТК при оптическом стимулировании коррозии в металлах и ультразвуковым стимулировании трещин в композиционных материалах.

Для составления вопросов общего и специального экзаменов использованы билеты ряда российских аттестационных центров, однако их содержание подвергается непрерывному улучшению в целях устранения неточностей и двусмысленностей, а также приближения к нуждам практики. В таблице приведены примеры таких вопросов, ответы на которые требуют знания как основ инфракрасной термографии, так и специфических аспектов отдельных областей применения ТК.

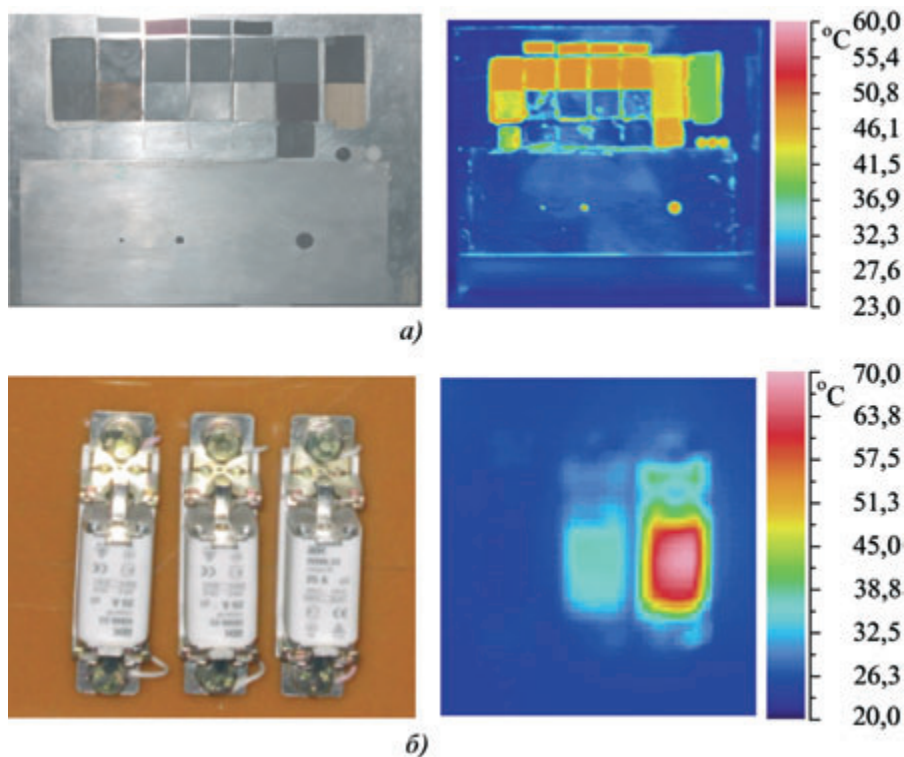


Рис. 1. Примеры лабораторных стендов по ТК: а – определение коэффициента излучения различных материалов и углового разрешения тепловизора (модель плоского абсолютно черного тела с образцами материалов и апертурами различного диаметра); б – обнаружение дефектов электрооборудования (панель с предохранителями под нагрузкой)



## Примеры экзаменационных вопросов по ТК

Вопрос и варианты ответов	Комментарий
<p><b>Общий экзамен</b>  Максимум солнечного излучения приходится на длину волны <math>\sim 0,5</math> мкм. Поэтому тепловизор со спектральной чувствительностью 7–14 мкм:</p> <p>а) не будет чувствителен к солнечной засветке  б) будет чувствителен к солнечной засветке, поскольку солнце излучает и в диапазоне чувствительности тепловизора  в) будет чувствителен к солнечной засветке, поскольку солнечное излучение нагревает поверхность объектов контроля  г) ответы б и в</p>	<p><i>Правильный ответ: г</i>  Экзаменуемый должен понимать комбинированное воздействие прямого (отраженного) солнечного излучения и собственного излучения тела, нагретого солнцем</p>
<p><b>Общий экзамен</b>  Температура окружающей среды <math>+20</math> °С. Рядом с объектом контроля находится другой объект большого размера с температурой <math>+60</math> °С. Для повышения точности измерения температуры оператор должен определить и ввести в тепловизор значение отраженной температуры фона, которое будет:</p> <p>а) равно <math>20</math> °С  б) равно <math>60</math> °С  в) находиться между <math>20</math> и <math>60</math> °С  г) равно <math>80</math> °С</p>	<p><i>Правильный ответ: в</i>  Экзаменуемый должен предугадывать порядок величины поправки на отраженную температуру фона для снижения погрешности измерений</p>
<p><b>Специальный экзамен. Объекты угольной промышленности</b>  Очаги самовозгорания на складах угля можно обнаружить тепловизором:</p> <p>а) по существенному изменению коэффициента излучения  б) по потоку выходящего теплого воздуха  в) по существенному изменению температуры  г) ответы а и в</p>	<p><i>Правильный ответ: в</i>  Коэффициент излучения угля близок к 1. Поток теплого воздуха в принципе тепловизором обнаруживается, но излучательные свойства воздуха существенно хуже, чем угля</p>
<p><b>Специальный экзамен. Строительные сооружения</b>  При обследовании здания в утренние часы средняя температура наружных стен оказалась ниже температуры окружающего воздуха. Наиболее вероятно, что:</p> <p>а) тепловизор вышел из строя  б) неверно введены значения расстояния до объекта и влажности атмосферы  в) произошло резкое повышение температуры окружающего воздуха, и здание в силу тепловой инерции «помнит» ночную температуру  г) ответ а или б</p>	<p><i>Правильный ответ: в</i>  Данный вопрос напоминает операторам-термографистам о возможной проблеме однократной тепловизионной съемки строительных объектов, когда «видимые» результаты противоречат ожидаемым (энергосбережение имеет смысл, если объект теплее окружающей среды)</p>
<p><b>Специальный экзамен. Оборудование электроэнергетики</b>  При тепловом контроле контактного соединения шины, характеризующейся существенным собственным нагревом в процессе эксплуатации, рекомендуется использовать критерий:</p> <p>а) абсолютной температуры  б) коэффициента дефектности  в) формы и размера дефектной зоны  г) ответы а и в</p>	<p><i>Правильный ответ: б</i>  При большой величине рабочего тока сама шина и контакт могут иметь высокую температуру, для учета которой следует сравнивать дефектный и бездефектный участки шины (использовать коэффициент дефектности)</p>

В качестве практического экзамена аттестуемые специалисты II уровня должны разработать письменные инструкции (технологические карты) по обследованию жилых зданий или обнаружению перегретых контактов электрооборудования. В качестве дополнительного материала могут быть представлены результаты собственных обследований, проведенных аттестуемыми, имеющими опыт тепловизионной диагностики.

## РЕКЛАМОДАТЕЛЯМ

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

### Размещение рекламы в журнале «Территория NDT»

Местоположение рекламного модуля	Занимаемое место на полосе (обрезной формат)	Стоимость размещения, руб. (без НДС)
<b>ОБЛОЖКА</b>		
2-я страница	1/1 (210 x 290 мм)	45 000
3-я страница	1/1 (210 x 290 мм)	35 000
4-я страница	1/1 (210 x 290 мм)	50 000
<b>МОДУЛЬ ВНУТРИ ЖУРНАЛА</b>		
1-я страница	1/1 (210 x 290 мм)	45 000
2-я страница	1/1 (210 x 290 мм)	40 000
Расположение по усмотрению редакции	1/1 (210 x 290 мм) 1/2 (210 x 145 мм) 1/3 (210 x 100 мм)	27 000 15 000 12 000
<b>СТАТЬЯ</b>		
Расположение по усмотрению редакции	1 страница 2 страницы 3 страницы	25 000 30 000 40 000

### Требования к принимаемым рекламным модулям

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

В 2013 году действует акция: при размещении рекламного модуля формата А4 рекламодателю предоставляется возможность опубликовать рекламную статью объемом до трех журнальных полос за 10 000 руб. (без учета НДС).

При покупке рекламных полос в трех номерах журнала предоставляется скидка 5%.

## АВТОРАМ

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

### Требования к принимаемым статьям

В редакцию предоставляются:

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

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

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

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

### КАК ПОДПИСАТЬСЯ НА ЖУРНАЛ

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

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

\* При доставке почтой стоимость услуги отправки почтой составляет 150 руб. за 1 экземпляр журнала. При заказе более двух номеров стоимость услуги уточните в редакции.

\*\* При самовывозе журнал предоставляется бесплатно.

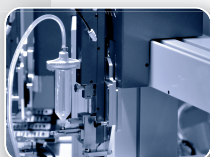
Самовывозом журнал получают в редакции журнала по адресу: **Москва, ул. Усачева, д. 35, стр. 1, офис 2319.**

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

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



Совместно с 10-й юбилейной выставкой **Aerospace Testing Russia**



# Industrial Testing & Control

Международная выставка  
**Промышленная диагностика  
и контроль**

**22–24 октября 2013**

Россия, Москва



[www.aerospace-expo.ru](http://www.aerospace-expo.ru)



Организатор: ITE Москва  
+7 (495) 935 7350, [aero@ite-expo.ru](mailto:aero@ite-expo.ru)

## Центр неразрушающего контроля и технического диагностирования (ЦНКТД)

ЦНКТД - новый проект ЗАО “МНПО “Спектр” в г. Климовск, рассчитанный на создание научно-производственного кластера, в котором смогут разместить свои офисы, лаборатории, учебные классы, производственные мощности, склады и сервисные центры компании, работающие в области НК. Общая площадь комплекса составит до 80 тыс. кв.м.

На территории есть возможность оборудовать полигоны для обучения и показа оборудования, авторемонтные мастерские для передвижных лабораторий, специализированные боксы и стенды.

В центре предлагается разместить постоянно действующую выставку средств НК на площади более 1000 кв.м. для всех участников проекта, конференц-залы, гостиницу как для посетителей и клиентов, так и для учащихся, столовую и кафе, магазины.

ЦНКТД предназначен в первую очередь для малого и среднего бизнеса, позволяя снимать помещения небольшой площади, в том числе для производства и склада. Арендная ставка для компаний НК гарантирована как минимум в 3-4 раза ниже московских цен.

ЦНКТД находится в прекрасной транспортной доступности как из Москвы (25 км), так и из регионов, поскольку находится на пересечении скоростного Симферопольского шоссе и ЦКАД, реконструкция которого начинается с участка в Климовске. В 800м расположена ж/д станция «Весенняя», Курского направления Московской железной дороги. Время в пути от ж/д станции “Царицыно” всего 30 минут.

А границы Новой Москвы теперь расположены в нескольких километрах от города.

ЦНКТД находится в непосредственной близости от Подольска и Климовска, исторически обладающими развитым научно-производственным потенциалом и профессиональными кадрами. Открывшиеся недавно рядом с нашим комплексом гипермаркет Глобус и баумаркет Лерой Мерлен, говорят о перспективности развития данного района.

Мы будем рады ответить на любые вопросы и приглашаем Вас стать участниками ЦНКТД!



**ЗАО “МНПО “Спектр”**  
**+7 495 411 99 00**  
**mnpo@spektr.ru**  
**www.spektr.ru**