

Территория NDT

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ

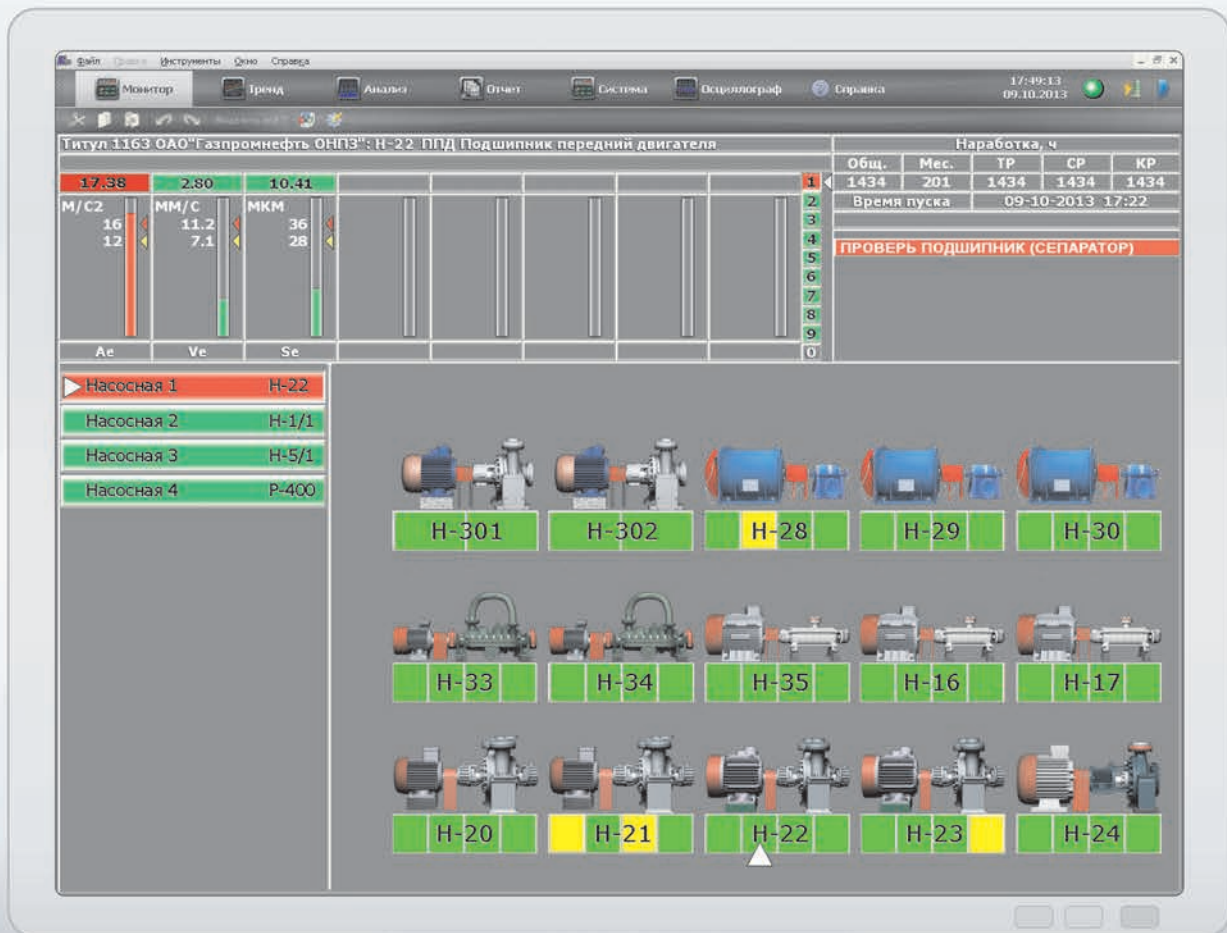
4, 2014

Октябрь – декабрь (12)

СИСТЕМА КОМПЬЮТЕРНОГО МОНИТОРИНГА ДЛЯ
ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ АВАРИЙ И КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ

КОМПАКС®

- 100% российский инновационный продукт, использующий на единой программно-аппаратной платформе комплекс методов НК: вибрационный, акустико-эмиссионный, электрический, акустический, вихретоковый, тепловой, оптический и др.



Патенты РФ и международные на изобретения, промышленные образцы и полезные модели: №2517772, 2337341, 2322666, 2397469, 2149374, 2113715, 2103668, 87933 и др. - всего более 60, а также более 45 Свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Статья в журнале: "Стандартизация в области диагностики и мониторинга поршневых компрессоров" с.28



СОВМЕСТНЫЙ ПРОЕКТ ОДИННАДЦАТИ НАЦИОНАЛЬНЫХ ОБЩЕСТВ ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ

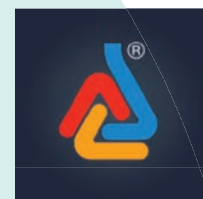
ВЫСТАВКА



МОСКВА 2015

ВЫСТАВКА СРЕДСТВ И ТЕХНОЛОГИЙ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

Даты проведения	3 - 6 марта 2015г.
Организатор	Российское общество по неразрушающему контролю и технической диагностике (РОНКТД)
Место проведения	Москва, Экспоцентр на Красной Пресне Павильон №2 Площадь более 5 700 кв. м
Партнерство	Пройдет в партнерстве с: <ul style="list-style-type: none">• 19-й Международной специализированной выставкой «Интерлакокраска – 2015»• 9-м Международным салоном «Обработка поверхности. Защита от коррозии»• 4-м Международным салоном «Специальные покрытия»
On-line бронирование	www.expo.ronktd.ru
Участники выставки*	CoNDTrol, Dino-Lite, Hangzhou Jinque Technology Company limited, Helling, Matrix, Megatech, ODU GmbH @ Co. KG, STARMANS, Авиапанорама, АКА-контроль, АКС, Алтек, В мире НК, Депо, Дефектоскопист.ру, Диагност, Железные дороги мира, Заводская лаборатория. Диагностика материалов, ИНТРОН ПЛЮС, ИЦ Физприбор, КИПиА инфо, КОНСТАНТА, Контроль. Диагностика, Крылья Родины, Наноиндустрия, НИИИН МНПО Спектр, НИКИМТ-Атомстрой, НПП Монотест, НПП ПРОМПРИБОР, НПЦ НК Кропус, НПЦ ЭХО+, НУЦ Качество, НУЦ Контроль и диагностика, НУЦСК при МГТУ им. Н.Э. Баумана, Олимпас Москва, ПЕРГАМ-ИНЖИНИРИНГ, ПромГруппПрибор, Просек-Рус, Рентгенсервис, Рентест, Российское атомное сообщество, РСП-Эксперт, ТД ЭСКО, ТЕККНОУ, Территория NDT, Территория нефтегаз, ТКС, Точка опоры, Химическая техника, Энергодиагностика, Юнитест.



3 - 6 МАРТА 2015, «ЭКСПОЦЕНТР» НА КРАСНОЙ ПРЕСНЕ

www.expo.ronktd.ru

info@ronktd.ru

ВЫСТАВКА



МОСКВА 2015

ТЕМАТИКА. УСЛОВИЯ. ПРЕИМУЩЕСТВА

- Участники – ожидается **более 100** ведущих российских и зарубежных компаний. Посетители – ожидается **более 2500** человек из России, стран СНГ, Германии, Чехии, Италии, Болгарии, Китая, Великобритании, Франции, Сербии. Участники круглых столов – **более 400 специалистов**.
- **Деловая программа**, сформированная по отраслевому принципу, является профессиональной площадкой для решения вопросов безопасного функционирования промышленных объектов и посвящена практическому применению неразрушающего контроля в отраслях: **авиация и космос, железнодорожный транспорт, ЖКХ и строительство, нефтегаз, техническая диагностика, энергетика**, а также освещению новейших разработок в этой области. Кураторы круглых столов – ведущие разработчики технологий НК, руководители отраслевых объединений, представители профильных государственных ведомств.
- Особые условия для членов и **партнеров РОНКТД** – скидка 10% на выставочную площадь.
- **Бесплатное участие** для региональных отделений РОНКТД, высших учебных заведений и научно-исследовательских институтов, возможность представить на выставке свои разработки или информацию о своей деятельности.
- Финальный тур **XII Всероссийского конкурса специалистов неразрушающего контроля** по следующим методам НК: акустическая эмиссия, визуальный и измерительный, вибродиагностический, капиллярный, магнитный, радиационный, тепловой и ультразвуковой контроль.

Приглашаем Вас принять участие в ведущем в России форуме по неразрушающему контролю Территория NDT-2015!

Дирекция РОНКТД:
Тел.: +7 (499) 245 56 56
info@ronktd.ru

www.expo.ronktd.ru

info@ronktd.ru

19th WCNDT 2016

World Conference on Non-Destructive Testing

June 13 – 17 in **Munich** Germany

CONFERENCE TOPICS Energy Generation | Semi-Finished Products | Structural Engineering | Traffic Engineering | Reliability and Statistic Procedures | Modelling and Data Processing | Materials Characterisation | Monitoring | Cultural Heritage | Medical Products | Nano-Technologies and High-Resolution NDT | Public Security and Humanitarian Safety | Standards and Training of NDT Personnel | New Methods

- ▶ **Call for Papers:** January 2015
- ▶ **Deadline for Abstract Submissions:** June 30, 2015
- ▶ **Final Programme:** December 2015

EXHIBITION – online booking available

NDT service providers, NDT equipment developers and NDT research institutes are invited to present their newest developments, NDT applications and research results:

- ▶ more than 300 exhibition booths located on two floors
- ▶ well placed between lecture rooms and catering areas
- ▶ excellent opportunity to gain new customers and build up new business relationships

Secure your exhibition space in time!

MUNICH

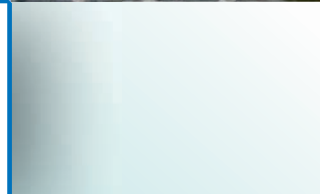
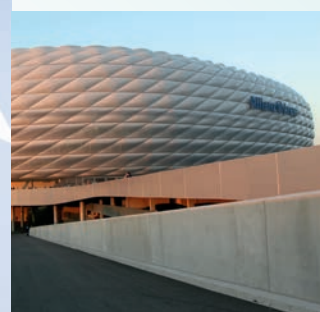
www.wcndt2016.com



GERMAN
SOCIETY FOR
NON-DESTRUCTIVE
TESTING



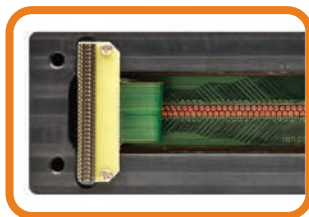
Contact: DGZFP | conference@wcndt2016.com or exhibition@wcndt2016.com



ДОВЕРЯЮТ ТОЛЬКО САМЫМ²

eddyfi™ Ectane[®] 2

ОБНОВЛЁННЫЙ **ВИХРЕТОКОВЫЙ**
ДЕФЕКТОСКОП С МАТРИЧНЫМИ
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯМИ



КОГДА ЦЕНА ОШИБКИ ТАК ВЫСОКА



ПРОМЫШЛЕННОЕ И ДИАГНОСТИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
129085, Москва, пр-д Ольминского, 3А | тел.: (495) 213-87-11, факс: (495) 616-66-14
tndt@pergam.ru, pergam.ru/ndt | сервисный центр: www.myservice.ru



OmniScan - эталон универсальности Простота в работе и быстрота сканирования

Простота настройки, высокая производительность и наличие разнообразных готовых решений для решения большинства задач НК делают дефектоскоп OmniScan эталоном в своем классе. Именно благодаря этим качествам OmniScan стал самым популярным в мире портативным прибором УЗК на фазированных решетках. Компания Olympus использовала свой опыт и рекомендации от инженеров-дефектоскопистов для разработки инновационных решений широкого круга задач контроля, ведется постоянная работа по их улучшению и эффективному внедрению.



Контроль сварных соединений трубопроводов и резервуаров



Контроль сварных швов труб малого диаметра



Картографирование коррозии



Контроль композиционных материалов и панелей из них



RollerFORM роликовый ФР- преобразователь

Компания Olympus представляет новый фазированный ультразвуковой роликовый ФР-преобразователь RollerFORM™, который предназначен для контроля композиционных и других материалов с гладкой поверхностью и малой кривизной - такие материалы широко используются в авиационно-космической промышленности для обшивки летательных аппаратов. Преобразователь RollerFORM — это эффективная альтернатива двухкоординатным системам сканирования и иммерсионным методам контроля.

Территория NDT

СОДЕРЖАНИЕ

№4 (октябрь - декабрь), 2014

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

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

Редакционный совет:

Азизова Е.А.
(Узбекистан, председатель УзОНК)

Аугутис В. (Литва)

Клюев С.В.
(Россия, вице-президент РОНКТД)

Кожаринов В.В.
(Латвия, президент LNTB)

Маммадов С.
(Азербайджан, президент АОНК)

Миховски М.
(Болгария, президент BSNT)

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

Ригишвилли Т.Р.
(Грузия, президент GEONDT)

Страгнефорс С.А.
(Казахстан, президент КАНКТД)

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

Редакция:

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

Адрес редакции:

119048, Москва, ул. Усачева, д. 35, стр. 1,
ООО «Издательский дом «Спектр»,
редакция журнала «Территория NDT»
[Http://www.tndt.idspektr.ru](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, ин-
формационных технологий и массовых
коммуникаций (Роскомнадзор). Свидетель-
ство о регистрации средства массовой ин-
формации 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](http://www.idspektr.ru)
E-mail: info@idspektr.ru
Телефон +7 (495) 514 76 50

Корректор Смольянина Н.И.

Компьютерное
макетирование Смольянина Н.И.

Сдано в набор 2.10.2014
Подписано в печать 5.11.2014
Формат 60x88 1/8.

Бумага офсетная. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 8,93. Уч.-изд. л. 8,46.
Заказ Тираж 6000 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

- Система** добровольной аккредитации компаний в области НК (ДАК НК) РОНКТД 4
- Аккредитация** ООО «ИНТРОН ПЛЮС» по системе ДАК НК РОНКТД 5
- Миховски М., Скордев Ал.** Дни неразрушающего контроля 2014 г. в Болгарии 6
- Миховски М.** Встреча президента РОНКТД акад. Э.С. Горкунова с председателем
Болгарской академии наук акад. Ст. Воденичаровым 7
- Сентябрев Ю.В., Козлов Н.И., Семенов А.П.**
Семинар «Неразрушающий контроль. Масс-спектрометрический метод с применением
современных гелиевых течеискателей» 7
- 11-я Европейская** конференция по неразрушающему контролю 8
- Страгнефорс С.А.** Конференция «Вопросы совершенствования деятельности
межгосударственных технических комитетов Межгосударственного совета
по стандартизации, метрологии и сертификации государств-участников СНГ» 9

ВЫСТАВКИ, СЕМИНАРЫ, КОНФЕРЕНЦИИ

- «Дефектоскопия 2014» 10
- Сергеев С.С.** Итоги 5-й Международной научно-технической конференции «Современные
методы и приборы контроля качества и диагностики состояния объектов» 12
- Кузелев Н.Р.** VI Международный форум «Атомэкспо-2014» 18

ВОПРОСЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ

- Страгнефорс С.А.** Вопросы стандартизации в применении новых технологий НК
в Казахстане 22
- Сухоруков В.В.** Стандартизация технологий неразрушающего контроля стальных
канатов: состояние и проблемы 26
- Костюков В.Н., Науменко А.П.** Стандартизация в области диагностики и мониторинга
поршневых компрессоров 28
- Гринев Б.В., Любинский В.Р., Молчанова Н.И., Даниленко Ю.А., Ламаши Л.А.,
Богомолова О.Э., Гурджян Н.Р.** О разработке международных стандартов
и их гармонизации в области ядерной безопасности 34
- Винокурцев Г.Г., Винокурцев Г.Г., Кузнецов А.В.** Как проконтролировать строительство
газопровода, или лабиринты законотворчества 40
- Дубов А. А.** Опыт стандартизации технологий неразрушающего контроля в России
и на международном уровне 44
- Троицкий В.А., Посыпайко Ю.Н., Щупак С.А., Якубович Т.П.**
Проблемы стандартизации в области неразрушающего контроля
и роль национальных обществ НК в этом процессе 46

МЕТОДЫ, ПРИБОРЫ, ТЕХНОЛОГИИ

- Шелихов Г.С., Глазков Ю.А.** О выборе тока для намагничивания деталей
с применением соленоидов при магнитопорошковом контроле 50
- Семеренко А.В.** Ультразвуковой контроль изделий из композиционных материалов,
применяющихся в авиастроительной отрасли промышленности 57
- Дубов А.А., Дубов Ал.А.** Бесконтактная магнитометрическая диагностика
потенциально опасных сварных соединений магистральных газопроводов,
предрасположенных к внезапным разрушениям 64
- Рыков И.И., Алексейчик А.В.** Применение компьютерной томографии
в автомобильной промышленности 69



СИСТЕМА ДОБРОВОЛЬНОЙ АККРЕДИТАЦИИ КОМПАНИЙ В ОБЛАСТИ НК (ДАК НК) РОНКТД

Неразрушающий контроль (НК) — это область, в которой Россия по-прежнему занимает лидирующие позиции в мире, целый ряд отечественных компаний имеет высокий научный и экономический потенциал для участия и победы в крупных тендерах не только в нашей стране и СНГ, но и в дальнем зарубежье. В России есть современное оборудование, квалифицированные специалисты, компании, способные внедрять новые методы и проводить качественный контроль.

Ситуация с НК в промышленности сегодня очень сложная. Существующие инструменты регулирования, такие как тендеры, требование о раскрытии информации, аккредитация лабораторий, сертификация персонала, зачастую являются малоэффективными в борьбе с недобросовестными участниками рынка, легко предоставляющими требуемые документы. К сожалению, сложившаяся система проведения тендеров зачастую имеет целью отбор подрядчиков, способных обеспечить для заказчика приемлемые финансовые показатели и скорость выполнения работ, в результате чего контроль проводится выборочно, а порой формально.

Учитывая сложившиеся обстоятельства, РОНКТД в 2013 г. разработало и ввело в действие Систему добровольной аккредитации компаний (ДАК) в области НК по просьбам как компаний — поставщиков оборудования и услуг НК, стремящихся пре-

доставить дополнительную информацию об участниках рынка НК в РФ, так и компаний-заказчиков, заинтересованных в ее получении.

При аккредитации применяется комплексный подход, основанный на анализе объективных данных о деятельности компании и субъективной оценке уровня развития и известности компании со стороны экспертного совета (ЭС) РОНКТД, состоящего из признанных в России специалистов различных областей НК. Эксперты проводят оценку, используя собственный профессиональный опыт и знания, а также учитывая сложившуюся за годы работы профессиональную репутацию компании.

ДАК НК РОНКТД решает сразу несколько задач:

- предоставляет компаниям — поставщикам оборудования и услуг НК возможность получить дополнительное подтверждение своей компетентности и надежности от лица профессионального общероссийского объединения специалистов НК;
- предоставляет компаниям — заказчикам оборудования и услуг НК возможность получить дополнительное подтверждение компетентности и надежности поставщика от лица профессионального общероссийского объединения специалистов НК;
- обеспечивает конкурентные преимущества компаниям, положительно зарекомендовавшим себя среди коллег по цеху за долгие го-

ды работы в отрасли и ведущим активную научную и общественную деятельность в РОНКТД;

- обеспечивает дополнительные стимулы для ведения всеми участниками рынка НК открытой и прозрачной деятельности, обмена опытом и технологиями, повышая тем самым качество выполняемых работ и предоставляемых услуг.

Получение компанией аккредитации в системе ДАК НК РОНКТД означает соответствие компании определенным требованиям: наличие необходимого опыта управления компанией, в том числе внедренной системой управления качеством; наличие необходимого научного потенциала; ведение исследовательской, научной и преподавательской деятельности; наличие необходимого экономического потенциала; активное продвижение достижений компании в РФ и за рубежом; участие в деятельности общественных профессиональных организаций; наличие положительного опыта внедрения результатов работы; опыт и признание результатов деятельности компании среди коллег.

Окончательное решение о присвоении компании 1-, 2- и 3-го уровня аккредитации выносит экспертный совет после обсуждения результатов проверки и открытого голосования. В совет входят избранные правлением РОНКТД эксперты, имеющие достаточный и безусловный авторитет в области НК.

Состав экспертного совета ДАК НК РОНКТД

- | | | |
|---|---|---|
| <p>1. Президент РОНКТД
Горкунов Эдуард Степанович, академик РАН, д-р техн. наук</p> <p>2. Исполнительный директор РОНКТД
Чепрасова Екатерина Юрьевна</p> <p>3. Руководитель совета молодежного правления РОНКТД
Батов Георгий Павлович</p> <p>4. Артемьев Борис Викторович, д-р техн. наук, ЗАО «НИИИИ МНПО «Спектр», зав. сектором отдела управлений и инноваций</p> <p>5. Вавилов Владимир Платонович, д-р техн. наук, профессор, ИНК ТПУ, заведующий отделом</p> <p>6. Вopilкин Алексей Харитонович, д-р техн. наук, профессор, ООО «НПЦ «ЭХО+», генеральный директор</p> | <p>7. Горбачев Виктор Иванович, канд. техн. наук, ОАО «НИКИМТ-Атомстрой», начальник лаборатории технологий НК</p> <p>8. Грудский Михаил Яковлевич, канд. физ.-мат. наук, журнал «В мире НК», зам. главного редактора</p> <p>9. Зусман Георгий Владимирович, д-р техн. наук, ООО «Виброспектр», генеральный директор</p> <p>10. Калошин Валентин Александрович, ОАО «НПО Энергомаш им. акад. В.П. Глушко», начальник ОНМК</p> <p>11. Ключев Захар Владимирович, канд. техн. наук, ООО «ТКС», генеральный директор</p> | <p>12. Коннов Владимир Васильевич, д-р техн. наук, профессор, ЗАО НПЦ «МОЛНИЯ», генеральный директор</p> <p>13. Коновалов Николай Николаевич, д-р техн. наук, ОАО «НТЦ «Промышленная безопасность», зам. генерального директора</p> <p>14. Кузелев Николай Ревокатович, д-р техн. наук, профессор, ЗАО «НИИИИ МНПО «Спектр», зам. директора по научной работе</p> <p>15. Самокрутов Андрей Анатольевич, д-р техн. наук, ООО «АКС», генеральный директор</p> <p>16. Сухоруков Василий Васильевич, д-р техн. наук, ООО «Интрон плюс», президент</p> <p>17. Шкатов Петр Николаевич, д-р техн. наук, профессор, МГУПИ, доцент кафедры</p> |
|---|---|---|

По результатам 2014 г. аккредитацию прошли компании: ООО «Трубопровод Контроль Сервис», ООО «Акустические Контрольные системы» и ООО «Интрон Плюс». По результатам голосования членов экспертного совета этим компаниям присвоен 3-й уровень ДАК НК РОНКТД.

В целях дальнейшего расширения практики применения системы

дирекция РОНКТД регулярно принимает шаги по повышению информированности о ней среди заказчиков оборудования и услуг посредством профессиональных СМИ, а также представляет систему на специализированных форумах и профессиональных мероприятиях (выставках, конференциях, семинарах и т.д.).

Полная информация о системе ДАК НК РОНКТД, алгоритмах подачи заявки и проведения оценки представлена на www.ronktd.ru/Аккредитация компаний.

За дополнительной информацией просьба обращаться в дирекцию РОНКТД: тел. +7 (499) 245 56 56, e-mail: info@ronktd.ru.

АККРЕДИТАЦИЯ ООО «ИНТРОН ПЛЮС» ПО СИСТЕМЕ ДАК НК РОНКТД



28 августа 2014 г. в РОНКТД прошло заседание экспертного совета Системы добровольной аккредитации компаний НК РОНКТД, посвященное рассмотрению результатов оценки и присуждению уровня ДАК НК ООО «ИНТРОН ПЛЮС». В голосовании участвовали члены совета Б.В. Артемьев, Г.П. Батов, В.П. Вавилов, А.Х. Вopilкин, М.Я. Грудский, В.А. Калошин, С.В. Клюев, В.В. Конов, Н.Н. Коновалов, Н.Р. Кузелев, А.А. Самокрутов, В.В. Сухоруков, Е.Ю. Чепрасова.

На заседании экспертного совета было заслушано сообщение президента ООО «ИНТРОН ПЛЮС» В.В. Сухорукова о деятельности компании, направлениях работы, членстве в международных организациях, составе персонала, обучении специалистов, видах производимой продукции. Исполнительный директор РОНКТД Е.Ю. Чепрасова отметила, что компанией был представлен исчерпывающий набор сведений, и огласила результаты проверки документов. ООО «ИНТРОН ПЛЮС» было набрано 3978 баллов, что почти вдвое превышает необходимый минимум. Члены совета задали вопросы В.В. Сухорукову о структуре, экономических показателях, производственной, научной и экспертной деятельности компании. В результате голосования было единогласно решено присвоить ООО «ИНТРОН ПЛЮС» 3-й уровень ДАК НК РОНКТД.

ООО «ИНТРОН ПЛЮС» основано в 1988 г. сотрудниками Московского энергетического института и стало одним из первых негосударст-

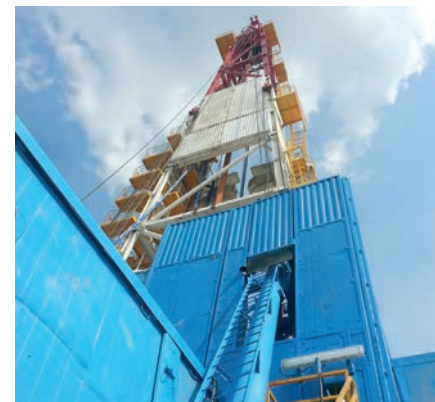
венных предприятий в СССР в области неразрушающего контроля. ООО «ИНТРОН ПЛЮС» является членом Российского общества по неразрушающему контролю и технической диагностике (РОНКТД), Американского общества по неразрушающему контролю (ASNT), международных организаций по надежности стальных канатов OIPЕЕС и МАИСК. В компании действует система управления качеством, сертифицированная по ISO 9001–2008. Основные направления деятельности компании: неразрушающие испытания стальных канатов, резиновых конвейерных лент (РТЛ) и стальных резервуаров/сосудов; измерение толщины объектов и покрытий; разработка оборудования для неразрушающих испытаний по индивидуальным заказам.

Компания участвует в разработке автоматической установки для неразрушающего контроля оболочек ТВЭЛ атомных электростанций, аппаратуры и программного обеспече-

ния для внутритрубной диагностики магистральных нефтепроводов, дефектоскопов днищ и стенок наливных резервуаров, дефектоскопов стальных и стальалюминиевых проводов воздушных линий электропередачи.

ООО «ИНТРОН ПЛЮС» имеет лицензию Госстандарта России на право производства средств измерительной техники, разрешения и сертификаты соответствующих государственных органов России, Казахстана, Беларуси, Украины, Литвы, Германии на выпускаемое оборудование и предоставляемые услуги. Продукция компании реализуется более чем в 30 странах, в том числе в Казахстане, Украине, Литве, Беларуси, США, Германии, Англии, Италии, Канаде, Франции, Китае, Японии, Бразилии, Голландии, Индии, Сингапуре, Малайзии, Индонезии, Румынии, Сербии и Черногории.

Материал предоставлен дирекцией РОНКТД



ДНИ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ 2014 г. В БОЛГАРИИ



Открытие XXIX Международной конференции «Дефектоскопия'2014». В президиуме: проф. М. Миховски, акад. Э.С. Горкунов, д-р Ал. Скордев, выступает А. Шекеро



Председатель BGSNDT проф. М. Миховски вручает диплом — высшую награду BGSNDT им. Славчо Попова Атанасу Атанасову, специалисту АЭЦ «Козлодуй»



Заседание схемного комитета Сертификационного центра персонала для неразрушающего контроля при BGSNT в Созополе

В Болгарии, в городе Созополе, с 9 по 17 июня 2014 г. прошли Дни неразрушающего контроля под патронажем председателя Болгарской академии наук акад. Стефана Воденичарова. Сопредседатели Дней неразрушающего контроля президент РОНКТД акад. Э.С. Горкунов и председатель Болгарского общества неразрушающего контроля (BGSNDT) проф. д-р техн. наук М. Миховски открыли пленарную сессию ежегодной конференции. Конференцию приветствовали представитель Украинского общества неразрушающего контроля и технической диагностики Андрей Шекеро.

Научная программа Дней неразрушающего контроля включала разные мероприятия:

- XXIX Международная конференция «Дефектоскопия'2014», научные руководители: проф., д-р техн. наук М. Миховски, акад. Э.С. Горкунов;
- XXV молодежная школа «Неразрушающий контроль структуры и физико-механических свойств материалов», научный руководитель доц., д-р И. Иванова;
- Болгарско-российский семинар «Диагностика электроэнергетических систем», научные руководители: проф., д-р техн. наук А.И. Таджибаев, доц., д-р Хр. Драганчев;
- Круглый стол «Порошковая металлургия», научные руководители: проф., д-р Т. Печенка, доц., д-р М. Стойчев;
- Круглый стол «Развитие стандартизации в области неразрушающего контроля», руководители: проф., д-р техн. наук М. Миховски, Л. Димитрова;
- Семинар «Проблемы бизнеса в области неразрушающего контроля», руководитель Р. Димитров;
- Круглый стол «Кластер «Неразрушающий контроль Болгарии», руководитель Ю. Данев;
- Выставка фирм;
- 10-е рабочее совещание по проекту INNOPIPES (7РП ЕС), научный руководитель проф., д-р техн. наук Е. Барканов;
- Вручение высшей награды Болгарского общества неразрушающего контроля;
- Заседание схемного комитета Сертификационного центра персонала для контроля без разрушения, председатель В. Ничев.

В мероприятиях Дней неразрушающего контроля приняли участие

более 180 ученых и специалистов из Болгарии, России, Беларуси, Украины, Литвы, Латвии, Сербии, Хорватии, Германии, Румынии, Италии, Польши, Чехии и Словении.

Научная программа конференции включала 135 научных докладов и сообщений, которые после рецензирования будут опубликованы в специальном сборнике «Известий Научно-технического общества машиностроения».

В работе выставки приняли участие 6 зарегистрированных в Болгарии фирм, которые представили продукты около 50 болгарских и иностранных фирм, выпускающих средства неразрушающего контроля.

Особо следует отметить круглый стол по проблемам аккредитации органов контроля и сертификации персонала и лабораторий. Руководителями круглого стола были исполнительный директор национального агентства «Болгарское бюро аккредитации» Кр. Руйников и почетный председатель BGSNDT д-р Ал. Скордев. На заседании были рассмотрены предложения о дополнении Закона об аккредитации, а также сделан ряд предложений по оптимизации процессов аккредитации и сокращении продолжительности процесса аккредитации органов и лабораторий.

В рамках Дней НК состоялись совещание-симпозиум и рабочая встреча участников проекта INNOPIPES Innovative nondestructive testing and advanced composite repair of pipelines with volumetric surface defects (7-й Рабочей программы Европейского союза).

Были представлены 25 докладов по проблемам контроля и ремонта трубопроводов. Заслушаны отчеты по рабочей программе проекта, намечены задачи второго этапа проекта.

Хорошая погода, превосходная инфраструктура отелей, древней и современной частей города Созополя, добрые традиции в организации мероприятий создали незабываемую атмосферу, способствующую возникновению новых контактов между специалистами разных стран и зарождению идей развития неразрушающего контроля.

Дни неразрушающего контроля 2015 г. пройдут с 7 по 13 июня 2015 г. на традиционном месте — в Созополе, на берегу Черного моря.

М. Миховски, Ал. Скордев

ВСТРЕЧА ПРЕЗИДЕНТА РОНКТД АКАД. Э.С. ГОРКУНОВА С ПРЕДСЕДАТЕЛЕМ БОЛГАРСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК АКАД. СТ. ВОДЕНИЧАРОВЫМ



В Болгарской академии наук (слева направо) акад. Э.С. Горкунов, акад. Ст. Воденичаров, проф. М. Миховски (июнь 2014 г.)

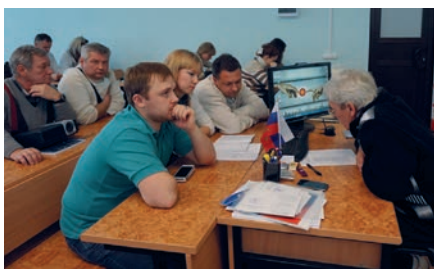
7 июня 2014 г. президент РОНКТД и зам. председателя УрОРАН акад. Э. С. Горкунов был принят президентом Болгарской академии наук акад. Стефаном Воденичаровым. Во встрече принял участие и председатель Национального научно-технического общества дефектоскопии Болгарии проф., д-р техн. наук М. Миховски. Необходимо отметить, что часть научно-прикладной деятельности акад. Ст. Воденичарова связана с контролем и испытаниями разрушающими и неразрушающими методами. Сам он является и руководителем Центра квалификационных испытаний на атомной станции «Козлодуй».

Во время беседы обсуждались направления развития Российской и Болгарской академий наук в условиях их реорганизации. Было подчеркнуто успешное сотрудничество между институтами академий в рамках двухстороннего сотрудничества.

На встрече было отмечено, что связи между обществами неразрушающего контроля России и Болгарии имеют почти полувековую историю. Проводятся совместные семинары и конференции, эффективный обмен специалистами.

М. Миховски

СЕМИНАР «НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ. МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД С ПРИМЕНЕНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ГЕЛИЕВЫХ ТЕЧЕИСКАТЕЛЕЙ»



Вакуумная техника, по заявлениям Международного союза по вакуумной науке и технике и их применению, является одним из основных элементов, определяющих современное состояние высоких технологий. В мире в целом наблюдается устойчивое увеличение объемов рынка вакуумного оборудования, в первую очередь за счет высокотехнологичных приложений.

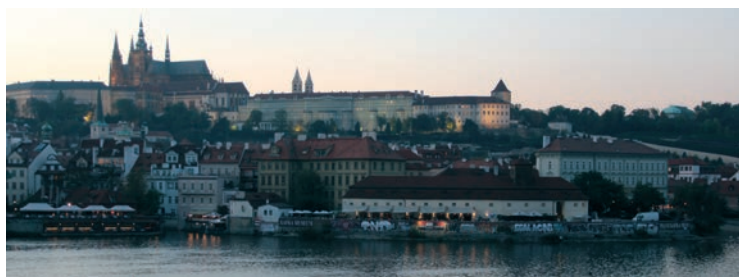
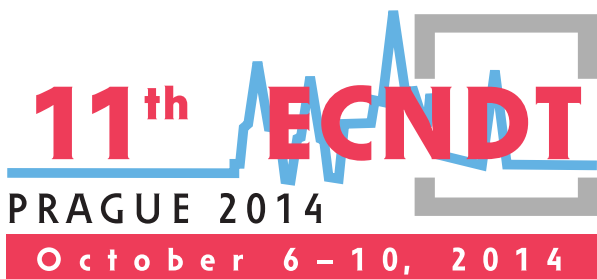
Для повышения профессионального уровня подготовки специалистов, работающих в сфере проведения вакуумных испытаний изделий атомной, ракетно-космической, оборонной промышленности, научно-производственная фирма «Прогресс» (разработчик и производитель современных гелиевых течеискателей) на территории Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ» в сентябре 2014 г. провела очередной семинар «Неразрушающий контроль. Масс-спектрометрический метод с применением современных гелиевых течеискателей».

В работе семинара участвовали представители 18 ведущих предприятий страны, связанных с производством высокотехнологического оборудования.

Теоретические и практические занятия были посвящены вопросам, связанным с особенностями построения, эксплуатации и ремонта основных отечественных гелиевых течеискателей. Кроме того, был проведен анализ тенденций развития компонентов вакуумных систем с учетом выполнения задач импортозамещения, рассмотрены реализованные комплексные решения вакуумных систем и определены критерии подбора необходимого оборудования.

Все участники на практике опробовали авторские методики применения современных гелиевых течеискателей для неразрушающего контроля и получили консультации по оптимальной организации применения вакуумного оборудования в существующих технологических процессах.

*Ю.В. Сентябрьев,
Н.И. Козлов, А.П. Семенов*



11-я ЕВРОПЕЙСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ



6–10 октября 2014 г. в Праге состоялась 11-я Европейская конференция по неразрушающему контролю (ECNDT), организованная Европейской федерацией по НК (EFNDT) и Чешским обществом по неразрушающему контролю (CNDT). Девиз конференции – «Развитие НК – гарантия качества, надежности и безопасности».

Участников конференции на церемонии открытия, состоявшейся в Пражском конгресс-центре, приветствовали: президент CNDT, председатель ECNDT, проф. П. Мазал, руководитель департамента исследований, развития и инноваций

правительства Чехии Я. Марек, президент Академии наук Чешской Республики Ж. Драгош, заместитель мэра г. Праги В. Новотный, председатель научного комитета ECNDT профессор З. Преворовский, президент EFNDT М. Пуршке, вице-президент EFNDT П. Трампус, президент Международной организации НДТ (ICNDT) М. Фарлей, президент Американского общества НК (ASNT) Р. Энгельбарт, президент Международной академии НДТ Дж. Нардони.

В рамках конференции были проведены заседания совета директоров и Генеральная ассамблея EFNDT, Европейский день исследований, совместное заседание Академии НК и ICNDT, Генеральная ассамблея ICNDT, заседания Международной организации по стандартизации (ISO).

Работа конференции прошла по 37 секциям, посвященным методам неразрушающего контроля, обучению, сертификации, образованию, аккредитации, стандартизации в сфере НК, вопросам мониторинга состояния конструкций и оборудования и техническому обслуживанию, инновационным и нетради-

ционными методами неразрушающего контроля.

В конференции приняли участие более 1900 делегатов из 58 стран со всех континентов, представивших 587 устных и стендовых докладов и презентаций. По численности национальных делегаций лидировали Германия – 145, Россия – 70 и Франция – 64 участника.

Доклады были представлены российскими делегатами из: АКС, ВНИИ авиационных материалов, ВНИИИМ им. А.А. Бочвара, Ижевского государственного технического университета, Института машиноведения УрО РАН, Института прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН, Института физики металлов УрО РАН, Института проблем лазерных и информационных технологий РАН, Кубанского государственного университета, МГУ им. М.В. Ломоносова, МЭИ, НИИ мостов, НИИИИ МНПО «Спектр», НИИЭФА им. Д.В. Ефремова, НПФ «Луч», НПЦ «Молния», НТЦ «Промышленная безопасность», НУЦ «Качество», Сколковского института науки и технологий, СПбГУ, СПбГУ ИТМО, «ТВЕМА», Томского государственного университета, Томского политехнического университета, ЦНИИТМАШ.

В рамках конференции прошла выставка средств и технологий неразрушающего контроля, в которой приняли участие 140 компаний из европейских стран, США, России, Китая, Канады, Японии, Украины, Израиля – производители и поставщики оборудования, компании-разработчики, сервисные компании, лаборатории НК, исследовательские институты, органы сертификации и др. Среди компаний, участвовавших в выставке: ATG, Chemetall, DÜRR NDT, Foma Bohemia, Foerster, Fujifilm, General Electric, Hamamatsu, Helling, Kowotest, Luke, NDT Seals,



Nikon, Olympus, Pfinder, Phoenix, QSA Global, Rosen, ScanMaster, Sentinel, Sherwin Babbco, SIUI, Sonatest, Sonotec, Spec, Spectronic Corporation, Starmans, Yxlon и др. Отечественную сферу неразрушающего контроля представляли такие компании, как: АКС, «Интрон Плюс», «Константа», «Ньюком-НДТ», «Тасма», «Цифра», «Энергодиагностика».

Отдельная часть экспозиции была посвящена 22 национальным обществам по неразрушающему контролю из Беларуси, Болгарии, Великобритании, Венгрии, Германии, Греции, Дании, Испании, Италии, России, Румынии, Словении, США, Франции, Чехии, Швеции, стран Азиатско-Тихоокеанского региона.

На церемонии открытия были вручены награды EFNDT-2014 молодым ученым из России, выдвинутым в номинации от РОНКТД: премию «Поездка за счет EFNDT» получила канд. техн. наук Евгения Путилова из Екате-



ринбурга, награда «Признание молодых ученых» была вручена Тимуру Загидулину из Уфимского государственного авиационного технического университета. Награды от РОНКТД «За выдающиеся достижения в области продвижения и развития EFNDT» был удостоен А.В. Муллин, НУЦ «Контроль и диагностика» (Москва).

На конференции Немецкое общество по неразрушающему контролю (DGZfP) и Международный комитет

по неразрушающему контролю (ICNDT) анонсировали 19-ю Всемирную конференцию по неразрушающему контролю, которая состоится 13–17 июня 2016 г. в Мюнхене.

Развернутый материал об 11-й Европейской конференции по неразрушающему контролю читайте в следующем номере журнала «Территория NDT».

Материал предоставлен РОНКТД



КОНФЕРЕНЦИЯ «ВОПРОСЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ КОМИТЕТОВ МЕЖГОСУДАРСТВЕННОГО СОВЕТА ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ ГОСУДАРСТВ – УЧАСТНИКОВ СНГ»

25 сентября в Москве, на базе РОССТАНДАРТА прошла конференция «Вопросы совершенствования деятельности межгосударственных технических комитетов (МТК) Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации государств – участников СНГ», в которой приняло участие большое количество представителей МТК из всех стран СНГ за исключением Украины.

Основными вопросами повестки конференции были заявлены: состоя-

ние и перспективы развития межгосударственной стандартизации; анализ деятельности и мониторинг действующих МТК; вопросы межгосударственного сотрудничества; внедрение новых форм электронных баз данных и работы в них.

Касательно деятельности МТК 515 «Неразрушающий контроль» был поднят вопрос об участии профессиональных участников рынка и национальных обществ по НК и ТД, так как на сегодняшний день в данный МТК входят только государственные уполномоченные органы, не представляющие реальные интересы отрасли. В связи с очень ограниченной областью стандартизации МТК 515 многие компании, как производители оборудования, так и сервисники, вынуждены открывать подкомитеты в смежных МТК. Отсутствие прозрачной структуры деятельности МТК 515 (нет ни утвержденного положения об МТК 515, ни утвержденного всеми участниками плана

работ) привело к серьезному отставанию внедрения как основополагающих стандартов ISO 9712–2012, так и новых технологий и методов.

Руководством ГОССТАНДАРТА в лице А.В. Зажигалкина, заместителя руководителя Федерального агентства и Бюро по стандартам в лице Н.В. Сонец, ответственного секретаря МГС, было дано обещание разбраться в сложившейся ситуации в отрасли неразрушающего контроля и принять экстренные меры.

В этой связи необходимо отметить, что МТК 536 «Методология межгосударственной стандартизации» работает над внедрением новых требований к деятельности МТК. С нового, 2015 г. должны увидеть свет обновленные МТК, которые будут представлены не ГОССТАНДАРТАми стран – участниц СНГ, а национальными техническими комитетами и профессиональными обществами.

С.А. Страгнефорс





«ДЕФЕКТОСКОПИЯ 2014»

Последние 7 лет выставка «Дефектоскопия» — первая в России специализированная выставка, ориентированная на практическое применение современных средств НК и ТД во всех отраслях промышленности, транспорта, строительства — «путешествует» по крупным промышленным городам России (Пермь, Томск, Волгоград, Уфа, Иркутск), «заезжая» раз в три года в Санкт-Петербург. Среди экспонентов — ведущие российские фирмы — производители и поставщики средств НК и ТД, а также дилеры ведущих компаний зарубежных стран (Германии, Израиля, Испании, Италии, США, Украины, Франции, Швейцарии, Швеции, Японии).

В этом году выставка не без приключений добралась до дальневосточных рубежей нашей страны и прошла во Владивостоке. Организатором мероприятия выступила компания «Примэкспо», часть международной Группы компаний ITE, и журнал «В мире НК».

В официальной церемонии открытия выставки приняли участие:

- заместитель главы г. Владивосток Сергей Александрович Черкасов;
- начальник технического управления Тихоокеанского флота, контр-адмирал Игорь Олегович Королёв;



- исполнительный директор РОНКТД Екатерина Юрьевна Чепрасова;
- редактор журнала «В мире НК» Михаил Яковлевич Грудский;
- директор проектов выставок «Дефектоскопия» и «NDT Russia» Римма Мангушева.

В приветственном обращении И.О. Королев отметил: «...Так как значительной частью промышленного потенциала края является судостроение, тема выставки интересна для предприятий, работающих как для Тихоокеанского флота, так и для других флотов России. Активное внедрение в судоремонт прогрессивных неразрушающих методов диагностики и контроля корпусных конструкций, систем и механизмов кораблей позволяет избежать больших потерь времени и материальных затрат, обеспечить частичную или полную автоматизацию операций контроля при одновременном существенном повышении качества и надежности изделий, обеспечить безопасность личного состава...».

Е.Ю. Чепрасова поздравила участников и гостей выставки с открытием, а также организаторов выставки с 15-летним юбилеем: «РОНКТД имеет региональные отделения в большом количестве регионов России. Мы не понаслышке знаем о необходимости решения вопросов НК и диагностики, возникающих у специалистов на местах в отдаленных уголках нашей страны... Выставка традиционно собрала очень представительный состав участников, и я уверена, что форум пройдет очень успешно».

М.Я. Грудский поблагодарил владивостокских коллег, которые активно участвовали в проведении выставки и ее деловой программы: «Я рад видеть здесь уже сложившийся коллектив участников выставки. Надеюсь, что это мероприятие будет полезно всем и принесет пользу делу неразрушающего контроля в нашей стране».

На выставке был представлен широкий спектр приборов и оборудования всех видов НК и ТД. Свою

продукцию представили 24 ведущие компании России. Особо следует отметить успешный дебют промышленного холдинга «ТКС» (Москва), который сумел на своем стенде в 45 м² продемонстрировать современные средства НК в строительстве и диагностике нефте- и газопроводов.

Выставку посетили квалифицированные специалисты и руководители подразделений качества большинства предприятий Владивостока и Приморского и Хабаровского краев: ОАО «ЦС Дальзавод», ООО «ТЭЗиС», ОАО «Дальприбор», ЗАО «СКВД», ОАО «Аскольд», ООО «Строй-Экси», ООО «ИТК Технологии», ООО «Аскотехэнергодиагностика», ФГУП «ВНИИФТРИ» (Хабаровск) и др. Однако число посетителей было намного меньше, чем на таких мероприятиях в Москве или Санкт-Петербурге, что характерно для региональных выставок.

9 сентября был проведен специализированный семинар на территории ведущего судостроительного предприятия Приморского края ЗАО «Восточная верфь». Вел семинар главный инженер верфи А.В. Дороговцев. Среди участников были ведущие специалисты предприятия и специалисты ТОФ и ООО «Дальзавод». В своих сообщениях А.В. Дороговцев и И.О. Королев сформулировали вопросы, актуальные для судоремонта и судостроения. Свои предложения по этим вопросам высказали представители фирм НПЦ «Кропус», «Интрон+», «Синтез НПФ», «Константа», ИЦ «Физприбор». Состоялся конструктивный обмен мнениями.

В рамках деловой программы выставки традиционно прошли круглые столы и тест-драйвы компаний-участниц. Основными темами круглых столов стали:

- технология и приборы для НК специальных защитных покрытий;
- методологические аспекты акустической эмиссии;
- магнитный контроль трубопроводов (метод магнитной томографии);
- сертификация персонала и аттестация лабораторий НК.

С рассказом о направлениях деятельности РОНКТД выступила Е.Ю. Чепрасова.

Прекрасная сентябрьская погода способствовала знакомству с многочисленными достопримечательностями Владивостока и тихоокеанским побережьем. Украшением города являются два вантовых моста — через бухту Золотой Рог и на остров Русский, где побывали все участники выставки.

Организаторы ООО «ПРИМЭКСПО» и журнал «В мире НК» приглашают Вас на выставку «Дефектоскопия-2015» в сентябре следующего года в Санкт-Петербурге. Выставка пройдет в первом в Санкт-Петербурге конгрессно-выставочном центре «ЭКСПОФОРУМ» международного уровня, способном организовывать европейские и всемирные деловые мероприятия практически любого масштаба.

До встречи на выставке «Дефектоскопия-2015»!

Материал предоставлен организаторами выставки





ИТОГИ 5-й МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И ПРИБОРЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА И ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ ОБЪЕКТОВ»



СЕРГЕЕВ Сергей Сергеевич

Зам. председателя оргкомитета НТК,
заведующий кафедрой «Физические методы контроля»
Белорусско-Российского университета,
г. Могилёв, Республика Беларусь

В г. Могилеве (Республика Беларусь) 24–25 сентября 2014 г. на базе Белорусско-Российского университета проходила 5-я Международная научно-техническая конференция «Современные методы и приборы контроля качества и диагностики состояния объектов». Организацией подготовки и проведением конференции занимались: Белорусско-Российский университет, Институт прикладной физики Национальной академии наук Беларуси, Белорусская ассоциация неразрушающего контроля и технической диагностики, Российское общество по неразрушающему контролю и технической диагностике и УП «Белгазпромдиагностика».

Конференция была посвящена памяти директора Института прикладной физики Национальной академии наук Беларуси доктора физико-математических наук Николая Петровича Мигуна, председателя Белорусской ассоциации неразрушающего контроля и тех-

нической диагностики, внесшего большой вклад в развитие этого важного направления науки и техники.

Целью научно-технической конференции и проходившей в ее ходе выставки являлось обобщение результатов работ и обмен опытом между специалистами различных организаций и стран в области разработки и практического применения неразрушающих методов и средств контроля качества материалов, промышленных изделий, сооружений и технологического оборудования, а также в области диагностирования потенциально опасных объектов, сертификации и подготовки квалифицированных кадров.

Работа конференции реализовывалась по нескольким направлениям: дефектоскопия материалов и промышленных изделий; контроль структуры и физико-механических характеристик материалов и изделий; контроль геометрических параметров объектов; мониторинг, диагностика и прогнозирование остаточного ресурса технических объектов; компьютерные технологии в неразрушающем контроле.

В конференции и выставке приняли участие более 70 представителей из 40 промышленных предприятий и организаций, академических институтов и вузов. Было представлено 109 докладов учеными из 5 стран (Беларусь, Россия, Украина, Польша, Китай). Активное участие в конференции и выставке приняли студенты, магистранты и аспиранты Белорусско-Российского университета.

От академической науки доклады были подготовлены ведущими институтами в области физики неразрушающего контроля и технической диагностики стран СНГ (среди которых Институт прикладной физики, Объединенный институт машиностроения и Институт физики НАН Беларуси, Институт физики металлов и Институт машиноведения Уральского отделения РАН

и ряд других институтов). Вузовская наука была представлена коллективами: Белорусско-Российского университета, Белорусского национального технического университета, НИИ прикладных физических проблем им. А.Н. Севченко БГУ, Национального исследовательского университета «МЭИ» (Москва), Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ», Национального минерально-сырьевого университета «Горный» (Санкт-Петербург), Национального технического университета Украины «Киевский политехнический институт» и другими вузами. Ряд сообщений сделали известные ученые из научно-производственных объединений и предприятий.



На пленарном заседании выступили ученые и специалисты двух стран, которые рассказали о достижениях и перспективах развития неразрушающего контроля в Республике Беларусь и Российской Федерации.

С приветственным словом к участникам конференции обратился проректор по научной работе Белорусско-Российского университета В.М. Пашкевич. Он отметил значимость этого форума для университета и региона в целом, а также рассказал о достижениях ученых университета в области неразрушающего контроля и диагностики и их вкладе в обеспечение безопасности промышленных объектов в Республике Беларусь. Также участников конференции приветствовал в видеоформате президент Российского общества по неразрушающему контролю и технической диагностике академик РАН Э.С. Горкунов.

Большой интерес вызвал доклад директора НИИ интроскопии МНПО «Спектр» академика РАН В.В. Клюева (Москва), представленный в видеоформате. В докладе рассмотрены перспективы развития неразрушающего контроля. Особо подчеркнуто, что получение новых фундаментальных и прикладных научных результатов и разработка на их основе современных высокоэффективных приборов и методик неразрушающего контроля и технической диагностики — одна из главных необходимых составляющих качества и конкурентоспособности выпускаемой продукции, гарантирующая безопасность промышленных, транспортных, энергетических, строительных объектов.

В пленарном докладе д-ра техн. наук В.А. Михнева (Институт прикладной физики НАН Беларуси) рассмотрены перспективные направления развития радиоволнового метода неразрушающего контроля, связанные с расширением диапазона рабочих частот. В



субтерагерцовом и терагерцовом диапазонах частот, которые начинают осваиваться в последнее время, появляются такие новые многообещающие применения, как визуализация объектов и анализ состава различных материалов. Терагерцовая визуализация высокого разрешения может использоваться в антитеррористических приложениях, медицине, автоматическом контроле содержимого почтовых отправлений. Терагерцовая спектроскопия способна контролировать состав и структуру лекарств, пищевых продуктов, разнообразных химических композиций и др. Зондовая микроволновая микроскопия существенно расширяет возможности атомно-силовой микроскопии и может применяться для контроля полупроводниковых структур, новых материалов на основе керамики, сегнетозлектриков, графена, биологических мембран и т.п. с латеральной разрешающей способностью до 20–50 нм.

Д-р техн. наук А.П. Крень (Институт прикладной физики НАН Беларуси) в своем докладе представил последние достижения в области испытаний конструкционных материалов методом динамического индентирования, осуществляемого в режиме ударного нагружения. Им были обобщены результаты исследований отечественных и зарубежных ученых, что позволило выстроить концепцию и методологию получения достоверных и объективных данных о физико-механических свойствах (твердости, прочности, модуле упругости, трещиностойкости) и остаточном ресурсе металлов, композитов и полимеров. В докладе показаны пути расширения функциональных возможностей существующего на рынке оборудования (динамических твердомеров, склерометров) для неразрушающего контроля металлов и строительных материалов (бетонов). Показано, что полученные в ИПФ НАН Беларуси новые научные результаты позволяют решить задачу контроля прочности углеродных пространственно-армированных материалов методом индентирования с учетом анизотропии свойств.

В докладе зав. кафедрой «Электроакустика и ультразвуковая техника» профессора К.Е. Аббакумова (СПбГЭТУ «ЛЭТИ») рассмотрены проблемы компетентностного подхода при реализации учебного процесса в соответствии с новыми образовательными стандартами для подготовки специалистов по неразрушающему контролю и диагностике, возможности реализации практико-ориентированного обучения с учетом потребностей работодателей от промышленности, вопросы

преобразований в высшей школе и возможные пути повышения качества подготовки специалистов. Приведены структура и сравнительный анализ белорусских и российских образовательных программ. Рассмотрены особенности инновационного подхода к построению учебных занятий и организации самостоятельной работы студентов, особенности практико-ориентированного государственного междисциплинарного экзамена, структура дипломных проектов и работ. Докладчик отметил, что проблема подготовки квалифицированных кадров по неразрушающему контролю с высшим базовым образованием сегодня, как никогда, важна и актуальна.

Доклад профессора Б.В. Артемьева (МНПО «Спектр», Москва) был посвящен системе дистанционного обучения в рамках Российского общества по неразрушающему контролю и технической диагностике, которая позволяет всем заинтересованным в получении знаний, необходимых для последующей сертификации, специалистам пройти теоретическую подготовку без отрыва от работы и самостоятельно проконтролировать уровень полученных теоретических знаний. Для этого используются специально разработанные электронные ресурсы. Подобный подход к обучению персонала постепенно становится доминирующим мировым трендом. Крупнейшие международные организации, в том числе МАГАТЭ, признают, что возможности, предоставляемые дистанционной системой обучения, являются самым актуальным инструментом для дальнейшего развития и гармонизации системы сертификации персонала. Система имеет модульную архитектуру, поэтому легко расширяется, модернизируется и масштабируется.

От производителей выступил генеральный директор УП «Белгазпромдиагностика» А.В. Иванов. В своем сообщении он привел результаты анализа промышленного использования современных технологий неразрушающего контроля. Было отмечено, что необходимо объединение усилий различных организаций стран СНГ для внедрения новых нормативно-правовых актов, в том числе стандартов по новейшим технологиям контроля. Это будет способствовать повышению уровня безопасности при эксплуатации потенциально опасных объектов, а также улучшению качества выпускаемой продукции.

Несомненный интерес вызвала демонстрация новых приборов и технологий ультразвукового неразрушающего контроля сварных швов металлов (TOFD-метод и фазированные решетки), новых разработок в области радиографического контроля ООО «Синтез НПФ» (Санкт-Петербург), приборов дистанционного визуально-оптического контроля.



На секции «Дефектоскопия материалов и промышленных изделий» наибольшее количество докладов было посвящено акустическим методам контроля, вклю-

чая его разновидности — ультразвуковой и оптоакустический. Часть докладов относилась к магнитографическому методу, методу шумов Баркгаузена, тепловизионному контролю, метрологии, включая создание эталона магнитного поля, и анализу подходов к метрологии современных ультразвуковых дефектоскопов.

Значительная часть докладов была направлена на решение актуальных проблем промышленности. Из докладов, посвященных акустическим методам, можно отметить работы К.Е. Абакумова и Р.С. Коновалова (СПГЭУ, Санкт-Петербург), в которых развита теория рассеяния волн Рэлея трещиноподобным дефектом, конкретизированы энергетические параметры возбуждаемых акустических мод, трансформированных в объемные волны при изменении граничных условий, включая модель нежесткого соединения. Важные для практики и развития теории распространения волн Стоунли и головных волн результаты представлены в докладах сотрудников ИПФ НАН Беларуси и БРУ (А.Р.Баев, О.С. Сергеева, А.Л. Майоров, М.В. Асадчая, Г.Е. Коновалов). В частности, экспериментально впервые показана принципиальная возможность распространения слабо затухающих квази-продольных волн вдоль границы металл–полимер и предложена теоретическая модель, хорошо согласующаяся с опытными данными. Дано теоретическое объяснение экспериментально обнаруженных авторами особенностей распространения объемных волн, трансформированных на выступе из волны Рэлея, и выявлена роль отходящей поперечной моды, трансформированной из краевой головной волны, в формировании результирующего акустического поля поперечных волн.

В работе коллектива сотрудников ИПФ НАН Беларуси (А.Р. Баев, И.В. Стойчева, А.Н. Костюк) и ИФ НАН Беларуси (А.И. Митьковец, В.Г. Гуделев) дальнейшее развитие получил оптоакустический контактный метод обнаружения поверхностных несплошностей (усталостные трещины и поры) с использованием импульсно-лазерного возбуждения ультразвука. Представлены данные, свидетельствующие о возможности существенного повышения чувствительности контроля трещин с малым раскрытием (~0,5 мкм) при установке источника лазерного излучения на расстоянии нескольких метров от объекта контроля.

Необходимо отметить работу А.В. Шилова, В.А. Новикова, А.В. Кушнера и др. (БРУ), в которой показана высокая эффективность выявления подповерхностных дефектов в стальном литье магнитооптическим методом. Особенность его заключается в использовании поляризуемых в магнитных полях гибких пленок, позволяющих визуализировать остаточные поля. Представлены методические подходы, дающие возможность нивелировать влияние мешающих факторов и оптимизировать условия контроля.

Решению важной задачи по установлению степени усталости металла методом шумов Баркгаузена посвящена работа сотрудника ИПФ НАН Беларуси В.А. Бусько. Разработаны оригинальная методика и компактное измерительное устройство, позволяющее в непрерывном режиме вести измерительный процесс, фиксируя спектральный шум непосредственно из области приложения сил изгибных колебаний ис-

пытательного устройства. Полученные спектрограммы позволяют определить условия приближения структуры металла к деструктивному состоянию.

Работа А.А. Лухвича, А.П. Гусева, В.Д. Пиунова (ИПФ НАН Беларуси) направлена на создание эталона магнитной индукции переменного магнитного поля. Представлены данные о погрешностях измерений и однородности магнитного поля в рабочих объемах.

Тепловизионному контролю для обнаружения дефектов дорожного покрытия посвящена работа И.С. Мельниковой и В.И. Борисова (БРУ), в которой показана принципиальная возможность выявления дефектов покрытия с чувствительностью и надежностью не хуже традиционно используемых методов визуального контроля.

В обзорном докладе сотрудников БелГИМ Н.А. Жаторы и В.В. Федорова изложены новые подходы к метрологическому обеспечению современных ультразвуковых дефектоскопов в связи с вводом в действие межгосударственного стандарта ГОСТ EN 1266.

На заседании секции «Контроль структуры и физико-механических характеристик материалов и изделий» доклады имели преимущественно прикладное значение по следующим основным направлениям: магнитный, оптический, вихретоковый, радиоволновый контроль, контроль физико-механических характеристик, электрохимический контроль, контроль параметров жидких сред, разрушающий контроль.

Результаты исследований по магнитным методам контроля структуры и физико-механических характеристик материалов и изделий представили сотрудники ИПФ НАН Беларуси, Объединенного института машиностроения (Минск), Института физики металлов УРО РАН (Екатеринбург). Доклады сотрудников ИПФ НАН Беларуси были посвящены: практическим вопросам неразрушающего контроля различных объектов из инструментальных, легированных, углеродистых сталей, новым информативным параметрам при магнитном контроле, совершенствованию оборудования и методик контроля, учету структурной и геометрической неоднородности поверхности объектов при построении калибровочных характеристик в процессе контроля остаточных напряжений методом эффекта Баркгаузена, исследованию возможности контроля коэффициента нормальной анизотропии листового проката стали импульсным магнитным методом, разработке метода и прибора для обнаружения витковых замыканий в тороидальных трансформаторах, магнитодинамическому методу контроля содержания ферромагнитной фазы в нержавеющей сталях аустенитного класса. Большой интерес вызвал доклад д-ра техн. наук А.П. Крениа по определению физико-механических характеристик пространственно-армированных углеродных композиционных материалов.

Доклады д-ра техн. наук С.Г. Сандомирского (ОИМ НАН Беларуси) посвящены особенностям намагничивания чугунов, совершенствованию преобразователей для измерения остаточного магнитного потока изделий массового производства.

В докладах представителей Института физики металлов УРО РАН (Екатеринбург) рассмотрено применение аппаратуры для определения ферромагнитных

неоднородностей в различных средах, исследованию магнитных свойств деформированных и термообработанных сталей.

В докладах сотрудников Белорусско-Российского университета были освещены проблемы мутнометрии масел с помощью средств волоконной оптики, дан анализ полей механических напряжений в автомобильных закаленных стеклах.

Большой интерес вызвал доклад О.К. Тявловского (БНТУ) «Измерительный преобразователь прибора контроля параметров жидких технологических сред на базе трансформаторного датчика». Слушателей заинтересовали коммерческие возможности разработки и перспективы ее использования.

Представителями Витебского государственного технологического университета и РИУП «Научно-технологический парк Витебского государственного технологического университета» сделаны стендовые доклады, которые были посвящены экспресс-методу определения несминаемости тканей, анализу показателей качества материалов для водозащитной одежды и моделированию процесса испытания полимерных материалов на изгиб.

В работе секции приняли участие представители ОАО «Беларуськалий» (Солигорск) и ОАО «Гомельский литейный завод «Центролит», а также студенты Белорусско-Российского университета.

На заседании секции «Контроль геометрических параметров объектов» были представлены 16 докладов и одно внеплановое выступление аспиранта Ю.О. Бондарева из Санкт-Петербургского национального университета ИТМО, доклад которого касался возможностей видеоэндоскопов для количественной оценки размеров дефектов в труднодоступных местах изделий.

Три доклада сотрудников ИПФ НАН Беларуси (В.А. Рудницкий, А.А. Лухвич, А.В. Чернышев) были посвящены решению актуальной проблемы контроля толщины защитных хромоникелевых покрытий камер сгорания жидкостных ракетных двигателей. Ввиду сложности проблемы из-за наличия множества мешающих факторов авторами были представлены результаты исследований трех физических методов: магнитного пондеромоторного, магнитодинамического и вихретокового методов, каждый из которых обладает присущими ему достоинствами и недостатками. Доклады вызвали большой интерес благодаря конкретике и практической направленности.

В докладе О.Л. Ермаковича (НИИ ПФП им. А.Н. Севченко БГУ) был рассмотрен вопрос повышения точности определения плотности бумажного полотна радиоизотопным плотномером. В работе подробно рассмотрены различные варианты пассивной компенсации влияния рассеяния бета-излучения на контролируемом полотне.

В.А. Михнев (ИПФ НАН Беларуси) привел обзорный анализ резонансных микроволновых датчиков для определения толщины неэлектропроводящих покрытий, нанесенных на металлическое основание, и датчиков для измерения влажности материалов.

В докладе И.У. Примака (БРУ) представлены теоретические исследования и расчеты определения тол-

щины наноразмерных металлических слоев на кремниевой подложке. Работа была позиционирована как необходимый задел для проведения последующих хозяйственных отношений с ОАО «Интеграл».

На заседании секции «Мониторинг, диагностика и прогнозирование остаточного ресурса технических объектов» было заявлено 28 докладов, посвященных оценке физического состояния различных технических объектов, из которых: шесть относятся к акустической диагностике технических устройств, пять докладов посвящены трибодиагностике узлов трения, шесть докладов – оценке остаточного ресурса различных технических объектов, четыре доклада – различным аспектам контроля протяженных технических объектов, к которым относятся металлические трубы и корпуса морских судов.

В докладе О.В. Холодилова и других сотрудников БелГУТ, ГГУ им. Ф. Скорины, РУП «Гомельэнерго» описывается комплексный подход к оценке качества подшипников качения на основе применения электро-резистивного метода и метода акустической эмиссии. Полученные результаты легли в основу разработанного стенда, позволяющего оценить качество подшипников.

В докладах сотрудников БНТУ А.Л. Жарина, К.В. Пантелева, А.И. Свистуна исследуются особенности диагностики узлов трения с использованием в качестве первичного преобразователя вибрирующего конденсатора, что позволило применить величину контактной разности потенциалов и плотность статического электрического заряда в качестве информационных параметров при оценке состояния поверхностей трущихся деталей.

В докладах сотрудников БГУИР П.Ю. Бранцевича, Е.Н. Базылева определен обобщающий параметр виброперемещений, который позволяет определить техническое состояние объекта при его пуске или останове. Разработаны соответствующие программные средства оценки технического состояния.

Поиску информационных признаков, позволяющих оценивать техническое состояние динамических объектов по измерению вибрационных сигналов, посвящены три доклада сотрудников ФГБОУ ВПО «Ижевский государственный технический университет им. М.Т. Калашникова».

В докладе сотрудников Севастопольского национального университета ядерной энергии и промышленности М.А. Елисеева, К.Н. Маловик обосновано введение ряда случайных характеристик и параметров, а также границ их изменения для более точного определения остаточного ресурса потенциально опасных технических объектов.

В докладе сотрудников Восточно-украинского национального университета им. В. Даля (Луганск) и Херсонской государственной морской академии В.В. Мирошникова и В.Б. Нестеренко показано, что измерение остаточной намагниченности участков корпуса судна позволяет определить знак и величину механических напряжений корпруса.

В докладе «Оценка состояния шарниров противовеса дворцового моста с помощью метода акустической эмиссии» сотрудника ФГБОУ ВПО «Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

В.В. Носова обосновано применение метода акустической эмиссии для оценки нагрузки шарнира.

В целом все доклады на заседании секции содержали новые интересные научные и технические результаты.



На заседании секции «Компьютерные технологии в неразрушающем контроле» С. И. Бахур и В. Н. Галушко, ученые Гомельского ГТУ им. П.О. Сухого, представили доклад, посвященный разработке методов и математических моделей количественной оценки показателей эксплуатационной надежности и эффективности работы электрооборудования, позволяющих учесть основные влияющие факторы. В докладе ученых БРУ А. Н. Василенко и других описано программное обеспечение поляризационно-оптического метода контроля механических напряжений в протяженных объектах. Разработанный программный пакет позволяет получить массив абсолютных значений напряжений вдоль всей поверхности протяженного объекта и оценить его состояние. Совместный доклад представителей Китая и Беларуси (Кан Шоучян, Ван Юйцзин, А.В. Микулович, В.И. Микулович) посвящен анализу спектра Гильберта сигналов вибрации подшипников качения с использованием метода EEMD и предложенного алгоритма выбора эффективных компонентов IMF, что позволяет лучше выявлять локальные детали сигналов и идентифицировать наличие дефектов подшипников качения. В двух докладах представителей Минского государственного высшего авиационного колледжа показан технический облик современного универсального информационно-диагностического комплекса для оценки состояния авиационных двигателей. Ряд докладов был посвящен моделированию различных преобразователей и магнитных полей.

Необходимо отметить, что большинство представленных докладов выполнены на высоком научно-техническом уровне и были интересны как производственникам, так и специалистам, разрабатывающим методы и средства неразрушающего контроля. Рекомендовано наиболее интересные научные результаты, представленные в докладах на конференции, опубликовать в специализированных научных журналах.

Проведенная конференция помогла участникам обменяться новейшими результатами в области физики и техники неразрушающего контроля и технической диагностики, установить научные и деловые контакты между академическими и вузовскими учеными и специалистами от промышленности.

Следующие, 6-я конференция и выставка планируются в сентябре 2017 г.

17-19 февраля 2015

Москва, гостиничный комплекс "Измайлово"



Российское общество по неразрушающему контролю и технической диагностике (РОНКТД)

Российское научно-техническое сварочное общество (РНТСО)

Технический комитет ТК-132 Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии РФ

Научно-промышленный союз "Управление рисками, промышленная безопасность, контроль и мониторинг" (НПС РИСКОМ)

Саморегулируемая организация Некоммерческое партнерство "Межрегиональное сотрудничество в области промышленной безопасности" (СРО НП "МЕЖРЕГИОН ПБ")

ООО "Энергодиагностика"

VIII международная научно-техническая конференция "Диагностика оборудования и конструкций с использованием магнитной памяти металла"

Темы конференции

Итоги развития метода магнитной памяти металла в России и других странах.

Опыт использования метода магнитной памяти металла (МППМ) при контроле и оценке ресурса газонефтепроводов, оборудования энергетики, нефтехимии, железнодорожного транспорта и других отраслей промышленности.

Критерии предельного состояния металла при оценке остаточного ресурса. Контроль напряженно-деформированного состояния оборудования и конструкций.

Контроль качества изделий машиностроения по структурной неоднородности и остаточным напряжениям.

Новые стандарты России и международные стандарты в области технической диагностики. Опыт РНТСО в области стандартизации через международный институт сварки.

Подготовка специалистов по методу МППМ и в области контроля напряженно-деформированного состояния и технической диагностики в НОАП НК ООО "Энергодиагностика".

Опыт и перспективы развития бесконтактного магнитометрического контроля газонефтепроводов и трубопроводов теплосети, расположенных под слоем грунта и в труднодоступных каналах.

Опыт НПС "РИСКОМ" в разработке нормативной документации в области промышленной безопасности управления рисками и мониторинга оборудования.

Опыт работы научно-технического совета СРО НП "Межрегион ПБ".

Телефон/факс: +7-498-6502523, +7-498-6616135, +7-498-6619281
<http://www.energodagnostika.ru> E-mail: mail@energodagnostika.ru



VI МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ «АТОМЭКСПО-2014»



КУЗЕЛЕВ

Никлоай Ревокатович

Д-р техн. наук, проф.,

ЗАО «НИИИМ МНПО «Спектр», Москва

9–11 июня в Москве прошел VI Международный форум «Атомэкспо», в рамках которого были организованы международная специализированная выставка и конгресс с участием представителей международных, государственных и общественных организаций, представителей российских и иностранных компаний, ведущих экспертов в сфере атомной промышленности. Главной темой форума в этом году стала «Атомная энергетика – условие энергетической стабильности».

Форум «Атомэкспо-2014» собрался уже в шестой раз, и за предыдущие годы стал представительной международной площадкой, которая дает специалистам разных стран возможность обменяться мнениями по самому широкому кругу вопросов – от роли атомной генерации в энергосистемах разных стран до современных требований к системам безопасности и оценки их стоимости.

В пленарном заседании приняли участие генеральный директор Госкорпорации «Росатом» С.В. Ки-

риенко, экс-генеральный директор Агентства по ядерной энергетике ОЭСР Л. Эчаварри, заместитель генерального директора МАГАТЭ А. Бычков, руководители ядерных ассоциаций и крупнейших компаний, представители международных, государственных и общественных организаций, ведущие эксперты в сфере атомной энергетики (рис. 1).

На открытии форума С.В. Кириенко отметил, что благодаря опыту долгой и плодотворной совместной работы представительство иностранных делегатов на форуме по-прежнему велико, что позволяет с оптимизмом смотреть в будущее, решая текущие задачи. В то же время он подчеркнул, что на рынке для продвижения атомных технологий все чаще требуется комплексное предложение, которое невозможно без интеграционных процессов и установления доверительных связей между участниками рынка.

По наиболее важным темам участники пленарного заседания могли высказать свое мнение голосованием. Так, 60,7 % участников сессии выразили мнение, что доля атомной энергетики в мировом балансе к 2030 г. увеличится, а 30,8 % считают, что останется на прежнем уровне. Два этих показателя свидетельствуют о высокой поддержке развития атомной энергетики среди профессионального сообщества. Подавляющее большинство участников (58,8 %) на во-



Рис. 1. Открытие VI Международного форума «Атомэкспо»

прос о том, что будет наиболее привлекательно для потенциальных заказчиков АЭС в новых проектах, указали на себестоимость производства электроэнергии, что свидетельствует о поддержке главной темы форума.

В работе VI Международного форума «Атомэкспо» приняли участие 3544 представителя из 600 организаций, в том числе 283 иностранных компаний. В рамках форума было представлено 42 иностранных государства. Мероприятие освещали 245 представителей российских и иностранных средств массовой информации.

Круглые столы в рамках конгресса

В рамках конгресса прошли шесть круглых столов. 10 июня в рамках VI Международного форума «Атомэкспо-2014» состоялся ряд круглых столов, в которых приняли участие как представители стран, лидирующих в использовании ядерной энергетики, так и представители стран, только планирующих развивать данную отрасль. Основной темой круглых столов стало развитие международного сотрудничества в этой области.

Кроме того, обсуждались: глобальные тенденции и стратегические цели в области подготовки и развития персонала в атомной энергетике, высшее профессиональное образование, вовлеченность и развитие персонала, повышение квалификации в атомной энергетике.

Выставка «Атомэкспо-2014»

В рамках Международного форума «Атомэкспо-2014» прошла специализированная выставка как ведущих российских, так и зарубежных предприятий атомной промышленности и смежных отраслей. Выставка позволила лидерам отрасли обменяться передовым опытом, практикой внедрения новых подходов, значительно расширить сферу присутствия и представить свою продукцию и услуги представителям мировой атомной индустрии.

Экспозиция ФГУП «Приборостроительный завод» (ФГУП «ПСЗ») (рис. 2) демонстрировала современный подход к комплексному оснащению атомных предприятий средствами НК. На предприятии функционируют контрольно-аналитическая, испытательная и метрологическая службы. В центральной заводской лаборатории проводятся научно-исследовательские и контрольно-аналитические работы с использованием современного оборудования и прогрессивных технологий. Применяются методы: химические методы анализа (качественный и количественный с применением масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой и атомно-абсорбционной спектрометрии), спектральные методы анализа (с применением оптико-эмиссионных и рентгенофлуоресцентных портативных экспресс-анализаторов); металлографические методы (микро- и макроанализ внутренней структуры и поверхностей стерео- и инвертированными микроскопами); неразру-



Рис. 2. Экспозиция ФГУП «Приборостроительный завод»

шающие методы контроля (ультразвуковая и магнитная дефектоскопия, рентгеногаммаграфия). Метрологическая служба предприятия аккредитована на право поверки средств измерений, аттестации методик измерений, метрологической экспертизы документации.

Научно-исследовательские организации ЗАО «Наука и инновации» (Госкорпорация «Росатом») в рамках единой экспозиции представили новые технологические разработки: ОАО «НИИТФА», ФГУП «НИИ НПО «ЛУЧ», ОАО «НИФХИ им. Л. Я. Карпова», ОАО «ИРМ», ОАО «ВНИИХТ», ОАО «ГНЦ НИИАР», ОАО «НИИГРАФИТ», ФГУП «ГНЦ РФ-ФЭИ» и ОАО «ГИРЕДМЕТ».

ОАО «НИИТФА» экспонировало ряд перспективных разработок гамма-дефектоскопической аппаратуры переносного типа: гамма-дефектоскопы «Унигам Р», «Гаммарид 2010 Р» (рис. 3).



Рис. 3. Гамма-дефектоскопы «Унигам Р», «Гаммарид 2010 Р»

ФГУП «НИИ НПО «ЛУЧ» продемонстрировало широкий спектр монокристаллических и высококачественных материалов, используемых в промышленности, в том числе вольфрама и молибдена, используемых при изготовлении узлов и элементов, а также в качестве оболочек твэлов высокотемпературных установок.

Брифинг в рамках форума «Атомэкспо-2014»

Госкорпорация «Росатом» намерена принимать активное участие в национальных программах по атомной энергетике стран Латинской Америки; речь, в частности, идет о возможной постройке АЭС в этом регионе, о чем сообщил заместитель гендиректора «Росатома» Кирилл Комаров.



Рис. 4. Тенденции роста заказов на строительство АЭС

«Мировая атомная энергетика нуждается в введении стандартов требований к реакторам», — заявил глава госкорпорации «Росатом» Сергей Кириенко. «Наверное, нельзя сейчас привести к полной стандартизации все предлагаемые к сооружению АЭС, но стандартизировать минимально необходимые требования к реакторам, мне кажется, возможно. Сделали же мы это, когда формулировали так называемые постфукусимские требования, они у нас сегодня практически полностью стандартизированы. И стандартизировать необходимо именно требования, а не способы решения. Например, требованием может быть обеспечение независимых источников водоснабжения, а также энергоснабжения», — развил он свою мысль. По словам главы «Росатома», не менее важно к этой работе подключать эксплуатирующие организации, которые несут ответственность за ядерную безопасность.

В свою очередь генеральный директор Всемирной ядерной ассоциации Агнетта Ризинг сообщила, что сейчас в мире идет строительство 72 атомных реакторов (рис. 4). «Это самый крупный показатель за последние 20 лет», — сказала А. Ризинг. Она отметила, что Россия активно ведет строительство новых атомных энергоблоков.

Методы и средства контроля в атомной промышленности

Специфика атомной промышленности обусловила широкое применение средств контроля и диагностики, имеющих ряд особых свойств. Именно это привело к развитию новых направлений — ядерного приборостроения и измерительно-информационных технологий, которые вобрала в себя широкий спектр последних достижений в области приборных, схемных и конструктивных решений, разработки детекторов и технических средств регистрации.

Комплексное развитие научного потенциала, обеспечивающее расширение применения ядерных технологий, как одна из стратегических целей атомной от-

расли, было четко сформулировано руководством отрасли. Передовые страны в области ядерной энергетики уделяют вопросам безопасности особое внимание. Такие крупные компании, как «Вестингауз» (США), ЭДФ (Франция) и «Сименс» (Германия), вкладывают в создание информационно-измерительных систем, важных для безопасности энергоблоков и производств, большие финансовые средства, подключают для их разработки крупные научные коллективы. Актуальной проблемой является замена морально и физически устаревших информационно-измерительных систем, а также отдельных приборов на новые, современные системы и приборы. По признанию американских специалистов, внедрение в последние годы новых измерительно-информационных систем на энергоблоках США позволило повысить их безопасность примерно в 5 раз [1].

К сожалению, Россия начала терять лидирующие позиции, так как в настоящее время нарастает тенденция замещения отечественных приборных средств аналогичной продукцией западных концернов, в том числе в секторе обеспечения ядерной и радиационной безопасности.

Изложенное демонстрирует современные тенденции при разработке приборов использовать системный подход, обеспечивать высокую степень автоматизации, применение вычислительной техники и робототехники. [2]. В процессе становления и развития ядерных технологий и необходимости их автоматизации появился новый класс информационно-измерительной техники — измерительные информационные системы, выполняющие сбор, обработку, передачу, хранение, отображение информации и выработку управляющих воздействий на объект контроля [3]. Перечень контролируемых параметров включает в себя (рис. 5): состав и концентрацию химических элементов, влажность сыпучих материалов, уровни жидких и сыпучих веществ, наличие дефектов, плотность, мутность жидких сред, геометрические размеры, внешний вид, толщину покрытий и листовых материалов и др. [4].



Рис. 5. Параметры, контролируемые датчиками

Одним из путей решения этой задачи является использование модульного принципа построения аппаратуры проектной компоновкой из набора унифицированных модулей при соблюдении их совместимо-

сти (конструктивной, информационной, энергетической, программной, метрологической, эксплуатационной).

Таким образом, устройства контроля приобретают черты сложных автоматических технических систем, которые имеют в своем составе устройства, обеспечивающие предъявление и идентификацию объекта контроля, сравнение измеренного значения с полем допуска; контроль технической и метрологической работоспособности аппаратуры; представление результатов контроля и т.д.

Итоги форума

За три дня работы участникам VI Международного форума «Атомэкспо-2014» удалось выполнить программу-максимум: встречи официальных делегаций на высшем уровне, переговоры руководителей крупнейших компаний атомной отрасли, подписание международных соглашений и меморандумов, а также многочисленные дискуссии.



Рис. 6. Участники переговоров от предприятия ОАО «Амплитуда» (совместного с немецкой фирмой «Ханс Велшмиллер») (И. С. Коновалов справа) и ЗАО «НИИИИ МНПО» (Н.Р. Кузелев слева)

На форуме состоялись деловые переговоры между ЗАО «НИИИИ МНПО» (Н. Кузелев) и фирмами, уже работающими на атомную отрасль. С совместным предприятием ОАО «Амплитуда» (И.С. Коновалов, зам. директора по развитию) намечено развитие тематики поставок приборов ультразвукового и электромагнитного неразрушающего контроля для строительства АЭС, большой интерес был проявлен к возможности послевузовского обучения кадров и защиты диссертаций в НИИИИ (рис. 6).

Важная информация для понимания ситуации в новых условиях развития получена от управляющей компании «Казатомпром» (уранодобывающая и горнорудная компания, совместная с «Росатомом»). Руководство компании гарантировало заказы от своих предприятий на поставку средств анализа состава руд

и металлов и систем управления на их основе в целях повышения извлечения руды.

В беседе с замдиректора МАГАТЕ А. Бычковым было отмечено, что приборные департаменты МАГАТЕ по-прежнему заинтересованы в информации о приборах и методах неразрушающего контроля, создаваемых НИИИИИ. Особенно это связано с расширением строительства АЭС в мире и необходимостью прогноза их безаварийной работы в течение многих лет, что и отслеживает МАГАТЕ.

В своем выступлении на открытии форума С.В. Кириенко отметил: «Особенную потребность в атомной энергетике испытывают страны с быстроразвивающейся экономикой». Именно такие страны приняли активное участие в форуме, среди которых Аргентина, Вьетнам, Индия, Индонезия, Малайзия, Турция, Финляндия, ЮАР и др.

По итогам обсуждений большинство участников выразили уверенность в увеличении доли атомной энергетики в мировом балансе. А конкурентным преимуществом атомной энергетики, по мнению участников, является стоимость производства энергии.

На форуме были подписаны важные документы о дальнейшем сотрудничестве, такие как: Меморандум по созданию Информационного центра по атомной энергии на территории Республики Беларусь, Меморандум о сотрудничестве в области развития системной инженерии и технологий управления и проектирования сложных инженерных объектов между объединенной компанией ОАО «НИАЭП» – ЗАО «АСЭ» с компанией IBM, а также Меморандум о партнерстве по вопросам сотрудничества в области развития систем управления проектами между объединенной компанией ОАО «НИАЭП» – ЗАО «АСЭ» и некоммерческим партнерством «Ассоциация управления проектами «СОВНЕТ».

Подводя итоги форума, хотелось бы предложить предприятиям, работающим в области неразрушающего контроля, объединить усилия и принять участие в следующем форуме, например, в рамках Российского общества по неразрушающему контролю и технической диагностике.

Библиографический список

1. Агапов А.М., Новиков Г.А., Руднев Ю.П. Основы практического менеджмента на предприятиях ядерной индустрии / под ред. Ю.П. Руднева. М.: ГЦИПК, 2006. 368 с.
2. Кузелев Н.Р. Датчики для систем контроля и управления технологическими процессами // Тяжелое машиностроение. 2005. № 9. С. 2 – 7.
3. Кузелев Н.Р. Средства аналитики, диагностики и неразрушающего контроля для топливного цикла и атомной энергетики // Тяжелое машиностроение. 2005. № 4. С. 2 – 4.
4. Кузелев Н.Р. Методы и средства неразрушающего контроля и анализа в атомной энергетике и промышленности. М.: Машиностроение, 2009. 256 с.



СТРАГНЕФОРС

Светлана Александровна

Президент КАНКТД,
Республика Казахстан

Если вы представляете независимую компанию и предлагаете услуги в области неразрушающего контроля и технической диагностики, то самым важным для вас является конкурентное преимущество. А оно в нашей области может быть только за счет новых технологий (приборов и методик) и желания заказчика применить это новое. Лидерами приобретения новых технологий в Казахстане являются предприятия, входящие в государственный холдинг АО «НК «Самрук-Казына», и до недавнего времени они скупали все возможные дорогие новинки оборудования, которые активно презентовали им производители и представители, и благополучно их складировали.

Ситуация изменилась, и теперь тот же заказчик желает приобрести уже не оборудование, а услугу на том оборудовании, которое ему понравится при презентациях и опробованиях, показанное производителями и представителями. И закономерно возникает вопрос, как оказывать такую услугу, если нет нормативных документов, позволяющих использовать результаты, полученные с применением данного оборудования, и нет специалистов, сертифицированных (именно сертифицированных согласно терминологии ISO 9712) по методам, на основании которых работает оборудование, и имеющих опыт его применения?

Долгое время производители оборудования НК были не очень заинтересованы не то чтобы в разработке методического обеспечения и его стандартизации, а даже в гармонизации имеющихся в мире стандартов для продвижения своего товара на местном рынке. Сейчас благодаря определенным экономическим обстоятельствам и наложению санкций на ряд стран-производителей положение вещей должно кардинально меняться. От производителя, его коммерческих представителей будет зависеть не только судьба про-

даж, но в итоге и внедрение новых технологий. Если не будет нормативного обеспечения, стандартов для включения в область аккредитации испытательной НК-лаборатории, то не будет и продаж НК-оборудования. Если не будут гармонизированы стандарты по терминологии и основным требованиям по применению методов согласно базовому ISO 9712–2012, то не будет и квалифицированных специалистов для работы на предлагаемом НК-оборудовании.

И вот здесь начинается самое интересное в системе стандартизации, так как для производителей встают вопросы, как внедрить имеющиеся международные стандарты на местный рынок и как привлечь субъекты аккредитации для их применения? Именно в этой последовательности производитель – стандартизатор – субъект аккредитации. Существующая система в обратную сторону результатов фактически не дает и существенно сказывается на конечной цене услуги или цене «отката» за то, чтобы заказчик закрыл глаза на несоответствующее нормативное обеспечение и аккредитацию исполнителя.

Теперь давайте обратимся к стандартизатору, без финансирования которого разработка стандартов и их гармонизация невозможна. В Казахстане в отличие от России субъектов стандартизации, технических комитетов (ТК) не так много, и в последнее время идет позитивный процесс пересмотра процедуры создания и деятельности ТК в сторону их отраслевой направленности на базе национальных ассоциаций. Так, из более чем 90 зарегистрированных ТК в базе данных РГП «Комитета по техническому регулированию и метрологии» Министерства индустрии и развития Республики Казахстан действующими на сегодняшний день являются не более 50, из них уже в этом году часть ТК была реорганизована по отраслевому принципу и областям стандартизации, соответствующим комитетам ISO. Государственная поддержка оказывается отраслевым ТК, направления деятельности (стандартизация процессов) которых поддерживают Программу индустриализации Республики Казахстан и Дорожную карту «2020». Но этих мер недостаточно для полноценной работы отраслевых ТК, так как рынок Казахстана слишком мал для финансирования стандартизации новых технологий и их внедрения.

ТК 76 «Неразрушающий контроль и техническая диагностика» создан в 2011 г. на базе ОЮЛ «Казахстанская ассоциация неразрушающего контроля и технической диагностики», аккредитованной согласно законодательству Республики Казахстан в статусе национальной, что полностью соответствует принципу представления интересов отраслевых игроков рынка. Основной проблемой, с которой мы столкнулись за период деятельности ТК 76, является почти полное отсутствие государственного регулирования отрасли.

Отсюда слабый несистемный надзор в области НК и ТД, вследствие чего незначительный спрос на разработку и внедрение отраслевых национальных стандартов. В Казахстане до сих пор стандартизировано применение всего шести методов НК (ВИК, УЗК, РК, МПК, ПВК, ТК), и то в очень ограниченном количестве для практического использования на объектах, а значит, и с очень ограниченной областью аккредитации испытательных лабораторий. В то же время экономический рост государственных корпораций и огромные государственные закупки, осуществляемые ими, привели к культивированию корпоративных стандартов. Аналогичная тенденция прослеживается и в Российской Федерации, где крупнейшие государственные компании устанавливают свои, наднациональные правила, в том числе и в стандартизации без учета существующей базы национальных стандартов и специфики системы аккредитации испытательных лабораторий и инспекционных компаний.

Как известно, во многих странах мира корпоративные стандарты со временем становились государственными, а некоторые в дальнейшем были приняты и в качестве международных. Но не надо забывать, что данная трансформация основана на системной государственной политике, предоставляющей равные возможности всем игрокам рынка. В нашей же ситуации корпоративные стандарты, чаще всего представляющие собой просто список требований заказчика к участникам государственных закупок, выполняют роль фильтра негодных компаний.

Выходом из сложившейся ситуации является прежде всего признание факта серьезного нормативного отставания в области НК и ТД на государственном уровне, как это было продемонстрировано заместителем председателя правительства Российской Федерации Д.О. Рогозиным по вопросу стандартизации в области приборостроения. Далее национальным обществам НК нужно объединить свои усилия и взять на себя управление МТК 515 «Неразрушающий контроль», который является зеркальным по отношению к ТК 135 ISO. Таким образом, будет создана возможность сформировать работоспособную систему стандартизации в рамках ЕЭК, которая должна быстро реагировать на все потребности рынка и аккумулировать единый финансовый фонд на разработку стандартов в формате ГОСТ. В противном случае в виду отсутствия финансирования и организационной структуры ситуация в области стандартизации НК никогда не исправится, и мы будем, как и сейчас, двигаться параллельно в вопросах стандартизации, возводя национальные барьеры, и формате ЕЭК в целом будем существенно отставать от развитых стран мира.

Нагляднейшим примером существующей разобщенности является разработка уже неоднократно упомянутого ISO 9712. В Казахстане действует СТ РК ISO 9712–2008 на основе ISO 9712–2005, который используется в качестве схемы сертификации органа по подтверждению соответствия персонала (ОПС-П), аккредитованного по СТ РК ISO/IEC 17024–2012. В России этот же ISO 9712–2005 переработан в ГОСТ Р со своей спецификой. В 2015 г. в Ка-

захстане вводится в действие уже последняя версия ISO 9712–2012, но опять в статусе СТ РК, а в России активно обсуждаемый всеми участниками рынка стандарт опять не принят в качестве даже ГОСТ Р. А всем нам он необходим не в национальном формате, а в ГОСТе, что даст возможность признавать результаты ОПС-П для аккредитации лабораторий и оказывать услуги хотя бы в рамках Таможенного союза (ТС). Здесь важно отметить, что Единый реестр испытательных лабораторий ТС направлен только на сертификацию товаров согласно требованиям принятых в ТС технических регламентов.

Примером отставания стандартизации от развития и практики применения новых технологий является спрос на применение на опасных производственных объектах оборудования с использованием методов акустической эмиссии и магнитной памяти металла. Да, российские разработчики оборудования имеют пакетное предложение методик, но все они не стандартизованы, а существующие по данным методам международные стандарты не гармонизированы. Тем не менее в системе госзакупок Республики Казахстан в 2014 г. заказчики вводят в технические задания оказание услуг с использованием данных методов.

К наиболее непрозрачным с точки зрения стандартизации относятся НК-услуги по обслуживанию магистральных трубопроводов (в том числе и классическая внутритрубная диагностика) и при строительстве использующие автоматизированный ультразвуковой контроль, дифракционно-временной метод (ТОFD) и цифровую радиографию. Именно оборудование на основе данных методов является хитом продаж у многих производителей уже не первый год, но они в свою очередь не спешат его стандартизировать в виду отсутствия работоспособной системы – отраслевого межгосударственного технического комитета (МТК).

И вот мы подошли к самому проблемному вопросу в самой системе стандартизации – МТК. Их по официальному Указателю Межгосударственного совета (МГС) по стандартизации, метрологии и сертификации 536 (доступная в интернете база содержит 534 МТК), большая часть из них имеет дублирующую область стандартизации и создана на базе одного-двух научно-исследовательских институтов или активной группы представителей определенных разработчиков и производителей. Назвать МТК в той форме, в которой они существуют сейчас, «межгосударственными» невозможно. В данной ситуации МГС совместно с национальными органами по стандартизации начал процесс пересмотра деятельности МТК и разработал ГОСТ 1.4 «Межгосударственные комитеты по стандартизации. Правила создания и деятельности» взамен ПМГ 02-2008.

Но нас интересует прежде всего МТК 515 «Неразрушающий контроль», который является зеркальным по отношению к ТК 135 ISO «Неразрушающий контроль», созданный на базе Всероссийского научно-исследовательского института оптико-физических измерений (ВНИИОФИ). Система комплексного информационного обеспечения, разработанная и управляемая БелГИСС по решению МГС, не дает нам списка

членов, так же как и разрабатываемое по запросу ТК 76 Положение об МТК 515, в котором имеется ссылка на Приложение «Перечень организаций – членов МТК». Вот уже два года ТК 76 активно через государственный уполномоченный орган Республики Казахстан пытается начать работать в данном МТК 515 в качестве члена, направляет список горящих стандартов по новым технологиям для включения в план стандартизации, просит предоставить необходимую информацию, а самое главное – учесть замечания в Положении об МТК 515, но все тщетно. Руководство и секретариат данного МТК игнорируют обращения в свой адрес и активно прикрываются Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии Российской Федерации, собственностью которого является ВНИИОФИ. Такая ситуация в межгосударственной

системе стандартизации беспокоит всех в отрасли НК. Из-за нежелания базовой организации МТК 515 работать с производителями и сервисниками НК многие из них стали открывать МТК в области технической диагностики или создавать подкомитеты не в профильных МТК, что создало еще большую разобщенность в отрасли и в процессе стандартизации НК в частности. Обращения ТК 76 в ГОСТАНДАРТ Российской Федерации о смене секретаря МТК 515 или передаче функций МТК 515 более заинтересованной в работе организации остаются без ответа. Все это говорит о том, что работоспособную систему стандартизации НК для разработки единых для всех стран ЕЭК ГОСТов мы получим не скоро, а значит, в отрасли, как и в национальных системах безопасности, хаос сохранится надолго. ■



Спектр
Издательский дом

Шубочкин А.Е.

РАЗВИТИЕ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВИХРЕТОКОВОГО МЕТОДА НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ



ISBN 978-5-4442-0075-9. Формат - 60x90 1/16, 288 страниц, год издания - 2014.

Изложены история развития и теоретические основы вихретокового контроля. Рассмотрены способы контроля накладными и проходными ВТП, вихретоковая дефектоскопия и толщинометрия, контроль качества ферромагнитных изделий. Представлены современные методы моделирования вихретокового контроля и способы выделения информативных сигналов. Рассмотрены приборы, средства контроля и программные продукты ведущих мировых производителей, созданные для использования в области вихретокового контроля.

Предназначена для специалистов, работающих в области исследования метода вихретокового контроля, создания и эксплуатации средств НК, преподавателей и студентов ВУЗов.

800 руб.

119048, г. Москва, ул. Усачева, д. 35, стр. 1. 000 «Издательский дом «Спектр»
Телефон отдела реализации: (495) 514-26-34. Дополнительный телефон офиса: (926) 615 17 16.
E-mail: zakaz@idspektr.ru. Http://www.idspektr.ru

НОВЫЙ СТАНДАРТ КАЧЕСТВА
УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ДЕФЕКОСКОПОВ

УСД-50



Ультразвук как искусство



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

WWW.KROPUS.RU

МОСКВА • САНКТ-ПЕТЕРБУРГ • ЕКАТЕРИНБУРГ • ПЕРМЬ

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

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

СТАНДАРТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЙ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ СТАЛЬНЫХ КАНАТОВ: СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ



СУХОРУКОВ
Василий Васильевич

Д-р техн. наук, проф., лауреат Государственной премии РФ, академик Академии электротехнических наук РФ и Международной академии неразрушающего контроля, президент ООО «Интрон плюс», Москва

Рассмотрено состояние стандартизации в области неразрушающего контроля (НК) стальных канатов в РФ и за рубежом, а также международной стандартизации. Проблемы заключаются в недооценке важности своевременного введения технологий НК в стандарты и нормы безопасности, связанные с применением стальных канатов на опасных производственных объектах. Требуется разработка и принятие новых стандартов и других нормативных документов в этой области, особенно в РФ, где они представлены весьма слабо и редко пересматриваются. Обновление стандартов должно быть более частым, и при этом важно учитывать накопленный в мире опыт применения НК канатов.

Подход к стандартизации в сфере неразрушающего контроля (НК) в России в настоящее время определяется Федеральным законом №184-ФЗ от 27 декабря 2002 г. «О техническом регулировании». Как известно, с 1 сентября 2011 г. все нормативные правовые документы в области технического регулирования имеют добровольное применение в отличие от обязательного, действовавшего до этого момента. Это привело к резкому снижению авторитета и применимости стандартов в стране, поскольку до сих пор владельцы и руководители предприятий и организаций считают, что необязательные нормы и правила выполнять не надо. При этом они полагают, что ответственности за несоблюдение рекомендуемых нормативов предприятия не должны нести. Однако на самом деле ответственность за негативные последствия из-за несоблюдения требований этих норм и правил ложится на них полностью.

Кроме того, на интерес к стандартизации повлияло резкое снижение государственного финансирования разработки и пересмотра стандартов, а также затянувшийся процесс создания технических регламентов и не-

эффективность многих саморегулируемых организаций, призванных обеспечить выполнение этих регламентов.

Однако можно надеяться, что все это временные трудности, хотя и серьезные. Ведь изменить менталитет — очень непростая проблема, для решения которой нужны время и серьезные усилия. С другой стороны, такой подход к стандартизации — установившаяся мировая практика. Так, 12 000 стандартов созданы и поддерживаются Американской международной добровольной организацией ASTM International (American Society for Testing and Materials). Следование этим стандартам добровольное. Правительство США настоятельно рекомендует применять их везде, где это возможно, и эти рекомендации соблюдаются компаниями, как правило. Ссылки на соответствие требованиям стандартов обязательно включаются в договоры между заказчиком и поставщиком услуг или оборудования НК. Такой подход был бы весьма полезен для РФ в условиях почти полного отсутствия стандартов, норм и правил по НК канатов.

Стальные канаты как объекты НК очень разнообразны по конструкции, параметрам и применениям. Канаты относятся к неремонтируемым элементам машин и сооружений. Снижение запаса их прочности из-за износа или повреждения повышает опасность аварий и часто требует замены каната. Нормы безопасности для канатов нередко устанавливаются на основе оценки допустимого срока их эксплуатации, а не по фактическому состоянию. Это может приводить к значительным экономическим потерям в случае преждевременной замены дорогого и вполне годного к дальнейшей эксплуатации каната. С другой стороны, в пределах допустимого срока фактическое состояние может оказаться хуже установленного предела, и это опасно. Поэтому очевидно, что только критерии, основанные на оценке фактического состояния, позволят обеспечить необходимый уровень безопасности при минимизации экономических затрат.

Состояние каната в эксплуатации оценивают как разрушающими, так и неразрушающими методами. Первые используют для оценки прочности образцов при различных видах нагружения, а вторые — для определения потери прочности из-за абразивного износа, коррозии и повреждений. Визуально-измерительные методы НК позволяют оценить износ, коррозию и повреждения проволок на поверхности каната. Магнитный метод решает не только эту задачу, но и дает информацию о состоянии проволок внутри каната. Кроме того, магнитные дефектоскопы измеряют важный интегральный параметр потери прочности каната — потерю его металлического сечения (LMA — Loss of Metallic Area).

Магнитный и электромагнитный НК стальных канатов применяется на практике десятки лет. Вначале широко внедрившись в горнодобывающую промышленность для контроля канатов шахтных подъемов, эти технологии успешно используются для контроля состояния

канатов подъемных кранов, канатных дорог, подвесных мостов, оттяжек газовых факелов и мачтовых сооружений, а также других опасных производственных объектов. Богатый опыт, накопленный при этом, нашел отражение в стандартах и других нормативах и правилах как национальных, так и международных, например в американских стандартах ASTM [1], ASME (Американское общество инженеров-механиков) [2]; южно-африканском SANS [3], международных – ISO [4], EN [5]. Специфику НК канатов, работающих в море, отражает руководство IMCA – саморегулируемой Международной ассоциации морских подрядчиков [6]. В России действуют нормативные документы Ростехнадзора, обязательные к применению: правила и инструкции по безопасности [7–10] и методические указания [11].

Наиболее полно методика электромагнитного и магнитного НК канатов изложена в [1]. Стандарт содержит требования к применяемой аппаратуре и процедуре ее калибровки, к настроечным образцам, а также к процедуре контроля. Приведены ограничения, присущие различным вариантам технологии контроля. Методические указания Госгортехнадзора РФ [11] также достаточно полно излагают эти требования, однако им уже почти 15 лет, и необходимы пересмотр и дополнение документа с учетом накопленного за это время опыта и новых технических возможностей. Заметим, что стандарт ASTM [1] пересматривается каждые 5 лет.

Вообще проблема периодического пересмотра стандартов достаточно актуальна не только в России. Конечно, стандарты должны отражать хорошо проверенные практикой достижения технологий НК. Но с другой стороны, следует своевременно вводить в стандарты новые технологии, позволяющие обеспечивать более высокую безопасность эксплуатации объектов контроля, снижать экономические потери от аварий из-за невыявленных дефектов и из-за преждевременной замены вполне пригодных для дальнейшего применения элементов оборудования и конструкций.

В этом аспекте характерным примером может служить стандарт ISO 4309 [4]. Он устанавливает требования к канатам подъемных канатов, и в нем упоминается применение электромагнитного НК канатов как дополнение к визуальному контролю тех участков каната, которые могут быть изношены. Но в документе отсутствует важнейший интегральный параметр оценки степени износа каната – потеря металлического сечения (LMA), который уже давно вошел в другие общепринятые стандарты и нормы [1–3, 5–11]. Этот параметр измеряется только приборами магнитного и электромагнитного НК, так как требует оценки не только поверхностного износа и/или коррозии каната, но и внутреннего, не доступного визуальным средствам.

Очевидно, назрела необходимость введения понятия LMA в стандарт ISO 4309, так как в противном случае требования к оценке фактического состояния канатов кранов будут существенно и необоснованно отличаться от принятых во всем мире для других областей применения канатов. Это можно сделать в ближайшее время при очередном пересмотре стандарта. Кроме того, в него следует ввести общепринятое понятие «локальный дефект» (LF – local fault), а также предусмотреть требова-

ния о применении магнитного или электромагнитного НК при периодическом обследовании канатов и обследовании после их повреждения. Эти требования следует ввести вначале хотя бы для кранов большой грузоподъемности, работающих с дорогими канатами большого диаметра, а затем распространить их и на другие типы кранов с учетом полученного опыта.

В нормах и правилах Ростехнадзора по подъемным сооружениям (кранам) понятие «потеря внутреннего сечения» каната присутствует, так же как и способ его определения средствами НК [9]. Несмотря на это, задача создания стандарта по магнитному и электромагнитному НК стальных канатов весьма актуальна. При его разработке следует максимально учесть упомянутые стандарты, нормы и правила и прежде всего документы [1–3, 11]. Такой стандарт должен распространяться на канаты различных конструкций в максимально широких областях применения как на подвижные (шахтные подъемы, краны, канатные дороги), так и на неподвижные (несущие, вантовые).

Может оказаться целесообразным создание серии стандартов в этом направлении, с тем чтобы учесть специфику конструкции и областей применения канатов.

Таким образом, можно сделать вывод, что, к сожалению, в России процесс стандартизации НК, и в частности стандартизации НК стальных канатов, отстает от общемирового по ряду причин, указанных в статье. Хочется надеяться, что это отставание удастся преодолеть в не столь отдаленном будущем, ведь предпосылки для решения этой проблемы вполне реальны.

Библиографический список

1. ASTM E1571-11. Standard Practice for Electromagnetic Examination of Ferromagnetic Steel Wire Rope // ASTM Book of Standards. V. 03.03 / ASTM International. West Conshohocken, 2011.
2. ASME B 30.2-2011. Overhead and Gantry Cranes. Rope Replacement and Maintenance. Sec. 2-4.3 / American Society of Mechanical Engineers. New York, 2011.
3. SANS 10369:2007. Non-destructive examination and testing of steel wire rope / SABS (South African Bureau of Standards), SABS Standard Division. Pretoria, 2007.
4. ISO EN4309:2010. Cranes – Wire Ropes – Care and maintenance, inspection and discard / International Organization for Standardization. Geneva, 2010.
5. CEN, EN 12927-8. Safety Requirements for Cable Way Installation Designed to Carry Persons. Ropes, Magnetic Rope Testing (MRT). Part 8. Brussels, 2004.
6. Guidance on Wire Rope Integrity Management for Vessels in the Offshore Industry // IMCA SEL 022/IMCA M 194, October 2008.
7. Правила безопасности в угольных шахтах: Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности. М.: Ростехнадзор, 2013.
8. ПБ-03-553–03. Единые правила безопасности при разработке рудных, нерудных и рассыпных месторождений полезных ископаемых подземным способом. М.: Госгортехнадзор, 2003.
9. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения. М.: Ростехнадзор, 2013.
10. РД-10-171–97. Инструкции по проведению дефектоскопии стальных канатов пассажирских подвесных канатных дорог. М.: Госгортехнадзор, 1997.
11. РД-03-348–00. Методические указания по магнитной дефектоскопии стальных канатов. Основные положения. М.: Госгортехнадзор, 2000.

СТАНДАРТИЗАЦИЯ В ОБЛАСТИ ДИАГНОСТИКИ И МОНИТОРИНГА ПОРШНЕВЫХ КОМПРЕССОРОВ



КОСТЮКОВ

Владимир Николаевич

Д-р техн. наук, профессор,
лауреат премии Правительства РФ,
генеральный директор

Научно-производственный центр «Динамика», Омск



НАУМЕНКО

Александр Петрович

Д-р техн. наук, профессор,
руководитель НУЦ «НеКоДиМ»

Интенсивное внедрение систем мониторинга поршневых компрессоров (ПК), функционирующих на опасных производственных объектах нефтегазохимического комплекса, поставило проблему по обеспечению нормирования измеряемых параметров, которые применяются для контроля технического состояния ПК. Одним из основных физических процессов, который используется в системах мониторинга, является вибрация.

В основе методики нормирования параметров вибрации машин лежит экспериментально установленный факт: при нормальном функционировании машин параметры вибрации различных машин находится ниже некоторых значений, которые можно использовать в качестве границ [1].

Одной из первых и фундаментальных разработок Союза немецких инженеров в области классификации уровней абсолютной вибрации (амплитуда виброскорости) поршневой машины (ПМ) является стандарт VDI 2056 (1964 г.) [2]. Эти рекомендации получили признание и впоследствии практически полностью вошли в стандарт ISO 2372 (1976 г.) [3], принятый

Международной организацией по стандартизации, в котором предлагается регламентировать максимальные величины среднего квадратического значения (СКЗ) виброскорости v_{rms} , измеренной на важнейших участках узлов и машин (корпуса подшипников, лапы опор и фланцев).

В VDI 2056 предусмотрено деление оборудования на шесть типов в зависимости от мощности и типа фундамента. В рекомендациях ISO 2372 они обозначены как классы: I, II, III, IV, V, VI, а в VDI 2056 – как группы: K, V, G, T, D, S. Типы оборудования в обоих стандартах, относящиеся к этим классам – группам, полностью совпадают.

Шкала нормируемых параметров вибрации представляет собой ряд величин СКЗ виброскорости v_{rms} , определяющие различные уровни состояния машины конкретного класса, и отличаются в 1,6–2 раза (от 4 до 6 дБ).

В коммерческих стандартах (классификации) DLI Engineering Corporation (1988 г.) (в настоящее время Azima DLI Company) уровни виброперемещения (пик-пик), виброскорости (амплитуда), виброускорения (СКЗ) для поршневых машин увеличены на 8 дБ по сравне-

нию с уровнями для центробежных машин средней мощности.

Каждому состоянию соответствуют нижняя и верхняя границы уровней виброскорости. Частотный диапазон с постоянной величиной виброперемещения составляет от 2,5 до 10 Гц, частотный диапазон с постоянным уровнем виброскорости, характеризующим техническое состояние (ТС) машины, от 10 до 1000 Гц.

Украинский Госстандарт принял стандарт по нормам вибрации трех классов поршневых компрессоров [4]. Стандарт нормирует:

- СКЗ виброскорости v_{rms} корпусов подшипников ПК в случае жесткого крепления, мм/с;
- СКЗ виброскорости v_{rms} корпусов подшипников ПК в случае установки на виброизоляторах, мм/с;
- СКЗ виброускорения a_{rms} корпусов подшипников ПК, м/с²;
- СКЗ виброскорости v_{rms} трубопроводов, мм/с;
- размах виброперемещения трубопроводов, мкм.

Нормирование виброакустических (ВА) колебаний по ускорению и скорости только подшипников [4] не обеспечивает полноты контроля технического состояния узлов и деталей ПМ.

Классы V(D), VI (S) стандартов VDI 2056, ISO 2372 развиты в ISO 10816-6 [5]. Этот стандарт дает рекомендации по оценке вибросостояния восьми классов агрегатов мощностью свыше 100 кВт с возвратно-поступательным движением их узлов:

- **класс 1** – сбалансированные оппозитные газовые ПК на жестком фундаменте;
- **класс 2** – многоцилиндровые газовые ПК на жестком основании и локомотивные воздушные компрессоры;
- **класс 3** – одноцилиндровые газовые ПК на жестком основании;
- **класс 4** – нет аналогов;

- **классы 5, 6** — промышленные и морские дизели со скоростью вращения менее 2000 мин⁻¹;
- **классы 7, 8** — промышленные и морские дизели со скоростью вращения более 2000 мин⁻¹.

Критерии классификации вибрационного состояния машин возвратно-поступательного действия приведены в разделе 5 текста ISO 10816-6. Для оценки вибросостояния стандарт устанавливает предельные величины СКЗ либо виброперемещения, либо виброскорости, либо виброускорения в диапазоне частот от 2 до 1000 Гц.

Точки измерения: на корпусе машины в трех направлениях в трех уровнях — уровень крепления к фундаменту, уровень вала, верхняя точка корпуса.

В стандарте [5] отмечается, что измерения вибрации корпуса ПМ и классификация ТС машины по результатам этих измерений позволяют дать только самое грубое представление о механических напряжениях в узлах ПМ и их вибрационном состоянии.

В указанном стандарте говорится о том, что основные составляющие возбуждения машин возвратно-поступательного действия сосредоточены в диапазоне частот от 2 до 300 Гц. Однако при оценке вибрационного состояния всей машины в целом, включая вспомогательное оборудование, являющееся функциональной частью ПМ, необходимо принимать во внимание вибрацию по крайней мере в диапазоне от 2 до 1000 Гц. В особых случаях может быть использован иной диапазон частот измерений. Поскольку широкополосная вибрация содержит много частотных составляющих, невозможно установить однозначные соответствия между ее параметрами — СКЗ и пиковыми значениями (или между СКЗ и размахом). Поэтому предпочтительно измерять СКЗ перемещения, скорости и ускорения с точностью $\pm 10\%$ в диапазоне от 10 до 1000 Гц и с точностью $+10$ и -20% в диапазоне от 2 до 10 Гц. Эти параметры могут быть получены с использованием одного датчика вибрации посредством интегрирования выходного сигнала акселерометра.

Установленные критерии имеют ограниченное применение в отношении оценки вибрации узлов внутри машины и малоприменимы, например, для выявления повреждений клапанов, деталей кривошипно-шатунного (КШМ), кривошипно-ползунного (КПМ) механизмов цилиндропоршневой группы (ЦПГ). Обнаружение таких повреждений требует применения методов, выходящих за область применения ISO 10816-6 [5].

В материалах VDI 2056 указывается, что из-за сложности учета и суммирования сил, вызывающих вибрацию ПМ, машины этих групп трудно включить в предложенную схему нормирования. Отмечается, что, по статистическим данным, даже при виброскорости от 20 до 30 мм/с для некоторых классов машин не обнаруживались свидетельства снижения надежности узлов машин. А для ПМ с высокой скоростью вращения вала в удаленных от мест крепления узлах может быть зарегистрировано СКЗ виброскорости до 50 мм/с, и при этом поломки не происходит.

Поскольку в ISO 10816-6 нормы приведены только для точек, расположенных на корпусе компрессора и опорах, то на уровень вибрации по точкам ISO 10816-6 будут оказывать влияние неуравновешенные силы вращающихся масс КШМ (коленчатый вал, шатун). В то же время при установке датчика ВА-сигнала над ползуном крейцкопфа над штоком основное влияние на ВА-сигнал будут оказывать неуравновешенные силы вращающихся масс КПМ (коленчатый вал, шатун, ползун, шток, поршень), газовые силы именно этого цилиндра и зазоры соединений КШМ в большей степени и КШМ (кроме головки шатуна) — в меньшей степени. Если установить датчик ВА-сигнала на крышку цилиндра в осевом направлении или в радиальном направлении в районе клапанов, то влияние на ВА-сигнал будут оказывать газовые силы именно этого цилиндра и зазоры соединений деталей ЦПГ в большей степени. Поэтому места измерений вибропараметров на корпусе ПМ, рекомен-

дуемые ISO 10816-6, исключают контроль ТС узлов и деталей цилиндров.

В 2012 г. Комитет ISO подготовил проект стандарта ISO/CD 10816-8 [6], который устанавливает процедуры и руководящие принципы для измерения и классификации механической вибрации узлов и систем ПК. Величины вибрации определены прежде всего для классификации вибрации систем ПК и избежания проблем усталости в узлах и системах компрессора, т.е. фундамента, корпуса компрессора, демпфирующих устройств, трубопроводов и вспомогательного оборудования.

В качестве основного параметра предлагается использовать СКЗ виброскорости v_{rms} (мм/с) в основном диапазоне от 2 до 300 Гц, но для контроля всех частей компрессора рекомендуется выбирать диапазон от 2 до 1000 Гц. На частотах ниже 10 Гц рекомендуется измерять также СКЗ виброперемещения d_{rms} (мм). Виброускорение a_{rms} (СКЗ в м/с²) рекомендуется измерять в диапазоне от 2 до 1000 Гц.

В стандарте определено пять разновидностей точек измерения вибрации в направлениях X, Y, Z:

- 1) на всех анкерных болтах крепления корпуса крепления компрессора;
- 2) в каждой крайней точке компрессора и на корпусе между цилиндрами;
- 3) на крышке цилиндра;
- 4) на буферных резервуарах (депульсаторах) на входе и выходе компрессора;
- 5) на трубопроводах, которые должны быть определены в результате обследования и согласованы с владельцами компрессора.

В качестве информации в Приложении С стандарта ISO/CD 10816-8 [6] приведены данные об измерении вибрации крейцкопфа в диапазоне от 2 до 1000 Гц.

Необходимо отметить, что в стандарте прямо указывается, что «приведенные руководящие принципы не предназначены для целей мониторинга состояния». Кроме того, признается, что критерии оценки имеют ограничения, связанные с невозможностью оценки

влияния на параметры вибрации таких проблем, как неисправности клапанов, деталей ЦПГ, поршневых колец и другие дефекты и неисправности внутренних узлов и деталей.

Стандарт разработан для ПК с частотами вращения коленчатого вала от 120 до 1800 мин⁻¹ включительно без деления их на классы как по мощности, так и по частотам вращения, что, естественно, ограничивает его применение.

Как методики оценки технического состояния и диагностирования, так и документы по нормированию параметров вибрации ПМ не учитывают основные принципы формирования ВА-колебаний в ПМ и их свойства:

- поршневая машина, будь то ПК или двигатель внутреннего сгорания, представляет собой сложную газомеханическую систему, которая имеет три мощных и многофакторных практически статистически независимых основных источника ВА-колебаний [7–9]: неуравновешенность движущихся и вращающихся масс, газогидродинамические процессы, соударения и трение между элементами и деталями узлов и механизмов;
- параметры ВА-колебаний зависят от свойств среды распространения ВА-колебаний и жесткости межузловых соединений [7–9];
- виброускорение, виброскорость, виброперемещение и их параметры имеют свойство ортогональности [1, 7, 9];
- указанные факторы не позволяют использовать существующие нормы вибрации ПМ для объективной оценки состояния как машин в целом, так и состояния отдельных их узлов и деталей, что в целом не позволяет использовать эти нормы для мониторинга состояния ПМ в реальном времени опасных производственных объектов первой категории [12, 13], а также ПМ в тех сферах применения, в которых безопасность при отказе ПМ играет определяющую роль.

В 2011 г. Научно-промышленным союзом «Управление риска-

ми, промышленная безопасность, контроль и мониторинг» (РИС-КОМ) принят отраслевой стандарт СТО 03-007–11 [11], который позволяет по параметрам вибрационных сигналов осуществлять мониторинг состояния основных узлов ПК и обеспечить безопасную эксплуатацию ПК. Стандарт прошел экспертизу и аттестацию в Единой системе оценки соответствия в области промышленности, экологической безопасности, безопасности в энергетике и строительстве в качестве методического документа по неразрушающему контролю. Аналогичные нормы вибрации вошли в стандарт СТО 03-002–12. «Поршневые компрессоры нефтеперерабатывающих, нефтехимических и химических предприятий. Эксплуатация, технический надзор, ревизия, отбраковка и ремонт» [14], подготовленный коллективом авторов ОАО «ВНИКТИ нефтехимоборудования» взамен Общих технических условий на ремонт поршневых компрессоров 1985 г.

Содержание стандарта [11] основывается на результатах многолетних теоретических и экспериментальных исследований и более чем 15-летнем опыте эксплуатации систем диагностики и мониторинга в реальном времени «КОМПАКС®» [15] более 50 поршневых компрессоров с электроприводом с единичными мощностями от 0,02 до 2 МВт, используемых на нефтегазохимических (НХК) комплексах и производствах в Омске, Ангарске, Астрахани, Ачинске, Бургасе, Волгограде, Саратове, Сызрани, Ухте и других городах для компримирования взрывоопасных и вредных газов таких типов, как: отечественные – ПК 205ВП-16/70; 305ГП-20/8; 2М10-11/42-60; 2ГМ16-20/42-60; 4ГМ10-28/43-56; 4М16М-45/35-55; 4ГМ16М-45/35-55; 4ГМ16-22/17-37; 4М16-22,4/23-64; 2ГМ2,5–6,2/38–46С; 5Г-600/42-60; 4СГВ и др., а также импортные – BDCB-30/30/20/20x16 (Worthington); 4HF/2 серии HF (Nuovo Pignone); 2TV2 (Neuman & Esser); RV 288-35 (BOGE KOMPRESSOREN BIELEFELD) [1, 7–9].

Величины вибрационных параметров получены на основе статистической обработки результатов мониторинга этих параметров методами принятия статистических решений и результатов дефектации и ремонтов ПК [9].

Основное преимущество статистических методов распознавания состоит в возможности одновременного учета признаков различной физической природы или механизмов формирования, так как эти методы оперируют безразмерными величинами – вероятностями их появления при различных состояниях системы. Среди методов технической диагностики метод, основанный на обобщенной формуле Байеса, занимает особое место благодаря простоте и эффективности. Однако этот метод обладает одним существенным недостатком – угнетением редко встречающихся признаков, что недопустимо в случае мониторинга состояния опасных производственных объектов. В условиях реальных производств метод Вальда (последовательного анализа) также не обеспечивает безопасную эксплуатацию в связи с возможностью превышения интервала постановки диагноза [10].

Методы статистических решений, такие как: методы минимального риска, минимального числа ошибочных решений, минимакса, Неймана–Пирсона, наибольшего правдоподобия, позволяют выбрать решающее правило исходя из условий оптимальности, например из условия минимального риска, минимизации одной из ошибок постановки диагноза при заданном уровне другой [9, 10].

В общем случае на основе совокупности вибропараметров, каждый из которых с определенной вероятностью характеризует состояние диагностируемого объекта, необходимо построить решающее правило, с помощью которого выбранная совокупность вибропараметров была бы отнесена к одному из возможных состояний (диагнозов). В частном случае необходимо провести выбор одного из двух диагнозов (дифференциальная диагностика, или дихотомия), например, исправное со-

стояние и неисправное состояние. Для выявления статистических характеристик вибропараметров каждый вибропараметр для каждого состояния аппроксимировали функцией распределения на основе представительной выборки, насчитывающей несколько тысяч значений для каждого состояния [9]. Затем методами статистических решений для каждого вибропараметра определяли граничное значение, которое с заданной вероятностью и риском пропуска отказа разделяло состояния объекта диагностирования. В результате были получены величины параметров ВА-сигнала, разделяющие технические состояния ПК различных типоразмеров и частот вращения вала [11].

Стандарт [11] распространяется на стационарные поршневые компрессорные установки, работающие на взрывоопасных и вредных газах 1-го и 2-го классов опасности, и устанавливает нормы вибрации для оценки их технического состояния при эксплуатации и приемочных испытаниях после монтажа и ремонта на все проектируемые, вновь изготавливаемые и реконструируемые, а также на действующие стацио-

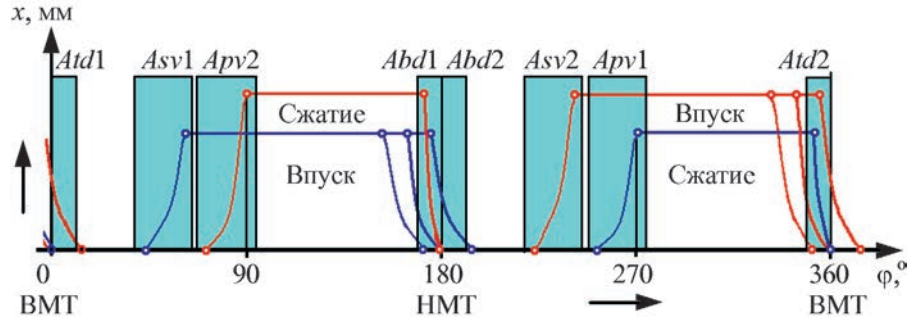


Рис. 1. Циклограмма работы ПК (зависимость высоты поднятия пластин клапана от угла поворота вала)

нарные поршневые компрессорные установки.

Данный стандарт определяет нормативы вибропараметров и предписывает их использование для организации вибромониторинга, вибродиагностики, мониторинга технического состояния и рисков эксплуатации стационарных поршневых компрессорных установок опасных производств. Согласно этому документу рекомендуется осуществлять измерение вибрации (ускорение, скорость, перемещение) всех жизненно важных узлов компрессора, включая механизмы, узлы и детали цилиндропоршневой группы, кривошипно-ползунного и кривошипно-шатунно-

го механизмов, коренные подшипники, клапаны и др., располагая датчики по направлению действия векторов вынуждающих силовых воздействий от каждого контролируемого узла.

Выбор мест установки датчиков абсолютной вибрации на цилиндре в области установки клапанов или на клапанах, на коренных подшипниках, на корпусе компрессора, над штоком поршня, а также контроль относительного перемещения штока определяются по согласованию с владельцем компрессорной установки исходя из состояния компрессора, стабильности ведения технологического режима, состава газа и других условий.

Нормы вибрации в точке № 1 («Осевое направление поршня») для шести конструктивных групп компрессоров с единичными мощностями от 0,02 до 2 МВт (табл. 1 – 3)

1. Средние квадратические значения ускорения, скорости и перемещения

Зоны	167 мин ⁻¹			300 мин ⁻¹			375 мин ⁻¹			500 мин ⁻¹			750 мин ⁻¹			1000 мин ⁻¹		
	a_{rms} , м/с ²	v_{rms} , мм/с	d_{rms} , МКМ	a_{rms} , м/с ²	v_{rms} , мм/с	d_{rms} , МКМ	a_{rms} , м/с ²	v_e , мм/с	d_{rms} , МКМ	a_{rms} , м/с ²	v_{rms} , мм/с	d_{rms} , МКМ	a_{rms} , м/с ²	v_{rms} , мм/с	d_{rms} , МКМ	a_{rms} , м/с ²	v_{rms} , мм/с	d_{rms} , МКМ
A/B	2,8	2,8	7,1	9	0,9	5,6	7,1	0,9	8,7	9	2,8	11,2	8,7	2,8	14	11,2	3,6	18
B/C	3,6	3,6	14	14	1,8	18	14	1,8	18	14	4,5	24	14	5,6	28	18	7,1	36
C/D	7,1	7,1	28	28	3,6	36	28	3,6	36	28	8,7	56	28	11,2	56	36	14	71

2. Амплитуда ускорения и перемещения за несколько оборотов вала

Зоны	167 мин ⁻¹		300 мин ⁻¹		375 мин ⁻¹		500 мин ⁻¹		750 мин ⁻¹		1000 мин ⁻¹	
	a_{ampl} , м/с ²	d_{ampl} , МКМ	a_{ampl} , м/с ²	d_{ampl} , МКМ	a_{ampl} , м/с ²	d_{ampl} , МКМ	a_{ampl} , м/с ²	d_{ampl} , МКМ	a_{ampl} , м/с ²	d_{ampl} , МКМ	a_{ampl} , м/с ²	d_{ampl} , МКМ
A/B	11,2	36	18	24	24	24	24	18	24	24	36	36
B/C	18	56	28	36	45	36	45	36	45	45	56	56
C/D	36	112	56	71	90	71	90	71	90	90	112	112

3. Амплитуда ускорения для разных фаз цикла (1000 мин⁻¹)

B/C	45	45	56	56	56	45	56	45
C/D	90	90	112	112	112	90	112	90

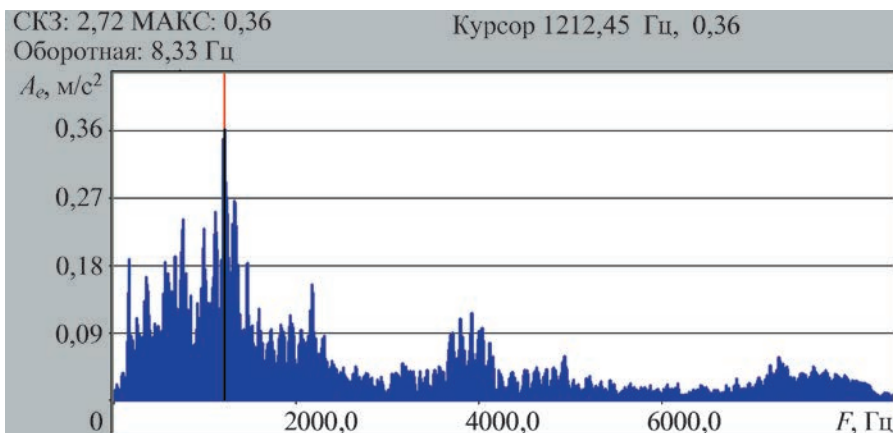


Рис. 2. Спектр виброускорения A_e на коренном подшипнике ПК типа 2GM16-20/42-60

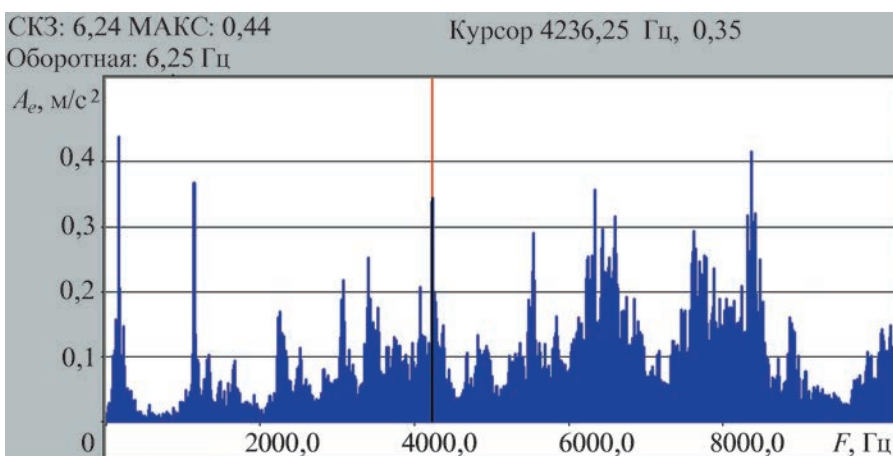


Рис. 3. Спектр виброускорения A_e на цилиндре в осевом направлении ПК типа 4M16M-45/35-55

В качестве нормируемых параметров для ПК устанавливаются:

- СКЗ виброускорения a_{rms} в полосе частот от 10 до 3000 Гц;
- СКЗ виброскорости v_{rms} в полосе частот от 10 до 1000 Гц;
- СКЗ виброперемещения d_{rms} в полосе частот 2 до 200 Гц;
- амплитудные значения виброускорения a_{ampl} в полосе частот от 2 до 10 000 Гц;
- амплитудное значение виброперемещения d_{ampl} в полосе частот от 2 до 200 Гц.

Амплитудные значения виброускорения a_{ampl} контролируются как за цикл работы ПК, так и при открытии/закрытии клапанов в характерные моменты времени изменения направления основных вынуждающих силовых воздействий поршневой машины: амплитуда виброускорения соответственно после верхней мертвой точки a_{atd1}

(top dead center) (ВМТ), до ВМТ a_{atd2} , до нижней мертвой точки a_{abd1} (bottom dead center) (НМТ), после НМТ a_{atd2} , в момент открытия первого (ближнего к крышке) всасывающего клапана a_{asv1} (suction valve) (ВК), в момент открытия второго ВК a_{asv2} , в момент открытия первого (ближнего к крышке) нагнетательного клапана a_{apv1} (pressure valve) (НК), в момент открытия второго НК a_{apv2} (рис. 1).

Выбор диапазонов частот измерений и анализа параметров вибрации обусловлен диапазонами частот виброакустических колебаний, несущих информацию о состоянии отдельных узлов и деталей ПК [7–9]. На рис. 2 приведен спектр виброускорения, полученный с датчика, который установлен на коренном подшипнике ПК. Спектр свидетельствует, что для данного узла диапазон информа-

тивных частот простирается до 5 кГц. А спектр на рис. 3, полученный с датчика на крышке цилиндра в осевом направлении, показывает, что анализ сигнала необходимо проводить в диапазоне частот до 10 кГц. Таким образом, существующие нормативные документы [2–4, 6], в которых диапазон частот определен до 1000 Гц, в значительной степени ограничивают не только возможности по оценке ТС отдельных узлов, но и возможности оценки опасности их состояния, что увеличивает риск пропуска отказа.

Техническое состояние компрессорной установки оценивается по наихудшему признаку – любому из вибропараметров, достигшему наихудшего значения.

В стандарте устанавливаются четыре оценки технического состояния:

- «ХОРОШО» (Х). Допустимо при приемочных испытаниях после монтажа или капитального (среднего) ремонта. Соответствует исправному состоянию компрессорной установки и характеризует высокое качество ремонтных и монтажных работ;
- «ДОПУСТИМО» (Д). Допустимо при длительной эксплуатации. Характеризует полностью работоспособное состояние компрессорной установки при малой вероятности отказа. При достижении уровня Д контролируют скорость изменения вибропараметров;
- «ТРЕБУЕТ ПРИНЯТИЯ МЕР» (ТПМ) – предупреждение. Допустимо при непродолжительной эксплуатации. Техническое состояние компрессорной установки соответствует ТПМ, если величина вибропараметра превышает уровень «ТПМ». Предупреждает о приближении технического состояния к предельному, наличии развивающихся дефектов, постепенной утрате работоспособности и росте вероятности отказа. Служит для текущего обслуживания и/или планового вывода компрессорной установки в ремонт;
- «НЕДОПУСТИМО» (НДП) – останов. Недопустимо при эксплуатации. Техническое состоя-

ние компрессорной установки соответствует НДП, если величина вибропараметра превышает уровень НДП. Характеризует наличие развитых дефектов либо высокую скорость их развития и достижение компрессорной установкой предельного либо опасного состояния с высокой вероятностью отказа. Служит для останова компрессорной установки и вывода его в ремонт.

При переходе агрегата в состояние «НЕДОПУСТИМО», что с высокой вероятностью вызвано повреждением узла, агрегата или всей компрессорной установки, необходимо выполнить все действия по выведению компрессорной установки из этого состояния вплоть до немедленной остановки и проведения ремонта.

При переходе агрегата в состояние «ТРЕБУЕТ ПРИНЯТИЯ МЕР» необходимо выполнить техническое обслуживание. Если это не привело агрегат в состояние «ДОПУСТИМО», то следует планомерно вывести его в ремонт. В исключительных случаях допускается дальнейшая эксплуатация компрессорной установки, при этом необходимо с периодичностью не реже одного раза в час контролировать изменение его вибропараметров.

При оснащении комплекса агрегатов опасных производств системой мониторинга их технического состояния, удовлетворяющей требованиям [12, 13], текущие и средние ремонты проводятся по показаниям и рекомендациям системы мониторинга, т.е. по фактическому техническому состоянию компрессорной установки.

Допускается проводить капитальные ремонты компрессорной установки по техническому состоянию на основе показаний системы мониторинга состояния комплекса агрегатов после приобретения соответствующего опыта на предприятии.

Таким образом, сегодня в России приняты нормативные документы, которые позволяют совместно с системами мониторинга состояния машинного оборудования опасных производств, удовлетворяющими требованиям [12, 13,

16] и относящимися к системам первого класса, обеспечить значения статической, динамической ошибок и риска пропуска опасного состояния не более 5 %. В результате впервые в мире системы мониторинга на основе нормативных данных стандарта [11] дают возможность с помощью разработанных алгоритмов автоматической экспертной системы поддержки принятия решений [7–9] осуществлять мониторинг технического состояния поршневых компрессоров опасных производств и обеспечивать их безопасную, безаварийную ресурсосберегающую эксплуатацию.

Библиографический список

1. Костюков В.Н. Мониторинг безопасности производства. М.: Машиностроение, 2002. 224 с.
2. VDI – Richtlinie 2056: Beurteilungsmabstabe fur mechanische Schwingungen von Maschinen VDI. Dusseldorf: Verlag GmbH, 1964.
3. ISO 2372–1974. Mechanical vibration of machines with operating speeds from 10 to 200 rev/s. / Basis for specifying evaluation standards.
4. ДСТУ 3162–95. Компрессорное оборудование. Определение вибрационных характеристик малых и средних поршневых компрессоров и нормы вибрации. Введ. с 1996-07-01. Украина. Киев, 1996. 20 с. (яз. укр.).
5. ISO 10816-6:1995. Mechanical vibration. Evaluation of machine vibration by measurements on non-rotating parts. Part 6. Reciprocating machines with power ratings above 100 kW.
6. ISO/CD 10816-8. Mechanical vibration. Evaluation of machine vibration by measurements on non-rotating parts. Part 8: Reciprocating compressor systems.
7. Костюков В.Н., Науменко А.П. Решения проблем безопасной эксплуатации поршневых машин // Сборка в машиностроении, приборостроении. 2009. № 3. С. 27 – 36.
8. Науменко А.П. Методология виброакустической диагностики поршневых машин // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Машиностроение. Спец. вып. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2007. С. 85 – 95.
9. Науменко А.П. Научно-методические основы вибродиагностического мониторинга поршневых машин в реальном времени: дис. ... д-ра техн. наук. Омск: ОмГТУ, 2012. 40 с.
10. Биргер И.А. Техническая диагностика. М.: Машиностроение, 1978. 240 с.
11. СТО 03-007–11. Мониторинг оборудования опасных производств. Стационарные поршневые компрессорные установки опасных производств: эксплуатационные нормы. М.: Химическая техника, 2011. 18 с.
12. ГОСТ Р 53564–2009. Контроль состояния и диагностика машин. Мониторинг состояния оборудования опасных производств. Требования к системам мониторинга. М.: Стандартинформ, 2010. 20 с.
13. СА 03-002–05. Системы мониторинга агрегатов опасных производственных объектов. Общие технические требования. М.: Химическая техника, 2005. 42 с.
14. СТО 03-002–12. Стандарт организации. Поршневые компрессоры нефтеперерабатывающих, нефтехимических и химических предприятий. Эксплуатация, технический надзор, ревизия, отбраковка и ремонт // Контроль состояния компрессоров в процессе эксплуатации / В.Н. Костюков, А.П. Науменко. Волгоград, 2013. С. 178 – 189.
15. Костюков В.Н., Бойченко С.Н., Костюков А.В. Автоматизированные системы управления безопасной ресурсосберегающей эксплуатацией оборудования нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств (АСУ БЭР – КОМПАКС®) / под ред. В.Н. Костюкова. М.: Машиностроение, 1999. 163 с.
16. ГОСТ Р 53563–2009. Контроль состояния и диагностика машин. Мониторинг состояния оборудования опасных производств. Порядок организации. М.: Стандартинформ, 2010. 8 с.

О РАЗРАБОТКЕ МЕЖДУНАРОДНЫХ СТАНДАРТОВ И ИХ ГАРМОНИЗАЦИИ В ОБЛАСТИ ЯДЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

ГРИНЕВ Борис Викторович, акад. НАН Украины, главный научный сотрудник, председатель ТК 99 Украины,

Любинский Вадим Рувинович, зав. отделом метрологии, зам. Председателя ТК 99,

Молчанова Нина Ивановна, канд. техн. наук, старший научный сотрудник,

Даниленко Юлия Анатольевна, ведущий инженер,

Ламааши Лариса Анатольевна, инженер 1-й категории,

Богомолова Ольга Эдуардовна, ведущий инженер,

Гурджян Нарине Рубзновна, инженер 1-й категории

Институт сквинтилляционных материалов НАН Украины, г. Харьков, Украина

На современном этапе развития общества, особенно в промышленно развитых странах стандартизация – важнейшее средство повышения эффективности производства и улучшения качества продукции. Кроме того, она является эффективным звеном, соединяющим в единый процесс науку, технику, производство (рис. 1).

На международном уровне стандартизация является крепкой основой в решении проблем научно-тех-

нического и торгово-экономического сотрудничества (рис. 2).

Особенно это проявляется сейчас при интенсивно развивающихся международных связях, когда идет процесс постоянного совершенствования, расширения торговли и постоянного спроса на товары и услуги. В этих условиях стандартизация становится все более востребованной, поскольку позволяет решать многие возникающие вопросы, например снижения таможенных барьеров.

В этой связи необходимо сказать, что интерес к стандартизации не только не ослабевает, но и вызывает все большую заинтересованность этим вопросом научной и технической общественности, особенно когда государство становится членом Мировой организации торговли (WTO).

Один из принципов данного соглашения – использование, когда это возможно, международных стандартов в качестве фундамента для разработки национальных.

Действующий на базе Института сквинтилляционных материалов НАН Украины Технический комитет по стандартизации МТК 514/ТК 99 принимает активное участие (Украина является в IEC Р-членом*) в работе международного IEC TC 45 «Ядерное приборостроение». Наша сфера деятельности аналогична TC 45 (рис. 3).

Сфера деятельности IEC TC 45 охватывает функции, системы и оборудование, способствующие эффек-

тивному и безопасному для человека использованию ядерных и радиационных технологий. В IEC TC 45A «Контроль и управление на ядерных объектах» разрабатывают стандарты, которые используют для функций и связанных с ними электронных электрических систем и оборудования, важных для безопасности ядерных объектов, охватывающие весь жизненный цикл контрольно-измерительных систем, включая разработку, проектирование, изготовление, испытания, монтаж, наладку, эксплуатацию, техническое обслуживание, управление старением, модернизацию и эксплуатацию. Большое внимание в подкомитете уделяют использованию аварийного электронного оборудования в ядерной области, особенно применению компьютерных систем и последних достижений в области обработки и управления информацией, а также в отрасли искусственного интеллекта.

Работа IEC TC 45B «Аппаратура для радиационной безопасности» состоит в разработке стандартов на методы контроля ионизирующих излучений, которые позволяют своевременно выявлять аномалии радиационного фона, обнаруживать и идентифицировать источники радиоактивного излучения, предупреждать несанкционированное распространение ядерных материалов и радиоактивных веществ. Использо-



Рис. 1



Рис. 2



Рис. 3

* Р-член (Participating member) – активный член IEC, который участвует в разработке проектов международных стандартов и голосовании по ним, принимает участие в заседаниях.

вание этих чувствительных и высокоавтоматизированных систем позволяет осуществлять контроль непрерывного потока людей, багажа, грузов или транспортных средств на таможенных постах, в аэропортах, железнодорожных, морских, речных и автомобильных вокзалах и т.д.

Представители МТК 514/ТК 99 принимают активное участие в работе рабочих групп ИЕС ТС 45, разрабатывают новые проекты международных стандартов [1–5], рассматривают существующие и проводят экспертизу всех разрабатываемых в группах проектов ИЕС ТС 45.

В соответствии с украинским законодательством внедрение международных стандартов происходит не прямым путем, а с использованием метода гармонизации, что требует все большего вложения средств не только со стороны государства, но и со стороны отдельных предприятий. Результаты гармонизации нельзя оценивать с позиции немедленного экономического эффекта. Процесс гармонизации требует и активного участия в международной стандартизации, и многосторонних обсуждений проектов стандартов на всех уровнях – политики, стандартизации и бизнеса.

Анализируя основные принципы деятельности стандартизации (рис. 4), можно отметить, что она имеет социальную, экономическую и правовую направленность. Как видно на рис. 4, при характеристике объекта первое место отводят терминологии.

Именно поэтому остро встает вопрос гармонизации национальной научно-технической терминологии в соответствии с терминологией международных стандартов.

В данный момент существует проблема национальной терминологии, которая связана с отсутствием национальных терминов, гармонизированных с международными.

Данная проблема обусловлена отсутствием согласования терминов с узкопрофильными специалистами и отсутствием достаточного государственного финансирования при разработке национальных терминологических стандартов. Это также относится и к терминологии, применяемой в межгосударствен-

ных стандартах. Во время разработки стандартов на термины большая ответственность ложится на технические комитеты стандартизации, службы стандартизации, специалистов, которые рассматривают проекты этих стандартов.

Таким образом, сегодня существует серьезная необходимость в гармонизации национальных стандартов с международными стандартами и европейскими и в появлении новых национальных терминов.

Гармонизацию всегда необходимо начинать на уровне понятий и продолжать на уровне терминов. Понятия и термины в международных стандартах предназначены для международного использования. Однако это не значит, что их можно использовать в неизменной форме в том или другом национальном контексте.

Основой системы технической документации в любой предметной сфере выступают стандарты на термины и определения, которые должны достаточно широко и непротиворечиво описывать эту сферу в ее современном понимании. Другими словами, терминологические стандарты должны обеспечивать субъектам, которые обмениваются в этой предметной сфере информацией, однозначное и не-

противоречивое понимание этой информации.

Развитие терминов и понятий в каждом языке или языковом сообществе разное и зависит от социальных, экономических, культурных и лингвистических факторов. Отличие параллельных систем понятий, с одной стороны, и сходство на уровне терминов, с другой, приводит к недоразумениям в международном общении. Терминологическая работа базируется на понятиях, поскольку:

- отличия между понятиями не всегда выявляются на уровне терминов;
- аналогичность на уровне терминов в разных языках не обязательно означает, что определенные этими терминами понятия являются аналогичными.

Гармонизацию понятий определяют как целенаправленную деятельность, помогающую согласовать (или понизить до определенного уровня) отличия, касающиеся разных понятийных систем, которые описывают один и тот же объект стандартизации. Гармонизируют понятия не только в рамках систем понятий, выраженных разными языками, но и в рамках одного языка. Гармонизацией терминов называют целенаправленную деятельность, в результате которой од-

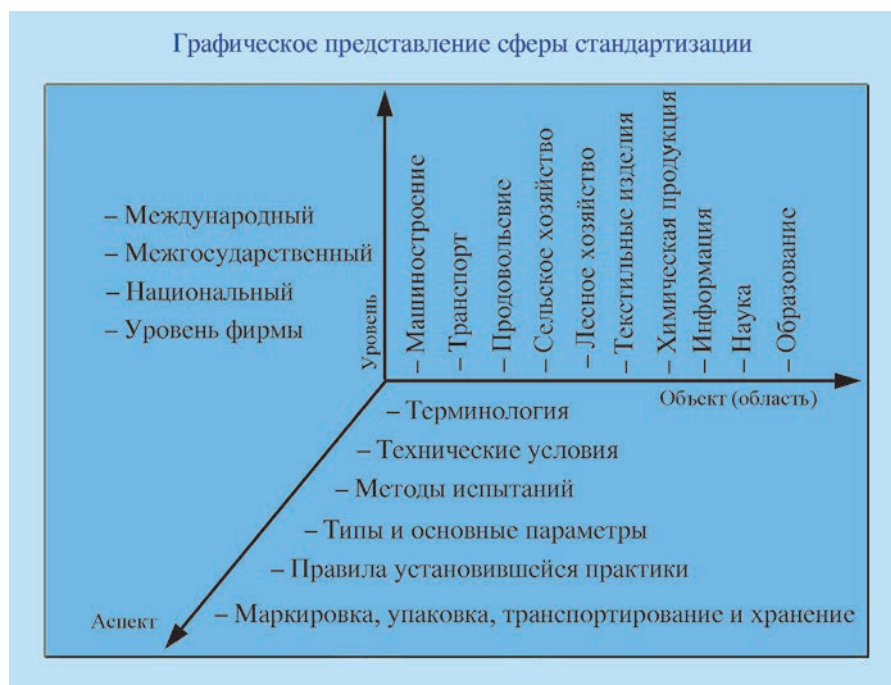


Рис. 4

но понятие в разных языках обозначают терминами, которые имеют одинаковое значение. Проблема перевода термина и понятия, которое он обозначает, — одна из самых сложных. Как перевести термин с одного языка на другой? Оставить без изменений, перевести дословно, подобрать наиболее соответствующее слово? Очевидно, что однозначно ответить на этот вопрос сложно.

Основная задача перевода научно-технической литературы состоит в том, чтобы в результате перевод соответствовал требованиям эквивалентности и адекватности [6].

С 1927 г. Международная электротехническая комиссия (IEC) работает над созданием Международного электротехнического словаря (IEV), целью которого является упорядочение и стандартизация терминологии в области электротехники, энергетики, электроники, ядерного приборостроения, атомной безопасности и смежных с ними областей знаний. Этот многоязычный словарь пересматривается каждые 5 лет. Мы также принимаем участие в этой работе как эксперты от Украины. На данный момент он содержит около 18 000 терминологических статей, каждая из которых описывает определенное понятие. Эти терминологические статьи разбиты на 80 частей, каждая из которых соответствует определенной области знаний. Основное предназначение словаря — предоставить точные, лаконичные и правильные определения, согласованные на международном уровне, а также установить термины к этим понятиям.

Часть 394 IEV касается ядерного приборостроения, приборов, систем, оборудования и детекторов. Поэтому ее гармонизация в Украине (ДСТУ IEC 60050-394) имеет большое значение для этой отрасли. Над этим стандартом работали технологи и филологи Института сцинтилляционных материалов, и при тесном сотрудничестве представителей этих двух профессий были подобраны именно те термины, которые дали четкое представление о понятиях и явлениях как с точки зрения украинского правописания,

так и технологического соответствия [7]. В марте этого года вышла новая редакция IEV (IEC 60050-395. «Электротехнический словарь. Часть 394. Ядерная аппаратура. Физические явления, основные понятия, приборы, системы, оборудование и детекторы»), которая объединила части 393 и 394. В связи с этим данная работа нами будет продолжена.

Именно в данный момент сложились соответствующие условия, при которых украинский язык постепенно набирает темпы пополнения своей терминологической базы новыми терминами, численность которых с каждым годом увеличивается, что в свою очередь создает условия для получения нашей страной в будущем систематизированного по областям терминологического банка для выхода страны на международный рынок.

Так как в ДСТУ IEC 60050-394 не вошли многие термины, широко применяемые в ядерном приборостроении, мы начали разрабатывать национальный двуязычный (английский и украинский) справочник в области атомного приборостроения.

На современном этапе главная задача любого государства в сфере стандартизации — введение опыта развитых стран в национальную экономику и ликвидация технических барьеров на пути товаров на мировой рынок.

Сцинтилляторы, которые используют в области ядерного приборостроения, изготавливает ряд зарубежных фирм Scionix (Голландия), Saint-Gobein (Франция), также существует отечественное производство в ИСМА НАН Украины и фирме «Амкрис». Несмотря на то что производство сцинтилляторов существует около 50 лет, единой номенклатуры обозначений сцинтилляторов и изделий из них не существовало, каждая фирма имела свои обозначения, и это вызывало неоднозначность и определенные трудности толкования при идентификации изделий. В связи с этим мы провели анализ номенклатуры обозначений всех ведущих зарубежных фирм как действующих, так и тех, которые прекратили свою деятельность, а также своих обо-

Общая структура обозначений сцинтилляционных изделий

1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9
1.11	1.12							
где								
1.1	Конфигурация изделия							
1.2	Геометрия сцинтиллятора							
1.3	Размеры сцинтиллятора							
1.4	Высота сцинтиллятора							
1.5	Сцинтилляционный материал							
1.6	Тип входного окна							
1.7	Тип выходного окна							
1.8	Тип контейнера							
1.9	Диаметр ФЭУ							
1.10	Дополнительные особенности ФЭУ или тип фотоиода							
1.11	Дополнительные особенности сцинтилляционного детектора							
1.12	Тип сцинтилляционного детектора							

Рис. 5

значений, и на этой основе разработали единые требования к обозначениям сцинтилляционных изделий (рис. 5).

Данная структура обозначений была представлена в виде проекта международного стандарта в рабочую группу WG 9 (IEC TC 45). Рабочая группа рассмотрела этот документ и одобрила большинством голосов, после чего его направили на рассмотрение и обсуждение международным экспертам IEC TC 45. Пройдя весь цикл, предусмотренный процедурами IEC/ISO, данный проект был принят как международный стандарт IEC 60412.

Также нами была проведена работа по его гармонизации в Украине (ДСТУ IEC 60412). Разработка и внедрение этого стандарта позволили унифицировать обозначения сцинтилляторов и изделий из них и облегчить работу во время заказа как иностранным, так и украинским потребителям. Таким образом, нами был ликвидирован, хоть и незначительный технический барьер.

Технология производства сцинтилляторов и приборов из них постоянно развивается и совершенствуется. Однако общие показатели для оценки их качества пока на международном уровне отсутствуют. Так, большая часть зарубежных специалистов считает основным параметром сцинтилляторов «разрешение», но в странах СНГ, а также в ряде стран дальнего

зарубежья используют показатель «световой выход», который измеряют в условных единицах светового выхода (УЕСВ). Поэтому в рабочую группу ТС IEC 45 нами был представлен проект стандарта IEC 62372 на измерения основных показателей качества сцинтилляторов и изделий из них, а именно — «собственное разрешение и световой выход».

В этом документе был предложен абсолютный метод, предназначенный для измерения технического светового выхода упакованных сцинтилляторов на основе любого сцинтилляционного материала. Аттестованные с помощью такого метода упакованные сцинтилляторы могут быть и рабочими образцами упакованных сцинтилляторов во время измерений, а относительный метод сравнения с рабочими образцами предназначен для упакованных сцинтилляторов на основе такого же сцинтилляционного материала, что и рабочий образец. И в этом стандарте измерения светового выхода проводят не в условных единицах, а в непосредственном определении — фотон/МэВ.

Этот стандарт устанавливает основные требования к аппаратуре и методам контроля основных параметров упакованных сцинтилляторов, которые предназначены для регистрации альфа-, бета-, гамма-, рентгеновского и нейтронного излучений [8].

Кроме того, отечественные нормативные документы практически не используют понятия «неопределенность измерения» и ориентированы на традиционный и устоявшийся подход, основанный на понятиях «погрешность» и «характеристика погрешности» [9, 10].

Поэтому в первой редакции стандарта нами были использованы такие понятия, как: «абсолютная погрешность измерения нелинейности установки», «суммарная относительная погрешность измерения начальной точки характеристики преобразования установки», «суммарная относительная погрешность», «суммарная относительная погрешность измерения спектрометрической постоянной», «суммарная относительная по-

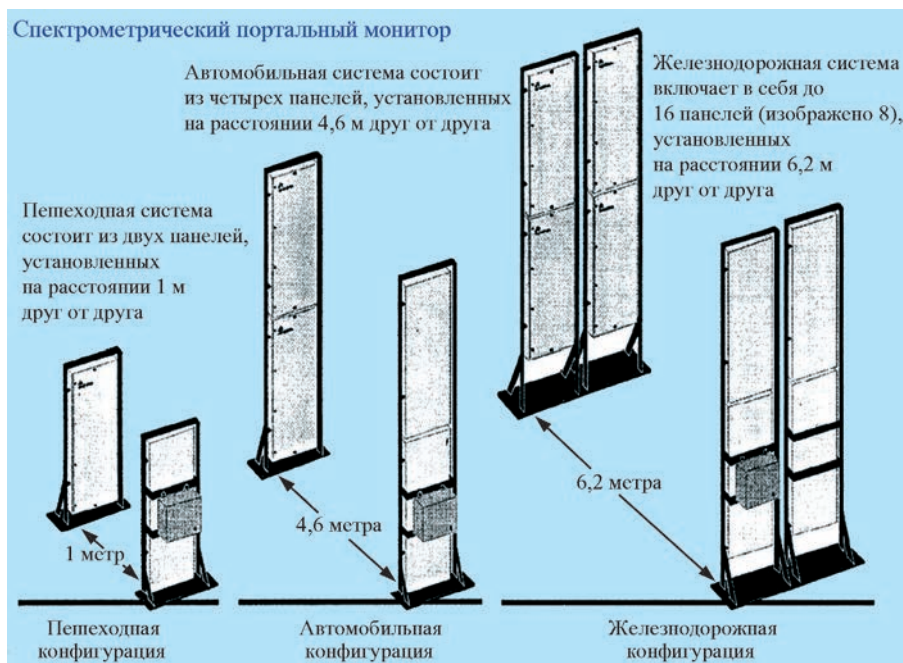


Рис. 6

грешность измерения собственного разрешения сцинтиллятора». Но в процессе работы нам было предложено заменить параметр «погрешность» на «неопределенность».

Данный проект был принят как международный стандарт IEC, а затем он был гармонизован в Украине как ДСТУ IEC 62372.

В связи с продлением (170 странами) весной 1995 г. договора о нераспространении ядерных материалов во всем мире все больше внимания стало уделяться ядерной безопасности.

Наиболее эффективным средством борьбы с радиационным терроризмом и неумышленным радиационным загрязнением является радиационный контроль. Он включает в себя: контроль за несанкционированным перемещением (ввоз, вывоз) ядерных и радиоактивных материалов; контроль радиационной обстановки в зоне размещения ядерных объектов; идентификацию обнаруженной радиоактивности; оценку радиационной опасности перевозимых грузов; таможенный и пограничный контроль; контроль транспорта, пассажиров и багажа; контроль персонала ядерно-энергетических объектов; контроль сырья, металлолома и строительных материалов; защиту важных госу-

дарственных и иных объектов от угроз ядерного терроризма. Целью радиационного контроля является защита людей от воздействия радиации, обусловленной как естественным радиационным фоном, так и радиоактивным загрязнением окружающей среды и возможными противоправными действиями.

Приборы радиационного контроля, позволяющие решать рассмотренные задачи, можно условно разделить на:

- индикаторы ионизирующего излучения;
- индивидуальные дозиметры;
- стационарные радиационные мониторы;
- ручные радиационные мониторы.

В связи с ростом угрозы терроризма с применением радиационного оружия международные организации коллективно приступили к разработке новых требований к мониторингу границ на предмет несанкционированного перемещения ядерных делящихся и радиоактивных материалов. Проверке подлежат: пешеходы, личные автомобили, грузовики, морские и авиационные контейнеры, железнодорожный транспорт.

Для удовлетворения новых требований проводится разработка порталных мониторов нового поколения, основанных на спектро-

скопии, которые должны не только определять виды излучений, но и разделять их, идентифицировать и количественно оценивать (см. рис. 6). Это позволяет выявлять нелегально провозимые радиоактивные материалы, отделяя их от природных и медицинских изотопов.

Одновременно с созданием таких систем радиационного контроля идет разработка соответствующей нормативной документации к ним. В данном случае разработка международных стандартов на спектрометрические порталные мониторы предшествует их разработке и постановке на производство. Таким образом, фактически эти международные стандарты являются техническим заданием для разработчиков таких порталных мониторов.

В ИЕС ТС 45В разработана новая серия стандартов, касающихся приборов для обнаружения незаконного провоза радиоактивных материалов. В данный момент начата работа по их пересмотру.

Одним из стандартов был международный стандарт ИЕС 62484 на порталные мониторы. Наши эксперты приняли самое активное участие в этой работе. Были сделаны замечания, внесены предложения и уточнения как в техническую, так и в редакционную части при разработке данного документа.

С учетом требований этого стандарта и норм радиационной безопасности и требований МАГАТЭ [11] в нашем институте проводится разработка аналогичного спектрометрического портала.

Разрабатывая и совершенствуя порталные мониторы, мы делаем еще один шаг в сторону обеспечения радиационной защиты населения, решения проблем нераспространения ядерных и радиоактивных материалов и охраны окружающей среды.

А дальнейшая гармонизация и введение в действие в Украине стандартов на порталные мониторы позволит выпускать их на уровне международных стандартов и повысить надежность получаемых результатов при их использовании [12].

Таким образом, участие нашего института непосредственно в разработке проектов международных стандартов и их дальнейшая гармонизация в Украине позволяет унифицировать технологию, упростить производственные процессы, улучшить качество и безопасность продукции, состояние окружающей среды, придает уверенности пользователям в том, что продукт безопасен, надежен и работает в соответствии с техническими характеристиками, которые используют во всем мире, а также обеспечивает конкурентоспособность продукции и способствует внедрению инноваций.

Библиографический список

1. **ИЕС 62372:2006.** Nuclear instrumentation – Housed scintillators – Measurement methods of light output and intrinsic resolution (Ядерне приладобудування. Сцинтилятори упаковані. Методи контролювання технічного світлового виходу та власної роздільної здатності).
2. **ИЕС 60412:2007.** Nuclear instrumentation – Scintillation detectors – Nomenclature (identification) – Standard dimensions of scintillators (Приладобудування ядерне. Детектори сцинтиляційні. Номенклатура. Розміри сцинтиляторів).
3. **ИЕС 61453:2007.** Nuclear instrumentation – Scintillation gamma ray detector systems for the assay of radionuclides – Calibration and routine tests (Приладобудування ядерне. Детектори гамма-випромінювання сцинтиляційні для аналізу радіонуклідів. Калібрування та випробування).
4. **ИЕС 60462:2010.** Nuclear instrumentation – Photomultiplier tubes for scintillation counting – Test procedures (Приладобудування ядерне. Фотоелектронний помножувач для сцинтиляційних лічильників. Методи випробування).
5. **ИЕС 62484:2010.** Radiation protection instrumentation – Spectroscopy-based portal monitors used for the detection and identification of illicit trafficking of radioactive material (Прилади радіаційного за-

хисту – Спектрометричні порталні монітори, які використовуються для детектування незаконного транспортування радиоактивных материалов та їх ідентифікації).

6. **Гриньов Б.В., Любинський В.Р., Молчанова Н.І., Ламааши Л.А.** Особливості перекладу науково-технічних текстів у галузі радіаційної техніки // *Functional materials*. 2011.V. 18. № 4.
7. **Гриньов Б.В., Любинський В.Р., Тарасов В.О. и др.** Гармонізація термінології щодо ядерного приладобудування // *Стандартизація. Сертифікація. Якість*. 2011. № 3. С. 5–8.
8. **Про розробку міжнародного стандарту «Ядерні прилади. Упаковані сцинтилятори спектрометричної якості. Методи вимірювання світлового виходу і власного розділення»** // *Матеріали 4-й Міжнародн. науч.-практ. конф. «Якість, стандартизація, контроль: теорія і практика»*, 28–30 вересня 2004 г., Крим, Ялта – Київ, 2004. С. 33–34.
9. **Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement.** 1-st ed. ISO, Switzerland, 1993. 101 p.
10. **Тарбеев Ю.В., Слаев В.А., Чунюпкина А.Г.** Проблемы применения в России международного Руководства по выражению неопределенности измерения // *Измерительная техника*. 1997. № 1. С. 69–72.
11. **Гринев Б.В., Богомолова О.Э., Любинский В.Р. и др.** О разработке нормативных документов на порталные мониторы // *Материалы 11-й Международн. науч.-практ. конф. «Якість, стандартизація, контроль: теорія і практика»*, 26 – 30 вересня 2011 г., Крим, Ялта, 2011. С. 29–30.
12. **Богомолова О.Э., Гринев Б.В., Иванов А.И. и др.** Портальные мониторы: создание, разработка нормативной документации и роль в обеспечении радиационной безопасности населения // *Система обробки інформації. Збірник наукових праць. Тематичний випуск. Метрологія та вимірювальна техніка*. Вип. 6. Харків. 2011. С. 204–207. ■

ВИХРЕТОКОВЫЙ ДЕФЕКТОСКОП ВДЗ-81



ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

- Возможность выявления дефектов глубиной _____ от 0,1 мм раскрытием _____ от 0,002 мм
- Диапазон установки рабочих частот _____ от 50 Гц до 12 МГц
- Напряжение выхода генератора (удвоенная амплитуда) _____ от 0,5 до 6 В
- Диапазон регулируемого коэффициента усиления _____ 76 дБ
- Изменение фазы сигнала (диапазон вращения сигнала) _ от 0 до 360° с шагом 0,1°; 1°; 10°
- Частота выборок (измерения) ____ до 8 кГц

СЕРВИСНЫЕ ФУНКЦИИ

- Цифровая фильтрация сигнала
5 видов фильтров: низких частот, высоких частот, полосовой, дифференциальный, усредняющий.
- Отображение вихрекового сигнала:
— комплексная плоскость позволяет выделять дефекты на фоне помех путем анализа формы сигнала;
— смещение двух каналов (с помощью одного из четырех алгоритмов: суммирование, вычитание, суммирование с инверсией по горизонтали, суммирование с инверсией по вертикали) применяется при подавлении мешающих факторов и уменьшения их влияния на результаты контроля



ПРОИЗВОДИТЕЛЬ СРЕДСТВ И ТЕХНОЛОГИЙ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ
НПП "ПРОМПРИБОР"

Россия, 107023, г. Москва, Измайловский вал, д. 30
тел./факс: +7 (495) 580-37-77 (многоканальный)

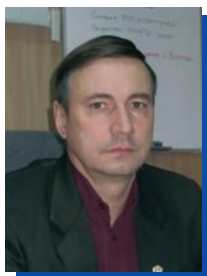
E-mail: pp@ndtprompribor.ru

www.ndtprompribor.ru

КАК ПРОКОНТРОЛИРОВАТЬ СТРОИТЕЛЬСТВО ГАЗОПРОВОДА, ИЛИ ЛАБИРИНТЫ ЗАКОНОТВОРЧЕСТВА



ВИНОКУРЦЕВ
Георгий Георгиевич
Доцент Ростовского
государственного
строительного университета



ВИНОКУРЦЕВ
Георгий Георгиевич
Генеральный директор
ООО «Центр «СМТ-Качество»
Санкт-Петербург



КУЗНЕЦОВ
Алексей Владимирович
Исполнительный директор
ООО «Центр «СМТ-Качество»
Санкт-Петербург

С момента принятия Федерального закона «О техническом регулировании» № 184-ФЗ от 27 декабря 2002 г. прошло уже достаточно много времени. Казалось бы, технические регламенты, разработанные в соответствии с требованиями закона, должны четко определить критерии и требования к вопросам, которые они регламентируют. Однако на сегодняшний день ситуация складывается несколько иным образом.

Остановимся подробнее на вопросах контроля строительно-монтажных работ на опасных производственных объектах, а конкретнее на вопросах, которые возникают из-за нестыковки во многих нормативных документах при контроле строительства объектов газоснабжения.

Общеизвестно, что в развитие Федерального закона «О техническом регулировании» разработаны два регламента, касающиеся вопросов строительства:

1. «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» (№ ФЗ-384 от 30.12.2009 г.);

2. «Технический регламент о безопасности сетей газораспределения и газопотребления» (утв. Постановлением Правительства РФ от 29.10.2010 г. № 870).

Поскольку технические регламенты содержат только общие требования, обеспечивающие меры по защите жизни и здоровья граждан, имущества физических и юридических лиц, а также государственного и муниципального имущества, охраны окружающей среды и обеспечения энергетической эффективности, для их реализации и выполнения были разработаны перечни нормативных документов:

• «Перечень национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» (постановление Правительства РФ от 21.06.2010 г. № 1047-р);

• «Перечень документов в области стандартизации, содержащих правила и методы исследований (испытаний) и измерений, в том числе правила отбора образцов, необходимые для применения и исполнения «Технического регламента о безопасности сетей газораспределения и газопотребления» (постановление Правительства РФ от 10.06.2011 г. № 1005-р);

• «Перечень документов в области стандартизации, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона от 30.12.2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» (приказ Ростехрегулирования от 01.06.2010 г. № 2079);

• «Перечень документов в области стандартизации, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований «Технического регламента о безопасности сетей газораспределения и газопотребления» (приказ Росстандарта от 03.10.2011 г. № 5314).

Поскольку два последних «Перечня...» предусматривают добровольный порядок применения и оба ссылаются на СП 62.13330.2011 «Актуализированная редакция СНиП 42-01–2002. Газораспределительные системы», мы не будем подробно останавливаться на рассмотрении документов, касающихся вопросов газоснабжения, изложенных в них.

Анализ технических регламентов позволяет прийти к выводу, что требования «Технического регламента о безопасности зданий и сооружений» распространяются только на системы инженерно-технического обеспечения (в том числе

1. Нормативные документы по вопросам проектирования и строительства сетей газораспределения и газопотребления

Перечень по постановлению № 1005-р	Перечень по постановлению № 1047-р
СП 62.13330.2011. Актуализированная редакция СНиП 42-01–2002. Газораспределительные системы	СНиП 42-01–2002. Газораспределительные системы <ul style="list-style-type: none"> • раздел 4; • раздел 5 (п. 5.1.2 – 5.1.8, 5.2.1 – 5.2.4, 5.3.4, 5.3.5, 5.4.1 – 5.4.4, 5.5.1 – 5.5.5, 5.6.1 – 5.6.6, 5.7.1 – 5.7.3); • раздел 6 (п. 6.3.1, 6.4.1, 6.4.2, 6.5.1 – 6.5.8); • раздел 7 (п. 7.1 – 7.7, 7.9, 7.10); • раздел 8 (п. 8.1.1 – 8.1.5, 8.2.1 – 8.2.3, 8.2.6); • раздел 9 (п. 9.1.2, 9.2.2, 9.3.2, 9.4.1 – 9.4.3, 9.4.5, 9.4.6, 9.4.24 – 9.4.26) • раздел 10
СП 42-101–2003. Общие положения по проектированию и строительству газораспределительных систем из металлических и полиэтиленовых труб	
СП 42-102–2004. Проектирование и строительство газопроводов из металлических труб	
СП 42-103–2003. Проектирование и строительство газопроводов из полиэтиленовых труб и реконструкция изношенных газопроводов	

2. Нормативы, определяющие верхнюю границу значения давления в газопроводах низкого давления, в действующих нормативных документах

Документ	Значение низкого давления, МПа	Разделы документа
Технический регламент	До 0,005 включительно	Приложение 2
СНиП 42-01–2002	До 0,005 включительно	п. 4.3, табл. 1; п. 5.3.1, табл. 3; п. 10.3.4, табл. 14, 15; п. 10.5.6, табл. 16; п. 10.5.7, табл. 17
СП 62.13330.2011	До 0,1 включительно	п. 4.3, табл. 2; п. 4.4, табл. 2, п. 5.3.1, табл. 3; п. 10.4.1, табл. 14; п. 10.5.6, табл. 15; п. 10.5.7, табл. 16; Приложение, табл. В1, В1

системы газоснабжения), являющиеся внутридомовыми системами зданий и сооружений (ст. 2, п. 2, 20; 2.21; ст. 2, п. 6 «Технического регламента...»), а требования «Технического регламента о безопасности систем газораспределения и газопотребления» распространяются только на наружные сети газоснабжения (п. 4 «Технического регламента...»).

Вопросы проектирования и строительства сетей газораспределения и газопотребления в соответствии с утвержденными перечнями регламентируются нормативными документами, перечисленными в табл. 1.

Основным отличием перечисленных действующих документов является норматив, определяющий верхнюю границу значения давления в газопроводах низкого давления (табл. 2).

Проанализируем более подробно несоответствия к требованиям, предъявляемым к нормам контроля стыковых соединений, качеству и критериям сварочных работ, из-

ложенных в следующих нормативных документах:

- Технический регламент о безопасности сетей газораспределения и газопотребления;
- СНиП 42-01–2002;
- СП 42-103–2003;
- СП 62.13330.2011;
- ГОСТ Р 55473–2013. Системы газораспределительные. Требования к сетям газораспределения. Часть 1. Полиэтиленовые газопроводы.

1. Сети внутридомового газового оборудования (ВДГО)

- **Технический регламент**, п. 4: «...Требования настоящего технического регламента не распространяются на сеть газопотребления жилых зданий»;
- **СНиП 42-01–2002**. Раздел 7 полностью посвящен внутренним газопроводам;
- **СП. 62.13330.2011**. Внутренние газопроводы и требования, предъ-

являемые к ним, упоминаются в п. 37, 4.4 (табл. 2, п. 8), 4.8, 4.13. Раздел 7 также посвящен внутренним газопроводам.

2. Визуально-измерительный контроль

- **Технический регламент**. В п. 60 сказано, что «...сварные соединения, выполненные в процессе строительства, ... подлежат контролю методами неразрушающего контроля». **Критерии и методы оценки стыковых соединений не указаны.**

- **СНиП 42-01–2002**. В п. 10.2.1 сказано, что «...внешним осмотром и измерениями проверяют: ...тип, размеры и наличие дефектов **на каждом** из сварных соединений трубопроводов (**100%-ный контроль**)». В п. 10.2.3 говорится, что «...обнаруженные внешним осмотром и измерениями дефекты устраняются. Недопустимые дефекты сварных стыковых соединений

должны быть удалены...», однако **критерии и методы оценки стыковых соединений не приведены.**

- **СП 42-103–2003.**

В п. 8.2 указано, что «...контролю качества подвергаются сварные соединения полиэтиленовых (ПЭ) труб в соответствии с требованиями СНиП 42-01–2002», т.е. **100%-ный контроль.**

Параметры и методы оценки стыковых ПЭ соединений приведены в п. 8.10–8.15 (табл. 23, 24), Приложении Н.

При этом критерии оценки геометрических размеров валиков грата сварных стыков приведены **только для труб диаметром до 315 мм включительно.** Критерии оценки стыков диаметром свыше 315 мм отсутствуют.

- **СП 62.13330.2011.**

В п. 10.2.1 сказано, что «...внешним осмотром и измерениями проверяют...тип, размеры и наличие дефектов **на каждом** из сварных стыковых соединений трубопроводов (**100%-ный контроль**)», однако **критерии и методы оценки качества не указаны.**

- **ГОСТ Р 55473–2013.**

В п. 7.2.1 говорится, что «...в процессе проведения строительного-монтажных работ газопроводов из ПЭ-труб должен осуществляться строительный контроль и государственный строительный надзор в соответствии с **ГОСТ Р 55472–2013**». **ГОСТ Р 55472–2013** в п. 10.5 рекомендует осуществлять контроль в соответствии с **СП 62.13330.2011**, причем в п. 4.2.1 предусматривается при проектировании и строительстве применять ПЭ-трубы диаметром до **630 мм.**

Таким образом, критерии и методы оценки стыковых сварных соединений ПЭ-газопроводов приведены только в СП 42-103–2003 и только для труб диаметром до 315 мм при требовании осуществления ВИК для 100% стыков и разрешения применения ПЭ-труб диаметром до 630 мм!!!

3. Нормы контроля ПЭ-стыков физическими методами

- «Технический регламент».

В п. 60 сказано, что «...сварные соединения, выполненные в процессе строительства, реконструкции, монтажа или капитального ремонта, подлежат контролю методами неразрушающего контроля».

Нормы контроля не приведены.

- **СНиП 42-01–2002.**

Нормы контроля ПЭ-стыковых соединений приведены в п. 10.4.1, табл. 15 при этом ультразвуковой контроль осуществляется методом по ГОСТ 14782, при этом критерии оценки отсутствуют.

Приведены отдельные количественные нормы УЗК для сварочных аппаратов с высокой и средней степенью автоматизации.

- **СП 42-103–2003.**

В п. 8.21 предписывается контроль по нормам СНиП 42-01–2002 в соответствии с Приложением Р и С данного СП по ГОСТ 14782.

Приведенные методика УЗК и критерии оценки качества стыков рассчитаны на контроль стыков ПЭ-труб диаметром только до 315 мм!!!

- **СП 62.13330.2011.**

В п. 10.4.1 приведена табл. 14 с нормами контроля стыковых соединений (как стальных, так и полиэтиленовых газопроводов), при этом «...допускается **уменьшать на 60 %** количество контролируемых стыков ПЭ-газопроводов, сваренных с использованием сварочной техники средней степени автоматизации... **Обязательному контролю физическими методами не подлежат стыки ПЭ-газопроводов, выполненные на сварочной технике высокой степени автоматизации...!!!**

- **ГОСТ Р 55472–2013.**

В п. 7.2.1 имеется ссылка на осуществление контроля в соответствии с требованиями ГОСТ Р 55472–2013, который в свою очередь ссылается на требования СП 62.13330.2011.

Рассмотрим еще один документ — **ГОСТ Р 55276–2012 «Трубы и фи-**

тинги пластмассовые. Процедуры сварки нагретым инструментом встык полиэтиленовых (ПЭ) труб и фитингов, используемых для строительства газо- и водопроводных распределительных систем».

В п. 6.3 говорится, «...контроль может осуществляться путем оценки ширины сварного шва и его формы», а в Приложении ДА.4 указано: «...Визуальный осмотр и обмер грата должны проводиться в установленном порядке». **Однако нормы по объему контроля и критерии геометрических размеров валиков грата сварных стыковых ПЭ-соединений не приведены.**

Также в Приложении ДА.4 высказывается особое мнение о физических методах контроля полиэтиленовых стыков: «Рентгенография и **ультразвуковые методики КСС** (контроля стыковых соединений) за многие годы **не получили теоретического обоснования** для контроля сварки нагретым инструментом встык и не нашли доказательств практической полезности. Поэтому их применение **не предусматривается**».

Подводя итог представленному анализу действующих нормативных документов, регламентирующих вопросы контроля качества сварных соединений при строительстве объектов газоснабжения неразрушающими методами, приходится констатировать неутешительные выводы:

- одновременно действующие нормативные документы в области строительства систем газоснабжения и газораспределения не дополняют, а порой и противоречат друг другу;
- критерии оценки и контроля полиэтиленовых стыковых соединений по визуально-измерительному и ультразвуковому контролю для труб диаметром свыше 315 мм отсутствуют;
- ультразвуковой контроль полиэтиленовых стыковых соединений в ГОСТ Р 55276–2012 вообще не рассматривается как ме-

тод контроля стыковых соединений;

- на сегодняшний день единственным нормативным документом, утвержденным еще Госгортехнадзором 21.05.2004 г. № 14-03/229, по ультразвуковому контролю за качеством сварных соединений является «**Методика к ультразвуковому контролю стыковых кольцевых сварных соединений стальных и полиэтиленовых газопроводов**» (ЗАО «НПП «Политест»). При этом она применима только для раздельно-совмещенных пьезоэлектрических преобразователей (РС ПЭП) хордового типа и ограничивается диаметрами 530 мм для стальных газопроводов и 315 мм для полиэтиленовых газопроводов. Критериев и методик оценки качества стыков газопроводов систем газоснабжения большего диаметра ультразвуковым методом не существует.

Пытаясь конкретизировать весь спектр действующих нормативов и определить единый документ, однозначно определяющий критерии и методы контроля полиэтиленовых стыковых соединений, наша организация обратилась за разъяснениями в Ростехнадзор — в Центральный аппарат (14 Управление) и в газовый надзор по Северо-Западному федеральному округу.

Полученные в августе 2014 г. ответы были практически идентичны и рекомендовали по всем вопросам, касающимся строительства объектов газоснабжения, руководствоваться требованиями «Технического регламента о безопасности систем газораспределения и газопотребления», а также документами в области стандартизации, входящими в «Перечень...», утвержденный постановлением Правительства РФ от 10.06.2011 г. № 1005-р.

Напомним, что с анализа несоответствия или отсутствия критериев и методов контроля за качеством сварных соединений в этих документах мы и начали данную статью. Круг замкнулся.

Приходится констатировать, что при наличии нескольких одновременно действующих нормативных документов, регламентирующих методы, объемы и критерии контроля строительно-монтажных работ, в связи с низким качеством проектной документации в части, посвященной контролю сварных соединений, и отсутствием однозначных требований, объемы и методы контроля необходимо согласовывать с заказчиком перед началом выполнения работ.

В сложившейся ситуации остается уповать только на здравый смысл и добросовестное отношение к выполнению строительных работ самих строительно-монтажных организаций, главной целью которых, однако, согласно уставу является получение прибыли (иногда любой ценой).

Перечень нормативных документов

1. Федеральный закон «О техническом регулировании». ФЗ № 184 от 27.12.2002 г.
2. Федеральный закон «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений». ФЗ № 384 от 30.12.2009 г.
3. Технический регламент о безопасности сетей газораспределения и газопотребления. Постановление Правительства РФ от 29.10.2010 г. № 870.
4. Перечень национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений». Постановление Правительства РФ от 21.06.2010 г. № 1047-р.
5. Перечень документов в области стандартизации, содержащих правила и методы исследований (испытаний) и измерений, в том числе правила отбора образцов, необходимые для применения и исполнения «Технического регламента о безопасности сетей газораспределения и газопотребления». Постановление Правительства РФ от 10.06.2011 г. № 1005-р.
6. Перечень документов в области стандартизации, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона от 30.12.2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений». Приказ Ростехрегулирования от 01.06.2010 г. № 2079.
7. Перечень документов в области стандартизации, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований «Технического регламента о безопасности сетей газоснабжения и газопотребления». Приказ Росстандарта от 03.10.2011 г. № 5214.
8. СНИП 42-01—2002. Газораспределительные системы.
9. СП 62.13330.2011. Актуализированная редакция СНИП 42-01—2002. Газораспределительные системы.
10. СП 42-101—2003. Общие положения по проектированию и строительству газораспределительных систем из металлических и полиэтиленовых труб.
11. СП 42-102—2004. Проектирование и строительство газопроводов из металлических труб.
12. СП 42-103—2003. Проектирование и строительство газопроводов из полиэтиленовых труб и реконструкция изношенных газопроводов.
13. ГОСТ Р 55276—2012. Трубы и фитинги пластмассовые. Процедуры сварки нагретым инструментом встык полиэтиленовых (ПЭ) труб и фитингов, используемых для строительства газо- и водопроводных распределительных систем.
14. ГОСТ Р 55472—2013. Системы газораспределительные. Требования к сетям газораспределения. Часть 0. Общие положения.
15. ГОСТ Р 55473—2013. Системы газораспределительные. Требования к сетям газораспределения. Часть 1. Полиэтиленовые газопроводы.

ОПЫТ СТАНДАРТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЙ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ В РОССИИ И НА МЕЖДУНАРОДНОМ УРОВНЕ



ДУБОВ Анатолий Александрович

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

Для защиты интересов российских производителей продукции на рынке России и обеспечения возможности ее продвижения на международный уровень, особенно после вступления в ВТО, должна быть активизирована работа отраслевых институтов, различных научно-технических обществ, союзов и диагностических фирм в области стандартизации технологий неразрушающего контроля.

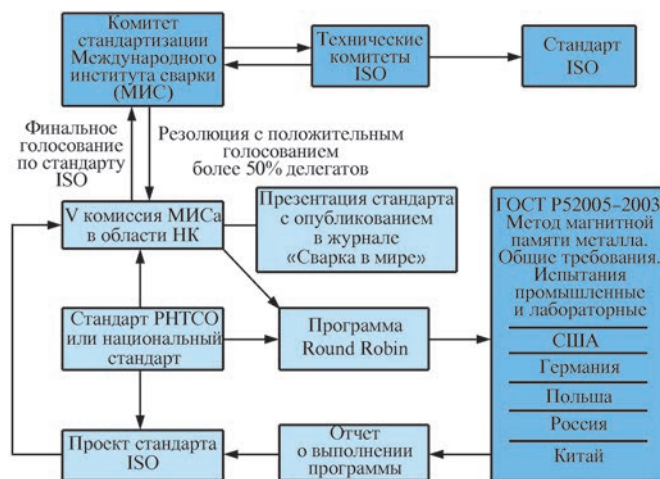
Разработчикам РД и ГОСТов в России предстоит большая работа в области их гармонизации с европейскими и международными нормами, директивами и стандартами.

В этой связи можно представить опыт работы Российского научно-технического сварочного общества (РНТСО) в области гармонизации стандартов России с международными через Международный институт сварки (МИС). РНТСО имеет уже более чем двадцатилетний опыт такой работы.

На рисунке представлена структурная схема, характеризующая процедуру прохождения национального стандарта, технического регламента (или руководящего документа Ростехнадзора) через МИС. Например, для того чтобы оформить национальный стандарт ГОСТ Р 52005–2003 и стандарт СТ РНТСО 004–03 по методу магнитной памяти металла (МПМ), необходимо было через V комиссию МИСа (Контроль качества сварки) выполнить специальную программу Round Robin («круговое сравнение»). В соответствии с данной программой требовалось выполнить проверку эффективности метода МПМ не менее чем в пяти странах мира, в лабораториях и производствах с составлением итогового отчета и его защитой перед авторитетными учеными и специали-

стами разных стран. На ежегодных конгрессах МИСа неоднократно проходили презентации отдельных работ, выполняемых специалистами ООО «Энергодиагностика» в России и других странах. За период с 1995 по 2006 г. было опубликовано более 35 документов МИСа по методу магнитной памяти металла в различных аспектах его развития (теория, практика, приборы и методики контроля, подготовка специалистов).

В итоге многолетней кропотливой работы по продвижению новой технологии контроля в качестве международного стандарта ISO в 2004–2005 гг. было проведено итоговое голосование делегатов МИСа среди восемнадцати стран мира. В июле 2005 г. на очередном конгрессе МИСа в Праге была принята резолюция МИСа с положительным голосованием (более 50 % голосов): «Рекомендовать техническому комитету ISO ТК-135 рассмотреть национальный стандарт России ГОСТ Р 52005–2003 в качестве международного».



Процедура прохождения национального стандарта через МИС

В январе 2006 г. на очередном заседании комитета ISO ТК-135 было принято положительное решение с небольшими редакторскими правками, поступившими из ряда стран. Проект стандарта ISO по методу магнитной памяти металла, состоящий из трех частей: термины и определения; общие требования; контроль сварных соединений по существующей международной процедуре, согласованной комитетами стандартизации МИСа и ТК-135 (Неразрушающий контроль), в сентябре 2006 г. (на конгрессе МИСа в Квебеке) принят к опубликованию в качестве международного стандарта ISO. Следует отметить, что,

ВОПРОСЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ

по имеющимся сведениям, за последние 30 лет это единственный стандарт России в области неразрушающего контроля, принятый в качестве международного!

Представленная на рисунке процедура позволяет в соответствии с международными нормами и правилами оформить российские технологии НК в качестве европейских и международных документов и продвигать эти технологии на зарубежный рынок.

В начале 2004 г. в Москве по инициативе ряда предприятий, работающих в области технической диагностики и экспертизы промышленной безопасности, был создан научно-производственный союз «Управление рисками, промышленная безопасность, контроль и мониторинг» (НПС «РИСКОМ»). Учредителями НПС «РИСКОМ» являются 18 предприятий Москвы, Нижнего Новгорода, Перми, Самары, Красноярска, Якутии. Президентом НПС «РИСКОМ» выбран председатель Наблюдательного совета Единой оценки соответствия Ростехнадзора, член-корреспондент РАН Н.А. Махутов.

К главным задачам НПС «РИСКОМ» относятся разработка и согласование технических регламентов, гармонизация с международными нормами НТД в области обеспечения промышленной безопасности, технической диагностики и оценки ресурса оборудования.

Актуальной областью, требующей стандартизации в России, странах таможенного союза и на международном уровне, является неразрушающий контроль напряженно-деформированного состояния (НДС) оборудования и конструкций.

Вступивший в действие в 2005 г. ГОСТ Р 52330–2005 «Контроль неразрушающий. Контроль напряженно-деформированного состояния объектов промышленности и транспорта. Общие положения» является первым и важным шагом на пути превращения методов и средств диагностики НДС конструкционных материалов в эффективный и действительно необходимый и полезный инструмент оценки фактического состояния оборудования и конструкций. Одним из главных общих требований ко всем методам и средствам НК НДС в указанном национальном стандарте обозначена необходимость определения в элементах конструкций зон концентрации максимальных напряжений (ЗКН) — источников развития повреждений. ЗКН — это не только заранее известные области, где особенности конструкции создают различные условия для распределения напряжений, создаваемых внешней рабочей нагрузкой, но и случайно расположенные области, где в силу начальной неоднородности металла в сочетании с нерасчетными дополнительными рабочими нагрузками возникли большие локальные деформации.

В ноябре 2008 г. Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии РФ от 13.11.2008 №309-ст. утвержден и введен в действие новый стандарт ГОСТ Р 53006–2008 «Оценка ресурса потенциально опасных объектов на основе экспресс-методов. Общие требования».

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

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

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

В 2010 г. Росстандартом по НК НДС утверждены еще два национальных стандарта, устанавливающих общие требования к классификации и порядку выбора методов:

- ГОСТ Р 53966–2010 «Контроль неразрушающий. Контроль напряженно-деформированного состояния материала конструкций. Общие требования к порядку выбора методов».
- ГОСТ Р 53965–2010 «Контроль неразрушающий. Определение механических напряжений. Общие требования к классификации методов».

Указанные национальные стандарты России в области НК НДС носят пионерский характер не только в России, но и в зарубежных странах. В ТК-132 (Техническая диагностика) начиная с 2005 г. действует координационный совет «Контроль напряженно-деформированного состояния и оценка ресурса» (председатель А.А. Дубов).

Специалисты предприятия ООО «Энергодиагностика» при содействии РНТСО на ежегодных конгрессах сварки МИС, организуя презентации, участвуя в обсуждении содержания и принятии соответствующих резолюций, способствуют продвижению национальных стандартов России в области НК НДС на уровень международных стандартов. Конечно, в условиях отсутствия государственной поддержки и поддержки со стороны заинтересованных коллег из России, стран Таможенного союза, СНГ сложно в одиночку добиваться признания наших технологий НК в качестве международных стандартов.

Содержательная часть российских стандартов, уровень развития средств и методов НК, технологий сварки и сварочного оборудования, методы и средства оценки ресурса и прочности оборудования (все это относится к сфере обеспечения промышленной безопасности) занимают, на наш взгляд, передовые позиции в мире. Необходимо только занять активную позицию и консолидировать усилия (по обозначенным темам) научно-технических обществ и союзов с государственными службами и агентствами. Научно-технические общества и союзы объективно заинтересованы защищать интересы государства и диагностических фирм.

Координирующую роль в деле организации совместной работы РОНКТД, РНТСО, НПС «РИСКОМ» и других обществ могут сыграть Наблюдательный совет Единой системы соответствия Ростехнадзора, НТЦ «Промышленная безопасность» и Росстандарт.

ПРОБЛЕМЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ В ОБЛАСТИ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ И РОЛЬ НАЦИОНАЛЬНЫХ ОБЩЕСТВ НК В ЭТОМ ПРОЦЕССЕ



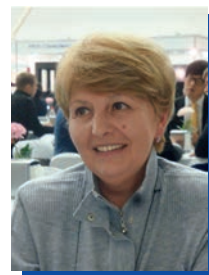
ТРОИЦКИЙ
Владимир Александрович
Д-р техн. наук, проф.



ПОСЫПАЙКО
Юрий Николаевич
Ведущий инженер-технолог



ЖУПАК
Светлана Алексеевна
Специалист по стандартизации



ЯКУБОВИЧ
Татьяна Петровна
Специалист по стандартизации

ИЭС им. Е.О. Патона НАН Украины, Киев, Украина

Глобализация рынков производства и услуг требует унификации устанавливаемых к ним требованиям, соблюдение которых является необходимым условием конкурентоспособности поставляемой на международный рынок продукции. Поэтому такое большое значение приобретает сегодня стандартизация — деятельность, направленная на разработку и определение требований, норм, правил как обязательных к выполнению, так и рекомендованных. Причем стандартизация выполняет сразу две функции: с одной стороны, дает возможность унифицировать требования к экспортируемой продукции, при этом влияние конкуренции положительно сказывается как на качестве этой продукции, так и на ее цене; а с другой стороны, является инструментом защиты внутренних рынков и национальных производителей.

Первую функцию выполняет система международной стандартизации в лице Международной организации по стандартизации (ISO). Сфера деятельности ISO касается стандартизации во всех областях, кроме электротехники и электроники, которые относятся к компетенции Международной электротехнической комиссии (МЭК или IEC). Некоторые виды работ выполняются общими усилиями этих организаций. Например, вопрос информационных технологий, микропроцессорной техники и т.п. — это объекты общих разработок ISO/IEC.

Если рассматривать только данные по ISO/TC 135 «Неразрушающий контроль», то за период 2005—2014 гг. введено в действие 45 стандартов (24 из которых за последние три года), еще 19 стандартов находятся на стадии проектов. При этом проблемами неразрушающего контроля в ISO занимаются и другие комитеты, в частности ISO/TC 44 «Сварка и родственные технологии», и таких комитетов в этой организации на сегодняшний день 237.

Кроме того, влиятельным участником процесса стандартизации остается Европейский комитет по стандартизации (CEN). Хотя в последнее время все больше европейских стандартов заменяются международными аналогами, все же их спектр остается достаточно большим.

Основной проблемой сегодня является значительное отставание национальных систем стандартизации в направлении гармонизации международных стандартов и введение их в качестве национальных. В этом направлении важную роль может сыграть такое издание, как «Территория NDT», которое может возглавить популяризацию отдельных стандартов для русскоязычной среды НК, предоставляя читателям компетентный анализ их содержания, а также информацию о новых стандартах, принятых в странах — участниках проекта «Территория NDT».

В Украине на протяжении последних 10 лет принято более 80 новых стандартов в области неразрушающего контроля (НК). Большинство из них касается НК сварных соединений. 90 % этих стандартов – гармонизированные в Украине европейские и международные стандарты. Курс на гармонизацию был установлен Законом Украины «О стандартизации» и вступлением Украины во Всемирную торговую организацию (ВТО). Став членом ВТО, государство обязано выполнять положения договора о технических барьерах в торговле (ТБТ), а значит, отдавать предпочтение международным стандартам по сравнению с региональными и другими национальными стандартами.

Задачами стандартизации в Украине занимается Государственное предприятие «Украинский научно-исследовательский и учебный центр проблем стандартизации, сертификации и качества» (ГП «УкрНИУЦ»), которое было создано в 2003 г.

В составе центра работают: Научно-исследовательский институт стандартизации, Институт управления качеством, Институт оценки соответствия, Институт подготовки специалистов в сфере управления качеством, стандартизации, оценки соответствия и метрологии и единый в Украине Главный фонд нормативных документов, который накапливает информационные ресурсы в сфере технического регулирования, обеспечивает их хранение, учет и доступ к ним пользователей. Предприятие имеет филиалы в Львове и Харькове.

ГП «УкрНИУЦ» является ведущей организацией Министерства экономического развития и торговли Украины в сфере стандартизации, сертификации и качества, которое формирует направления государственной политики в сфере стандартизации и сопредельных сферах.

Основные направления деятельности УкрНИУЦ:

- обеспечение функционирования и развития национальной системы стандартизации; разработка стандартов, экспертиза проектов стандартов, гармонизация национальных стандартов с международными и европейскими, координация деятельности национальных технических комитетов стандартизации (ТК);
- разработка систем управления качеством и окружающей средой и их мониторинг в Украине; предоставление консалтинговых услуг по внедрению систем управления качеством на производствах в целях повышения конкурентоспособности отечественных производителей; реализация Программы внедрения систем управления качеством в органах исполнительной власти;
- научно-методическая деятельность относительно обеспечения функционирования национальной системы сертификации;

- сертификация продукции, услуг и систем управления;
- подготовка и повышение квалификации специалистов в сфере стандартизации, сертификации, метрологии, управления качеством и экологического управления, защиты прав потребителей;
- ведение Главного фонда нормативных документов;
- подготовка и издание нормативных документов, пособий, каталогов нормативных документов, информационных указателей стандартов, указателей межгосударственных стандартов и т.п.

Согласно Закону Украины «О стандартизации» для разработки, рассмотрения и согласования проектов стандартов на общественных началах создаются технические комитеты стандартизации (ТК). К работе в ТК привлекаются ведущие специалисты НК и полномочные представители заинтересованных организаций.

Вопросами гармонизации международных и европейских стандартов в области неразрушающего контроля в Украине занимаются два технических комитета: ТК № 78 «Техническая диагностика и неразрушающий контроль» и ТК 44 «Сварка и родственные процессы», секретариаты которых ведет Институт электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины. Разработчиками гармонизированных стандартов, устанавливающих требования к НК, выступают и другие организации Украины, заинтересованные в принятии гармонизированных стандартов.

Однако слишком бюрократизированная система стандартизации приводит к тому, что на разработку и принятие одного стандарта уходит порой несколько лет. Были случаи, когда международные и европейские стандарты вступали в силу в качестве национальных уже после того, как они перестали быть актуальными. Выходом из этой ситуации могло бы стать введение стандартов «методом обложки». Но этот метод имеет существенный недостаток: чаще всего пользователи национальных стандартов владеют английским языком на уровне, не достаточном для свободного чтения документа в оригинале, а непрофессиональные переводы текстов могут стать причиной неправильного их толкования.

В области неразрушающего контроля активную роль в гармонизации стандартов могут сыграть национальные общества НК. А с помощью проекта «Территория NDT» мы сможем сделать эту деятельность более плановой и скоординированной. Привлекая к разработке стандартов опытных специалистов и ученых, а также в тесном сотрудничестве с профильными техническими комитетами по стандартизации, общества имеют возможность гармонизировать международные стандарты в качестве технических стандартов обществ. Такую возможность

предоставляет и новый Закон Украины «О стандартизации», принятый Верховным Советом Украины 5 июня 2014 г.

Закон предлагает создать новую национальную систему стандартизации, которая будет отвечать современным требованиям, в частности, принять организационные формы деятельности в сфере стандартизации согласно международной и европейской практике. Закон вступит в силу 1 января 2015 г.

Закон предусматривает создание и функционирование единого Национального органа стандартизации (НОС). Функции НОС будет выполнять юридическое лицо публичного права, созданное центральным органом исполнительной власти, которая реализует государственную политику в сфере стандартизации.

Для обеспечения участия в управлении Национальным органом стандартизации Украины всем заинтересованным сторонам предусмотрено создание руководящего совета, являющегося согласовательно-надзорным органом НОС.

К полномочиям НОС относятся: организация и координация деятельности в сфере стандартизации, утверждение программы работ по стандартизации, принятие и отмена национальных стандартов, в том числе в сфере строительства, создание и прекращение деятельности технических комитетов стандартизации, представление интересов Украины в международной сфере региональных организаций.

Новая система стандартизации предусматривает введение двух уровней стандартизации в зависимости от субъекта стандартизации, принимающего стандарты: национальные стандарты, принятые НОС, и стандарты и технические условия, принятые предприятиями, учреждениями и организациями. При этом будет упразднена отраслевая стандартизация, в связи с чем в течение пятнадцати лет центральные органы исполнительной власти имеют право в соответствующих сферах деятельности и в рамках своих полномочий проверять, пересматривать свои отраслевые стандарты в целях перевода их на уровень национальных или на уровень стандартов предприятий либо их отмены.

Закон предусматривает также недопущение согласования проектов национальных стандартов с государственными органами. То есть упраздняется государственная регистрация технических условий, а также сама возможность устанавливать какие-либо дополнительные правила, связанные с разработкой стандартов и технических условий предприятий.

В Японии, США и других странах существует практика разработки стандартов научными обществами. Для

содружества наших одиннадцати обществ НК и ТД (проект «Территория NDT») это хороший пример для подражания. Пока в наших странах на этих вопросах держат руку государственные структуры, называемые Госстандартами. В качестве одного из направлений развития проекта «Территория NDT» можно было бы начать движение по созданию интернациональных стандартов, актуальных для наших стран. Этот процесс может привлечь интерес инвесторов, которые нуждаются в таких стандартах. Стандарты русскоязычной группы государств могут отличаться по темам и содержанию от американских, японских, европейских обществ, они будут отражать насущные проблемы наших стран.

К таким темам можно отнести разработку нормативных документов:

- для атомной энергетики, в частности НК металла, работающего многие годы в условиях повышенных тепловых и радиационных нагрузок;
- для вспомогательных трубопроводов различного назначения, протяженность которых в сотни раз больше, чем магистральных трубопроводов.

Таких примеров дефицита стандартизации много и в других отраслях промышленности.

Кроме того, в наших странах появились и широко распространились методы НК, которых почти нет на Западе. При отсутствии нормативной базы этим видам НК трудно развиваться.

К таким направлениям следует отнести:

- мобильную флэш-радиографию без промежуточных носителей информации (пластин, пленок и т.п.);
- импульсные радиационные источники излучения;
- электромагнитно-акустическая дефектоскопию;
- магнитную дефектоскопию на основе мобильного разнонаправленного локального намагничивания и др.

Широкое общественное обсуждение порядка введения и существа новых стандартов, бесспорно, послужит техническому прогрессу и повышению качества услуг в области НК.

Такое развитие проекта «Территория NDT» может вызвать интерес в структурах власти, отвечающих за стандартизацию в других отраслях промышленности постсоветских государств. Промышленность наших государств во многом отличается от промышленности остального мира. Дефицит нормативной документации (стандартов) присутствует практически во всех отраслях промышленности. Издание как журнала «Территория NDT», так и общих стандартов будет укреплять русскоязычное сообщество на интеллектуальной основе.

PELENG-204

ДЕФЕКТОСКОП

- Два электроакустических канала
- Частотный диапазон **0,4 - 25 МГц**
- Диапазон усиления **120 дБ**
- Работа в **иммерсионном** режиме
- Обобщенные и индивидуальные **АРД-диаграммы (AVG, DGS)**
- **Три уровня** чувствительности
- **Автоматическое** или ручное измерение характеристик дефекта
- **Автоматическая** установка скорости ультразвуковых колебаний в зависимости от угла ввода преобразователя и материала
- Режим оценки затухания
- Слежение за **акустическим контактом**
- Автоматическая или ручная настройка **ВРЧ (TVG)**
- Режим **учета кривизны** поверхности
- Полуавтоматическая настройка глубиномера и чувствительности
- Возможность работы с **DAC-кривыми**
- Автоматическое определение **параметров** преобразователя
- Большой высококонтрастный цветной **TFT-дисплей**
- Время автономной работы **10 ч.**
- Температурный диапазон от **-30 °С до +50 °С**



АЛТЕК[®]
НАУЧНО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ГРУППА

192029, г. Санкт-Петербург, пр. Обуховской Обороны, д. 86П,
тел.: (812) 336-8888, факс: (812) 380-1110
altek@altek.info www.altek.info



О ВЫБОРЕ ТОКА ДЛЯ НАМАГНИЧИВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ СОЛЕНОИДОВ ПРИ МАГНИТОПОРОШКОВОМ КОНТРОЛЕ



ШЕЛИХОВ

Геннадий Степанович

Д-р техн. наук, ЗАО «НИИИИИ
МНПО «Спектр», Москва



ГЛАЗКОВ

Юрий Алексеевич

НИЦ ЭРАТ,
Московская обл., г. Люберцы

Рассмотрен способ определения силы тока в процессе магнитопорошкового контроля при продольном намагничивании деталей с применением соленоидов, учитывающий соотношение их диаметра и длины.

В материале деталей дефекты могут появляться как при изготовлении вследствие нарушения режимов выполнения каких-либо технологических операций, так и в процессе эксплуатации из-за превышения расчетных нагрузок, воздействия коррозионной среды, погрешностей, допущенных при разработке конструкции деталей и узлов, усталости металла и действия других причин. Протяженные дефекты материала (трещины, расслоения, волосовины и т.д.) могут распространяться на поверхности деталей в любом направлении, в том числе вдоль их оси, либо в плоскостях, перпендикулярных ей. Для обнаружения поверхностных и подповерхностных дефектов в материале стальных ферромагнитных деталей применяют магнитопорошковый метод. Как известно, для выявления этим методом дефектов, ориентированных вдоль оси деталей или под небольшим углом к ней, используют циркулярное намагничивание пропусканием тока по деталям, по стержню или кабелю, продетому через отверстия в проверяемых объектах [1–4].

Для обнаружения магнитопорошковым методом дефектов, распространяющихся перпендикулярно оси деталей, применяют продольное (полюсное) намагничивание. Такое намагничивание осуществляют с помощью однослойных или многослойных соленоидов (катушек), обмоток гибким кабелем, электромагнитов или намагничивающих устройств на постоянных магнитах. На практике используют

разнообразные соленоиды: стационарные, приставные к стационарным магнитопорошковым дефектоскопам, переносные и передвижные. Соленоиды выполняют в виде витков медной шины, гибкого многожильного медного кабеля, катушки из изолированного медного или алюминиевого провода, либо же в виде разъемных витков из медной или алюминиевой шины. Для намагничивания детали помещают внутрь соленоидов и используют магнитное поле, заключенное внутри их полостей, которое направлено вдоль оси. По виткам соленоидов пропускают переменный, постоянный, выпрямленный или импульсный ток. Диапазон значений силы тока в соленоидах составляет от нескольких единиц до тысяч ампер.

Протяженные детали контролируют магнитопорошковым методом, намагничивая их в соленоиде или с помощью гибкого кабеля по участкам. Если известно, что на длинной детали дефекты могут возникнуть в какой-либо одной зоне, то намагничивают и контролируют только потенциально опасное место. Обычно так контролируют детали технических изделий при целевых осмотрах в условиях эксплуатации, а также при ремонте, так как обычно известно, какие участки деталей во время эксплуатации испытывают наибольшие нагрузки и на которых возможно образование усталостных или деформационных трещин, трещин ползучести либо других дефектов. Пример дефектов, обнаруженных магнитопорошковым методом при продольном намагничивании детали, приведен на рис. 1.

При разработке технологических инструкций и технологических карт магнитопорошкового контроля [5] режим намагничивания выбирают в первую очередь в зависимости от магнитных свойств материала проверяемого объекта. При этом учитывают также другие факторы. Магнитные свойства—это главный фактор, влияющий на выбор значения напряженности намагничивающего магнитного поля или тока. Сначала на основе технической документации на изготовление объекта определяют марку его материала. Используя соответствующие справочники по магнитным свойствам сталей или другие источники (например, [2, 6]), устанавливают значение напряженности магнитного поля, требуемое для получения в материале объекта необходимой магнитной индукции. Как правило, намагничивающий ток, обеспечивающий достижение такой напряженности магнитного поля в соленоидах, определяют с помощью формул, характеризующих напряженность магнитного поля в их полостях. При необходимости

значение намагничивающего тока корректируют с учетом:

- дефектоскопических свойств проверяемых деталей, в том числе типа и толщины защитного покрытия, характера отыскиваемых дефектов и их расположения и направления распространения на поверхности деталей, а также их формы, массы и шероховатости поверхности;
- свойств используемого магнитного индикатора: дисперсности магнитного порошка, формы частиц, их магнитных и оптических характеристик, концентрации порошка в суспензии, типа дисперсионной среды суспензии, ее вязкости;
- технологии контроля, в том числе вида намагничивающего тока, способа нанесения на детали магнитного индикатора и других особенностей технологии.

Напряженность магнитного поля H соленоида в произвольной точке A , лежащей на его оси (рис. 2), определяется соотношением [7]

$$H = \frac{nI}{2} (\cos \alpha_2 - \cos \alpha_1) = \frac{NI}{2L} (\cos \alpha_2 - \cos \alpha_1), \quad (1)$$

где $n = N/L$ – число витков, приходящихся на единицу длины соленоида; I – ток в соленоиде; NI – магнитодвижущая сила, ампер-витки; α_1 и α_2 – углы, под которыми из точки A видны концы соленоида (точнее, центры крайних обмоток). Причем $\alpha_1 > \alpha_2$:

$$\cos \alpha_1 = \frac{l}{\sqrt{R^2 + l^2}}; \quad (2)$$

$$\cos \alpha_2 = \frac{L-l}{\sqrt{R^2 + (L-l)^2}}, \quad (3)$$

где l – расстояние от левого торца соленоида до точки A на его оси (см. рис. 2).

Максимальное значение магнитной индукции и напряженности магнитного поля H_{\max} соответствует точке, лежащей на середине оси соленоида:

$$H_{\max} = nI \frac{L}{\sqrt{4R^2 + L^2}} = \frac{NI}{\sqrt{D^2 + L^2}}, \quad (4)$$

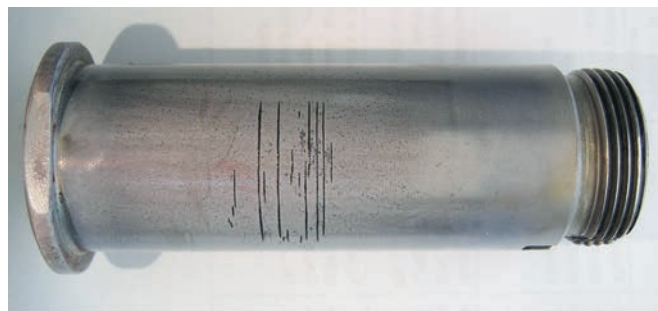
где D – внутренний диаметр соленоида.

Как правило, формулу (4) применяют для расчета намагничивающего тока в соленоидах после ее преобразования:

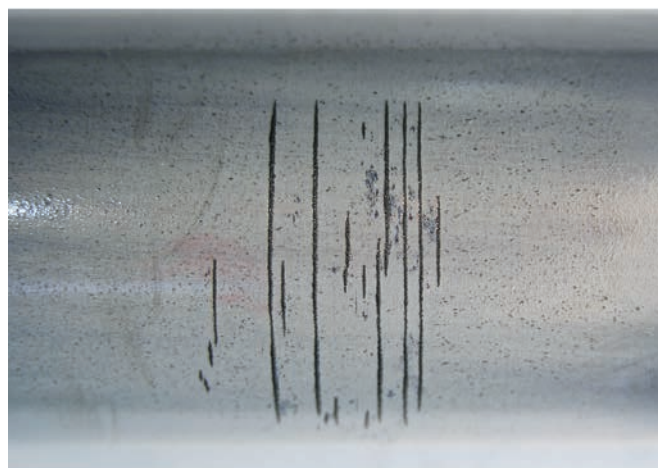
$$I = H \sqrt{D^2 + L^2} / N, \quad (5)$$

где N – число витков соленоида (обмотки).

Однако при определении значения намагничивающего тока с помощью формулы (5) не принимаются во внимание некоторые факторы, что отрицательно влияет на намагниченность деталей в соленоидах. В частности, не учитывается неравномерность распределения магнитного поля внутри соленоидов [8]. Это поле неоднородно как в продольном, так и в поперечном направлениях. Напряженность магнитного поля в каждой точке внутреннего пространства соленоидов отличается от напряженности поля в соседних точках. Характер распределения магнитного поля в соленоиде



а)



б)

Рис. 1. Деформационные трещины на поверхности болта, выявленные магнитопорошковым методом при полюсном намагничивании:

а – в натуральную величину; б – при 3-кратном увеличении

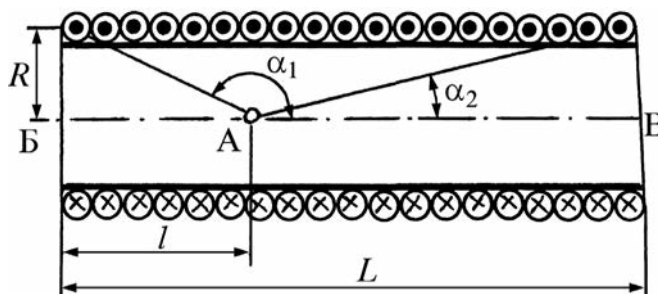


Рис. 2. Схема соленоида:

L – длина соленоида; R – радиус; l – расстояние от торца соленоида до рассматриваемой точки A ; α_1 , α_2 – углы, под которыми точка A видна из центров крайних обмоток соленоида

дах можно проиллюстрировать на примере приставных соленоидов к стационарным магнитопорошковым дефектоскопам. В комплект большинства дефектоскопов входят шестивитковые приставные соленоиды, выполненные из медной шины сечением $30 \times 2,5$ мм, длиной 220 мм, диаметром: малый приставной соленоид – 110 мм, большой соленоид – 210 мм (рис. 3, 4). Экспериментальное распределение напряженности



Рис. 3. Малый приставной соленоид диаметром 110 мм для стационарных магнитопорошковых дефектоскопов



Рис. 4. Большой приставной соленоид диаметром 220 мм для стационарных магнитопорошковых дефектоскопов

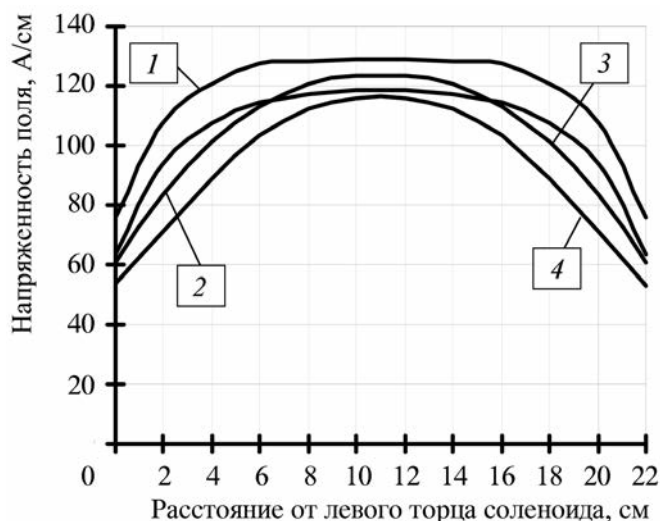


Рис. 5. Экспериментальное распределение напряженности магнитного поля у витков (1, 2) и на оси (3, 4) внутри малого приставного соленоида при питании переменным (2, 4) и выпрямленным двухполупериодным (1, 3) током силой 500 А

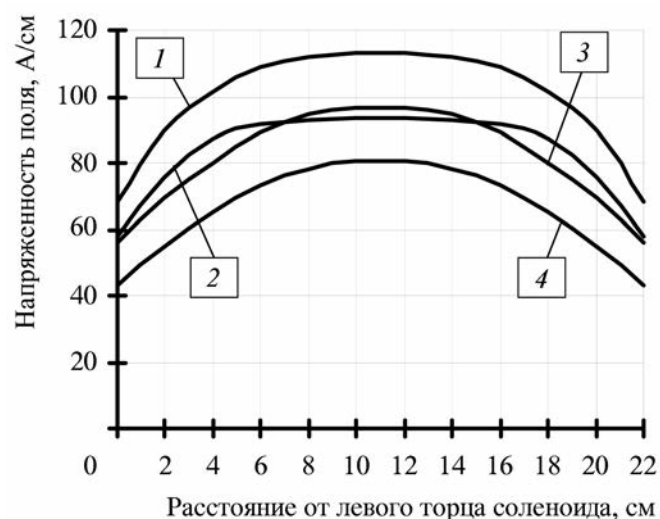


Рис. 6. Экспериментальное распределение напряженности магнитного поля у витков (1, 2) и на оси (3, 4) внутри большого приставного соленоида при питании переменным (2, 4) и выпрямленным двухполупериодным (1, 3) током силой 500 А

магнитного поля по длине приставных соленоидов на оси и у витков (с внутренней стороны) при питании выпрямленным двухполупериодным и переменным током заданной силы 500 А показано на рис. 5 и 6. Как видно, распределение поля в малом соленоиде аналогично его распределению в большом соленоиде. Но в малом соленоиде изменение напряженности более резкое, чем в большом. Около торцов соленоидов напряженность поля существенно ниже, чем в центральной части. У малого соленоида диаметром 110 мм она меньше примерно в 1,7–2,2 раза, у большого – в 1,6–1,9 раза. Отличия распределения магнитного поля в этих соленоидах связаны с разным соотношением их диаметра и длины. У малого соленоида это соотношение равно 0,5, у большого – 0,95.

При размещении в соленоиде намагничиваемой детали магнитное поле в нем изменяется и распределяется по другим закономерностям. Энергия магнитного поля концентрируется в материале детали, что обусловлено высокой относительной магнитной проницаемостью металла детали ($\mu \geq 5000$). Напряженность магнитного поля, действующая в разных точках в зоне расположения детали, нивелируется, выравнивается, усредняется. При этом в средней области соленоида она уменьшается, в зоне торцов увеличивается (рис. 7). В среднем деталь намагничивается магнитным полем ниже расчетного. Это объясняется тем, что максимальное значение напряженности поля наблюдается только в одной центральной точке, а пониженное напряжение действует во многих точках.

Распределение напряженности поля у витков и на оси соленоида, показанное на рис. 7, это результат суперпозиции двух магнитных полей: поля соленоида и поля намагничиваемой детали. При расположении в полости соленоида другой детали, а также при асимметричном ее расположении относительно середины соленоида распределение напряженности магнитного поля, даже при одном и том же виде и значении питающего тока, будет иным. Например, если за базу сравнения принять рис. 7, то при размещении в малом приставном соленоиде детали того же диаметра, но длиной 100 мм по сравнению с рис. 7 будут наблюдаться следующие отличия в распределении магнитного поля. Масса этой второй детали в 2 раза меньше, чем первой детали длиной 200 мм. Следовательно, ее магнитная энергия также будет меньше. Значит, магнитное поле второй детали будет меньше воздействовать на магнитное поле соленоида. Поэтому кривые распределения напряженности магнитного поля у витков и на оси соленоида будут приближаться к положению, которое они занимали при пустом соленоиде. По этой причине они будут располагаться несколько выше кривых, показанных на рис. 7.

В связи с тем что вторая деталь вдвое короче первой, экстремумы максимальной напряженности поля, показанные на рис. 7, будут располагаться ближе к середине соленоида примерно на 50 мм. Максимумы значений кривой 3, показывающей распределение напряженности поля у витков при питании соленоида переменным током, также сдвинутся к середине соленоида, и у нее появятся два экстремума. Но в средней

части соленоида все кривые будут располагаться примерно параллельно оси абсцисс, т.е. напряженность поля соленоида на протяжении детали будет усредняться. Деталь будет находиться под воздействием напряженности ниже расчетного. Снижение напряженности поля соленоида будет наблюдаться при намагничивании любых деталей. Еще раз подчеркнем, что при определении значения намагничивающего тока с помощью формулы (5) это явление, обусловленное неравномерностью распределения магнитного поля в соленоиде, как правило, не учитывается.

При намагничивании деталей в соленоиде переменным током сила тока, питающего соленоид, уменьшается. При наличии переменной составляющей это наблюдается также, хотя и в меньшей степени, при питании соленоида выпрямленными токами. Периодическое изменение силы тока сопровождается изменением магнитного потока, вследствие чего в контуре соленоида индуцируется ЭДС самоиндукции. В ферромагнитном материале совершаются процессы, на которые расходуется энергия от намагничивающего источника. Потери в металле состоят из потерь на гистерезис и из потерь на вихревые токи [9]. Чем больше объем металла располагается в полости соленоида и чем больше площадь его поверхности, тем заметнее снижение силы питающего тока. По этой причине детали также намагничиваются магнитным полем ниже расчетного. Влияние объема металла, размещаемого в соленоиде, на относительное изменение силы переменного тока, питающего соленоид, показано на рис. 8. Как видно, снижение уровня питающего тока может достигать 50 %.

Для обеспечения высокой эффективности намагничивания деталей при магнитопорошковом контроле целесообразно при определении значения намагничивающего тока вместо формулы (5) использовать формулу, характеризующую напряженность магнитного поля на оси около торцов соленоидов. В точках оси соленоидов, совпадающих с их торцовыми поверхностями, напряженность магнитного поля меньше. Поэтому для достижения необходимого уровня напряженности поля потребуется ток большего значения, который будет создавать в полости соленоида магнитное поле большей напряженности. В точках оси соленоидов, совпадающих с их торцовыми поверхностями, напряженность магнитного поля определяется по преобразованной формуле (1), в которой $n = N/L$, $\cos \alpha_1 = \cos 90^\circ = 0$, а $\cos \alpha_2$ определяется по формуле (3), в которой $l = 0$. Тогда [10]

$$H = \frac{NI}{2\sqrt{R^2 + L^2}} \quad (6)$$

После преобразования относительно тока I эта формула принимает вид

$$I = 2H\sqrt{R^2 + L^2}/N \quad (7)$$

или же, если цифру 2 перенести под знак корня,

$$I = H\sqrt{D + 4L/N} \quad (8)$$

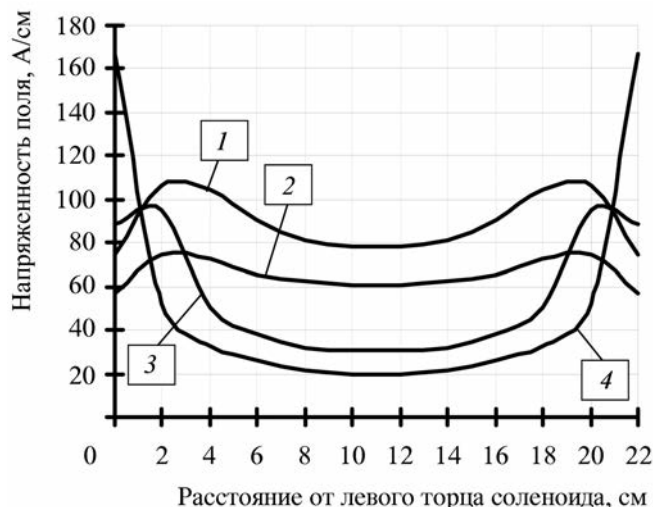


Рис. 7. Экспериментальное распределение напряженности магнитного поля у витков (1, 2) и на оси (3, 4) внутри малого приставного соленоида при питании переменным (2, 3) и выпрямленным двухполупериодным (1, 4) током силой 500 А при размещении в соленоиде детали диаметром 54 мм и длиной 200 мм

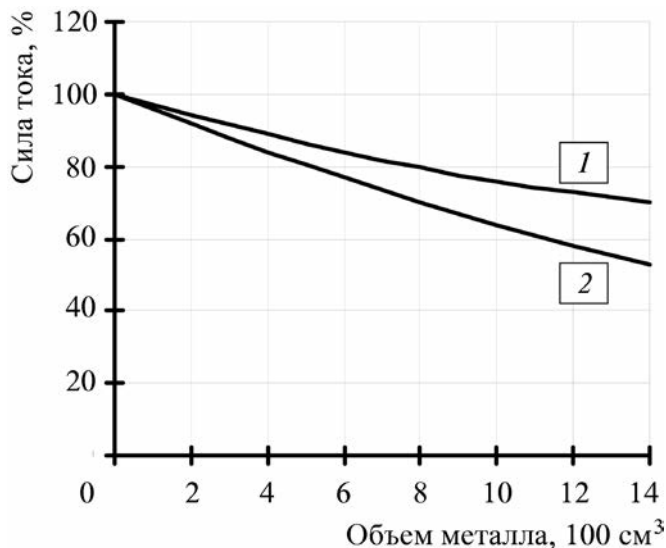


Рис. 8. Влияние объема металла (сталь 30ХГСНА) в соленоиде на относительное изменение силы переменного тока, питающего приставные соленоиды: 1 — большой; 2 — малый

В приведенных формулах размерность длины, диаметра и радиуса соленоида зависит от размерности напряженности магнитного поля H . Если используется значение напряженности поля в амперах на метр (А/м), то и перечисленные размеры должны быть представлены в метрах (м), а если напряженность измеряется в амперах на сантиметр (А/см), то и размеры соленоида должны указываться в сантиметрах (см).

Формулу (8) можно упростить. Для этого правую часть равенства (8) умножим и разделим на длину со-

леноида L , а знаменатель этой дроби введем под знак корня. Тогда получим

$$I = HL \sqrt{(D/L)^2 + 4/N} . \tag{9}$$

Обозначим

$$m = \sqrt{(D/L)^2 + 4} . \tag{10}$$

В этом случае формула (9) будет иметь вид

$$I = mHL/N . \tag{11}$$

Напомним, что в формулах (9) – (11) L – это длина соленоида (или обмотки гибким кабелем), см; H – требуемая напряженность магнитного поля, А/см; N – число витков соленоида (обмотки); m – коэффициент, зависящий от соотношения диаметра D и длины L соленоида или обмотки.

Используя формулу (10), можно заранее рассчитать значения коэффициента m для соленоидов разного удлинения и затем определять намагничивающий ток по простой формуле (11). При использовании этой формулы остаточная магнитная индукция проверяемых деталей гарантированно будет не меньше требуемой.

Рассчитаем значения коэффициента m для соленоидов разных типоразмеров и результаты расчетов сведем в таблицу. В таблице приведены значения указанного коэффициента с тремя знаками после запятой для иллюстрации характера их изменений в зависимости от соотношения диаметра и длины соленоидов. Но в практике магнитопорошкового контроля целесообразно пользоваться значениями этих коэффициентов, округленными до одного знака после запятой.

Значения коэффициента m для соленоидов с разным соотношением размеров

Отношение диаметра к длине соленоида	m	Отношение диаметра к длине соленоида	m
1/10	2,002	3,0	3,606
1/8	2,004	3,5	4,031
1/6	2,007	4,0	4,472
1/5	2,010	4,5	4,924
1/4	2,015	5,0	5,385
1/3	2,028	5,5	5,852
1/2	2,062	6,0	6,325
1,0	2,236	6,5	6,801
1,5	2,500	7,0	7,280
2,0	2,828	7,5	7,762
2,5	3,202	8,0	8,246

Для определения значения намагничивающего тока по формуле (11), как и в других случаях, сначала следует установить требуемую напряженность магнитного поля. Затем, зная размеры используемо-

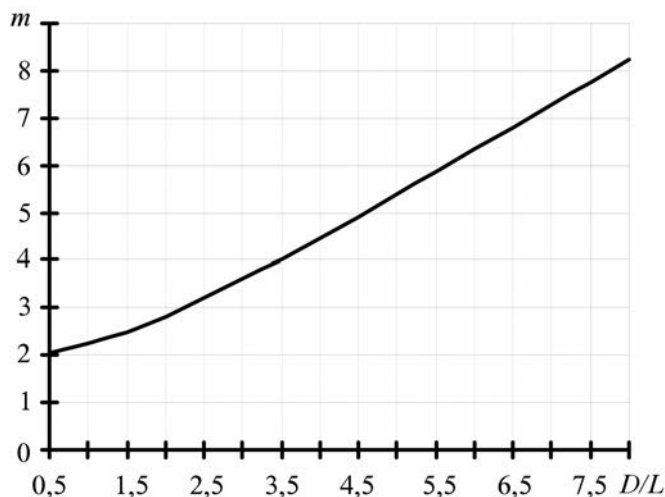


Рис. 9. Зависимость коэффициента m от отношения диаметра D к длине L соленоида

го соленоида, определить по таблице значение соответствующего коэффициента m и после этого по формуле (11) рассчитать требуемое значение силы тока. Если отношение диаметра и длины соленоида отличается от табличных данных, целесообразно из таблицы брать ближайшее значение соответствующего коэффициента или значение коэффициента рассчитывать путем аппроксимации, или же определять его значение с помощью графика, приведенного на рис. 9.

Из таблицы следует, что при отношении диаметра к длине соленоида, равном или меньшем $1/2$ ($D/L \leq 1/2$), значение коэффициента m можно принимать равным 2. В этом случае при контроле деталей намагничивающий ток можно определять по формуле

$$I = 2H(L/N) . \tag{12}$$

Если на участке магнитопорошкового контроля постоянно используются один-два соленоида с известными размерами и количеством витков, для которых определен коэффициент m , то расчеты упрощаются, так как их можно выполнять по формуле

$$I = r H , \tag{13}$$

$$\text{где } r = m L/N . \tag{14}$$

Предложенный вариант определения значения намагничивающего тока позволяет учитывать неравномерность распределения магнитного поля в полости соленоидов в зависимости от соотношения из размеров и снижение силы намагничивающего тока при размещении деталей в соленоидах. В этом случае режим намагничивания деталей всегда будет находиться от заданного в пределах принятого при магнитопорошковом контроле допуска $\pm 10 \%$.

Библиографический список

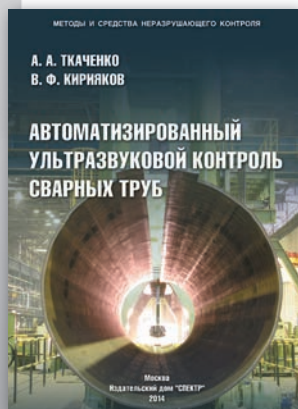
1. Шелихов Г.С. Магнитопорошковая дефектоскопия / под общ. ред. акад. РАН В. В. Клюева. М.: ИД «Спектр», 2010. 336 с.
2. Шелихов Г.С. Магнитопорошковый метод контроля // Неразрушающий контроль: справочник: в 8 т. / под общ. ред. В. В. Клюева. Т. 4. Кн. 2. 2-е изд., испр. М.: Машиностроение, 2006. С. 227–566.
3. Шелихов Г.С., Глазков Ю.А. Магнитопорошковый контроль: учеб. пособие / под общ. ред. акад. РАН 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. Александров А.Г., Глазков Ю.А. Технологические карты по магнитопорошковому контролю деталей: метод. рекомендации по составлению. М.: АО «Желдорремаш», 1997. 146 с.
6. Неразрушающий контроль металлов и изделий: справочник / под ред. Г. С. Самойловича. М.: Машиностроение, 1976. 456 с.
7. Яворский Б.М., Детлаф А.А. Справочник по физике. М.: Наука, 1974. 942 с.
8. Прудинник С.А. Характеристики соленоидов для магнитопорошкового контроля // Контроль. Диагностика. 2005. № 12. С. 43–46.
9. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. М.: Высш. шк., 1964. 750 с.
10. Шелихов Г.С. Магнитопорошковая дефектоскопия деталей и узлов: практ. пособие / под ред. проф. В. Н. Лозовского. М.: ГП НТЦ «Эксперт», 1995.



Спектр
Издательский дом

Ткаченко А. А., Кирияков В. Ф.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ КОНТРОЛЬ СВАРНЫХ ТРУБ



700 руб.

ISBN 978-5-4442-0065-0. Формат - 60x90 1/16, 190 страниц, год издания - 2014.

Рассмотрены способы сварки труб в поточных линиях современных высокоскоростных трубоэлектросварочных агрегатов и характеристики дефектов сварных швов и тела труб. Выполнена классификация основных факторов, влияющих на достоверность автоматизированного ультразвукового контроля электросварных труб, разработаны способы уменьшения их влияния. Приведены результаты исследований акустического тракта применительно к условиям автоматизированного контроля сварных швов труб с целью выбора зоны контроля металла шва, автоматического слежения за его положением относительно акустической системы и компенсации дестабилизирующих воздействий. Теоретически на основе вероятностного и корреляционного способов решена задача повышения достоверности автоматизированного ультразвукового контроля и определения вида дефекта электросварных труб.

Выполнена разработка аппаратно-программных комплексов автоматизированного ультразвукового контроля электросварных труб, как составной части систем интеллектуальной диагностики технологического процесса сварки труб. Изложены принципы и варианты построения автоматизированных установок ультразвукового контроля сварных швов и краевых зон концов труб, описаны структурные схемы аппаратного комплекса. Приводятся конструктивные особенности акустических блоков, краткие технические данные автоматизированных установок, результаты их испытаний и внедрения. Приведены структурное описание программного обеспечения и упрощенные алгоритмы работы каналов установок, порядок метрологического обеспечения аппаратуры, технология автоматизированного ультразвукового контроля сварного шва и краевых полос труб в потоке производства.

Для научных работников, специалистов и инженеров металлургической промышленности, трубопроводного транспорта, занимающихся созданием и внедрением в промышленность систем ультразвукового контроля, может быть полезна студентам вузов.

119048, г. Москва, ул. Усачева, д. 35, стр. 1. 000 «Издательский дом «Спектр»

Телефон отдела реализации: (495) 514-26-34. Дополнительный телефон офиса: (926) 615 17 16.

E-mail: zakaz@idspektr.ru. Http://www.idspektr.ru

RS2WP



Ультразвуковой дефектоскоп

*Ваша задача -
наше решение!*



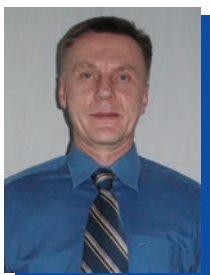
- ▶ Частотный диапазон 1-22 МГц
- ▶ Амплитуда ГЗИ -70 В
- ▶ Максимальное число каналов-128
- ▶ Число активных каналов-32
- ▶ Максимальная частота повторения ЗИ – 100 кГц
- ▶ Получение А, В, С-сканов в реальном времени
- ▶ Одновременное получение до 4-х С-сканов
- ▶ До 6 измерительных стробов
- ▶ Программные средства для автоматической оценки площади дефектов и статистического анализа полученных данных
- ▶ Функция построения карт больших площадей
- ▶ Использование роликового преобразователя для работы без контактной среды по необработанной поверхности



официальный представитель
Sonatest Ltd на территории РФ

Тел./факс: +7(495) 789-37-48, (495) 587-82-98
mail@panatest.ru www.panatest.ru

УЛЬТРАЗВУКОВОЙ КОНТРОЛЬ ИЗДЕЛИЙ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ПРИМЕНЯЮЩИХСЯ В АВИАСТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ ПРОМЫШЛЕННОСТИ



СЕМЕРЕНКО

Алексей Владимирович

Руководитель отдела средств НК и ТД,
специалист III уровня по УЗК,
ООО «Панатест», Москва

В современном авиастроении наряду с традиционными алюминиевыми сплавами все большее применение находят полимерно-композиционные материалы (ПКМ), которые увеличивают прочность деталей, снижают их массу и подверженность коррозии.

Очевидно, что с повышением востребованности многослойных композитов ужесточаются требования к их диагностике. В связи с этим необходимо изучение свойств этих материалов и выявление возможных типов дефектов.

Дефекты в деталях самолетов и вертолетов из ПКМ можно разделить на две группы: внутренние дефекты и дефекты соединения. Внутренние дефекты представляют собой расслоения, трещины, поры, деформацию от ударов, а к дефектам соединения относятся повреждение клеевого слоя.

В настоящее время самым перспективным методом акустического вида неразрушающего контроля (НК) для выявления дефектов из ПКМ является эхоимпульсный метод, поскольку при одностороннем доступе к объекту контроля (ОК) позволяет определять размеры дефектов, координаты и их характер.

Основной сложностью при контроле изделий из ПКМ является сильное затухание ультразвука, связанное со сложной структурой материала. Также контроль осложняют неровности поверхности ПКМ.

Для высокоскоростного линейного сканирования больших площадей композитов компания Sonatest (Великобритания) предлагает ультразвуковой дефектоскоп RS 2 WP (рис. 1), в котором применяются технологии фазированных решеток и получения А-, В- и С-сканов в реальном времени.

Прибор состоит из блока сбора информации, промышленного ноутбука для обработки результатов и роликового преобразователя.

Основные технические характеристики системы RS 2 WP

Ширина полосы пропускания, Гц	1–22
Амплитуда генератора зондирующих импульсов, В	70
Максимальное число каналов	128
Число активных каналов	до 32
Количество измерительных стробов	до 6
Количество С-сканов, получаемых одновременно	до 4
Получение А-, В-, С-сканов в реальном времени, функция построения карт больших площадей (сшивка), Программные средства для автоматической оценки параметров дефекта	

Одной из особенностей описываемой системы RS 2 WP является роликовый преобразователь (РП) с фазированной решеткой (ФР). РП идеально подходит для ручного контроля больших плоских или криволинейных поверхностей. Подпружиненный ролик создает постоянное прижатие преобразователя к контролируемой поверхности при сканировании даже узких деталей различной пространственной ориентации. Резиновый протектор обеспечивает акустический контакт с поверхностью ОК и получение точных данных без необходимости исполь-



Рис. 1. Дефектоскоп RS 2 WP

зования контактного геля или большого количества воды. Износостойкая резиновая шина подходит для неровных поверхностей (параметр шероховатости ~1 мм).

Рассмотрим несколько моделей РП, разработанных для применения с системой RS 2 WP.

Одноэлементный РП (рис. 2). В нем используется одиночный 15-миллиметровый иммерсионный ПЭП, предназначенный для работы на частотах 1, 2, 5, 10 МГц. Датчик оснащен оптическим измерителем линейного расстояния. Может быть подключен к дефектоскопу MasterScan, Sonatest.



Рис. 2. Одноэлементный РП Рис. 3. РП с ФР

РП с ФР (рис. 3) — запатентованный датчик, являющийся результатом совместных исследований Sonatest с авиационными предприятиями. Этот прибор идеально подходит для ручного сканирования плоских и малоизогнутых объектов, позволяет значительно повысить производительность контроля. Частота 2, 5, 10 МГц, количество элементов 64, активная зона 45 мм.

РП с ФР для широких ОК (рис. 4) может сканировать изогнутые части с помощью регулировки угла наклона ФР к поверхности ОК. Используя более широкую шину, такой РП позволяет достичь вдвое большую производительность контроля. Количество элементов 128, активная зона 96 мм.



Рис. 4. РП с ФР для широких ОК

Рис. 5. РП для работы по радиальным поверхностям

Для работы по радиальным поверхностям предназначен **РП** (рис. 5) с регулировкой угла наклона решетки с помощью рычага, расположенного на боковой поверхности датчика. Минимальный диаметр кривизны поверхности контроля составляет 10 см. Благодаря дополнительной конструкции переднего ролика подходит и для продольного сканирования. Обеспечивает обнаружение едва видимых повреждений композит-

ных материалов в аэрокосмической и машиностроительной отраслях.

РП для получения карты коррозии (рис. 6) имеет эргономичный дизайн. РП, разработанный для контроля сосудов и трубопроводов, облегчает проведение диагностики объектов с цилиндрической поверхностью за счет хорошей фиксации ролика на поверхности. Благодаря заполненной жидкостью шине датчик подходит для контроля грубых, ржавых поверхностей. Количество элементов 64, активная зона 44,8 мм.

РП низкой частоты (рис. 7) разработан специально для контроля протяженных объектов из композитных материалов с высокой степенью затухания, таких как, например, стеклопластик толщиной до 60 мм. Частоты 0,5 или 1 МГц, количество элементов 50, активная зона 85 мм.



Рис. 6. РП для получения карты коррозии Рис. 7. РП низкой частоты

Производительность контроля при использовании РП с решеткой из 64 и 128 элементов приведена в таблице.

Производительность контроля при использовании РП

Параметр	Количество элементов решетки РП			
	64	64	128	128
Разрешение сканирования, мм	0,8×0,8	1,6×1,6	0,8×0,8	1,6×1,6
Производительность:				
при линейном сканировании, мм/с	200	800	200	800
при сканировании площади, м²/мин	0,5	2	1	4

Убедиться в эффективности описанной системы помогут несколько примеров.

Контроль расслоений

Пример поиска расслоений диаметром более 5 мм рассмотрим на образце из углепластика толщиной 6 мм. Контроль ведется на частоте 5 МГц. Скорость звука в ОК 3075 м/с.

Временная регулировка чувствительности (ВРЧ) настраивается так, чтобы эхосигналы от поверхности ввода и донной поверхности имели одинаковую амплитуду. Измерения проводят по времени прихода донного сигнала относительно интерфейсного сигнала (рис. 8).

Карта цветов для получения С-скана настраивается на охват всего диапазона данных по глубине. Выбираем специальную цветовую схему Spectrum: 0 мм

(красный) – 7 мм (синий). Проводим сканирование образца. Полученный С-скан с шестью расслоениями приведен на рис. 9.

Глубина каждого дефекта представлена соответствующим цветом и показывает возможности контроля как подповерхностной, так и донной областей.

Для получения информации о дефекте необходимо выделить его площадь одним из предлагаемых типов контура в виде круга, эллипса, прямоугольника или многоугольника.

Тогда в текстовом поле «Информация о дефекте» отобразятся статистические данные, автоматически рассчитанные системой: координаты расслоения, площадь, текущее значение глубины, а также среднее, максимальное, минимальное значения глубины в пределах выделенного контура (рис. 10).

Контроль пористости

Данный пример демонстрирует использование дефектоскопа RS2WP для поиска пористости, небольших пустот и инородных включений в образце из углепластика переменной толщины 4–8 мм с одновременным контролем разнотолщинности образца.

Контроль пор, особенно небольших размеров, – традиционно непростой вопрос для УЗД. Поэтому для более надежного выявления пор рассмотрим два способа контроля пористости: по отражению сигнала непосредственно от поры и по уменьшению амплитуды донного сигнала – затуханию.

ВРЧ настраивается так же, как для контроля расслоения. Хотя лучше настраиваться на образце, изготовленном из углепластика и содержащем несколько небольших (около 2 мм) плоскодонных отверстий на разной глубине.

Сначала рассмотрим вариант контроля по уменьшению амплитуды донного сигнала. Выбираем специальную цветовую схему Aerospace. Настраиваем карту цветов по амплитуде: 0 % черный – лиловый – оранжевый – желтый – белый и записываем С-скан 1, отображающий изменение амплитуды донного сигнала (рис. 11).

Полученный С-скан 1 информативен для обнаружения микропористости.

Для контроля пористости по отражению настраиваем второй измерительный строб. Здесь используем возможности RS 2 WP по применению измерительных стробов переменной ширины. Начинаться второй строб должен как можно ближе к интерфейсному сигналу, а заканчиваться как можно ближе к донному сигналу.

Карта цветов устанавливается, как и для первого способа, Aerospace.

Для анализа данных можно отображать несколько С-сканов одновременно. С помощью вида ССА (рис. 12) С-скан 1, построенный по сигналам из измерительного stroba 1, и С-скан 2, построенный по сигналам из stroba 2, можно отобразить один под другим и выявить различия в них для определения типа дефектов. Области, в которых амплитуда донного сигнала

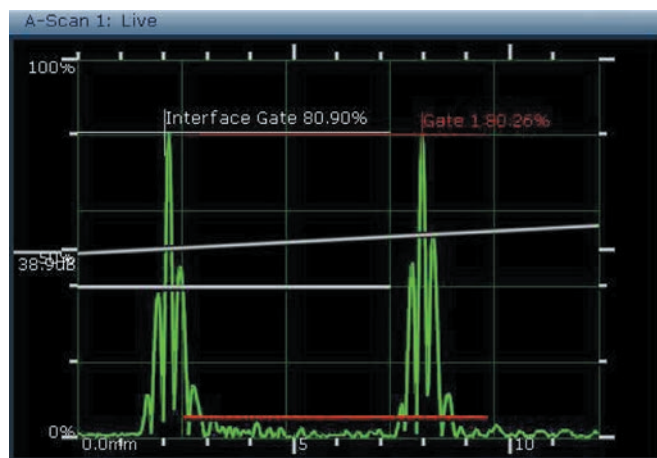


Рис. 8. Настройки измерительных стробов

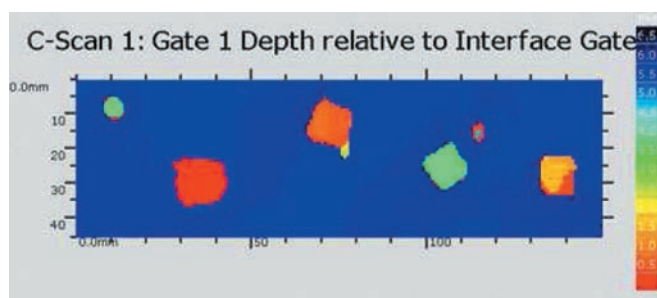


Рис. 9. С-скан шести расслоений

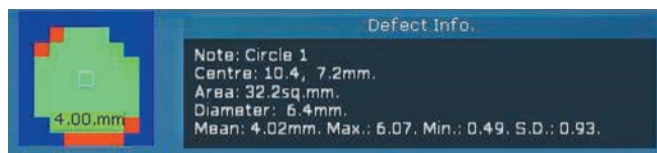


Рис. 10. Информация о дефекте для контура «Круг»

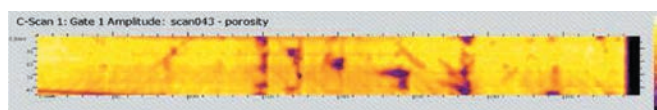


Рис. 11. Контроль пористости по изменению амплитуды донного сигнала

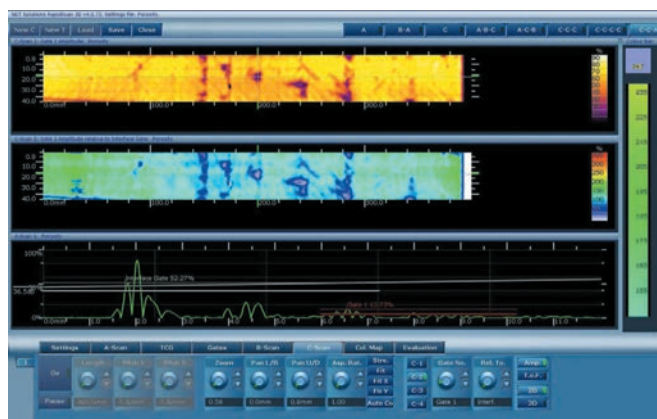


Рис. 12. Одновременное отображение С-скана 1 и С-скана 2

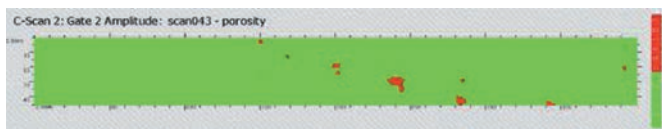


Рис. 13. С-скан внутренних дефектов с картой цветов допустимо/недопустимо



Рис. 14. С-скан и настройка новой карты цветов для определения степени пористости

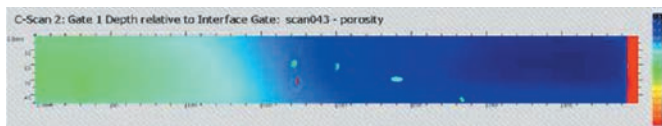


Рис. 15. Контроль разнотолщинности

мала и нет сигналов от дефектов, являются областями микропористости. Координаты данных и измерения для текущей точки отображаются над каждым С-сканом.

Стандартные критерии годности основываются на разности уровней сигналов в децибелах (дБ) относительно «хорошей» области объекта. Во втором способе контроля внутренние дефекты определяются как любой сигнал, появляющийся между сигналами от поверхности ввода и донной поверхности, который на 6 дБ ниже амплитуды донного сигнала из «хорошей» области. Усиление было выбрано таким, чтобы сигнал из «хорошей» области составлял 80 % высоты экрана. По этой причине уровень спада 6 дБ можно аппроксимировать до 40 % высоты экрана.

С-скан 2 для поиска дефектов по отражению (абсолютная амплитуда строка 2) был повторно обработан как допустимый/недопустимый с пороговым значением годности, равным 40 % высоты экрана (рис. 13).

Другие критерии годности, связанные с уменьшением амплитуды донного сигнала, разделяют пористость по ее степени. Для этого была создана новая карта цветов Porosity с помощью редактора карт. Пористость разделена на четыре группы по затуха-

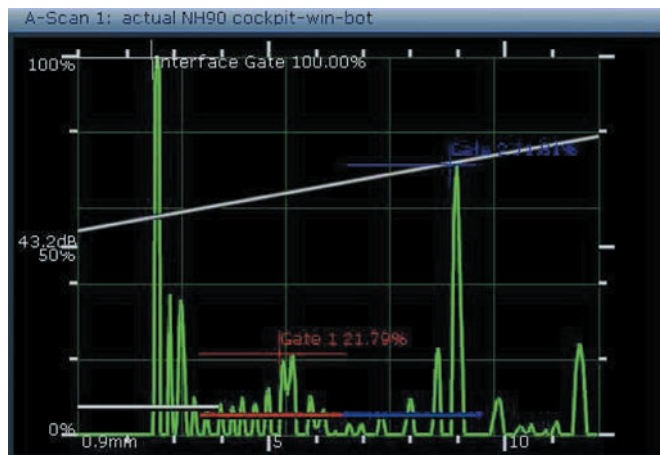


Рис. 16. А-скан хорошей склейки

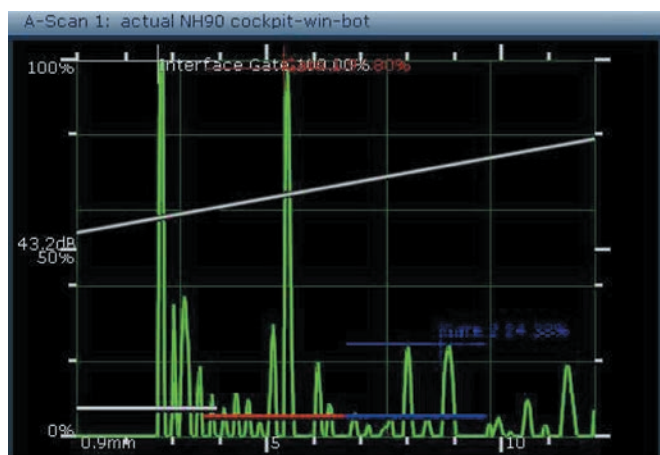


Рис. 17. А-скан частичного непрочлея

нию сигнала: 0–6 дБ, 6–12 дБ, 12–18 дБ и более 18 дБ. Карта содержит 4 блока, которые были раскрашены следующим образом: ниже диапазона (черный), блок 1 (красный), блок 2 (оранжевый), блок 3 (желтый), блок 4 (светло-зеленый), над диапазоном (зеленый). Пределы были установлены таким образом, чтобы блок 4 соответствовал амплитуде 50–100 % (уменьшение амплитуды на 0–6 дБ); блок 3 соответствовал амплитуде 25–50 % (уменьшение на 6–12 дБ); блок 2 соответствовал амплитуде 12,5–25 % (уменьшение на 12–18 дБ); блок 1 соответствовал амплитуде 0–12,5 % (уменьшение амплитуды более чем на 18 дБ) (рис. 14).

Для анализа пористости измеряем площадь дефектов способом для контроля расслоения. Диапазон критериев годности может зависеть от таких факторов, как: конструкционная ответственность объекта, его толщина, расположение слоев волокон, использованная смола и т.д.

Данный образец интересен еще и тем, что его толщина не постоянна, а изменяется. Для приведенного примера была использована карта цветов Spectrum: 0 мм (красный) – 8 мм (синий). Измерения проводятся по времени прихода донного сигнала относительно интерфейсного сигнала (рис. 15).

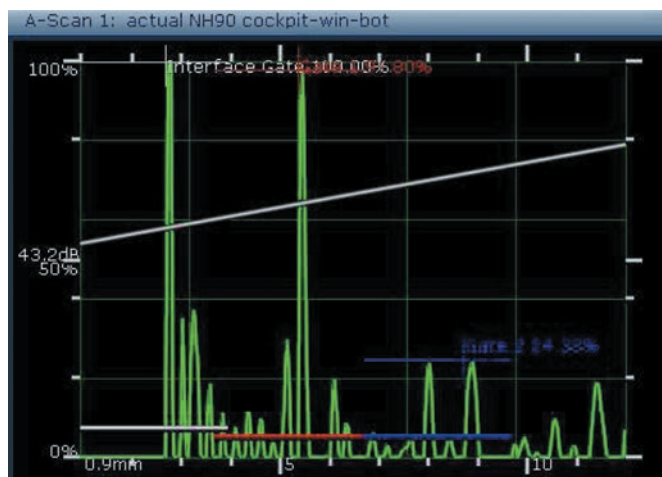


Рис. 18. А-скан полного непрочлея

Контроль клеевых соединений

Этот пример демонстрирует использование дефектоскопа RS 2 WP для контроля поверхностей склеивания между композитными деталями на предмет расслоений и больших пустот.

В качестве образца была взята решетка из склеенного углепластика с толщиной элементов около 3 мм. Скорость звука в материале 3200 м/с. Необходимо выявлять нарушения склейки диаметром более 10 мм. Частота преобразователя 5 МГц.

Два измерительных строка настраиваются таким образом, чтобы на мониторе получить два С-скана: по сигналам от поверхности склеивания и от донной поверхности.

При хорошей склейке материала появляется сильное отражение от донной поверхности и лишь небольшое, если таковое вообще будет иметь место, с поверхности склеивания (рис. 16). При уменьшении процента проклеенной области под преобразователем (частичный непрочлея) амплитуда сигнала с поверхности склеивания увеличивается, а амплитуда донного сигнала начинает уменьшаться (рис. 17). И, наконец, при отсутствии склейки сигнал полностью отражается от поверхности склеивания (полный непрочлея) (рис. 18).

Для этого примера записываются поочередно четыре С-скана. Настройка цветовой палитры перед контролем проводится аналогично описанным выше

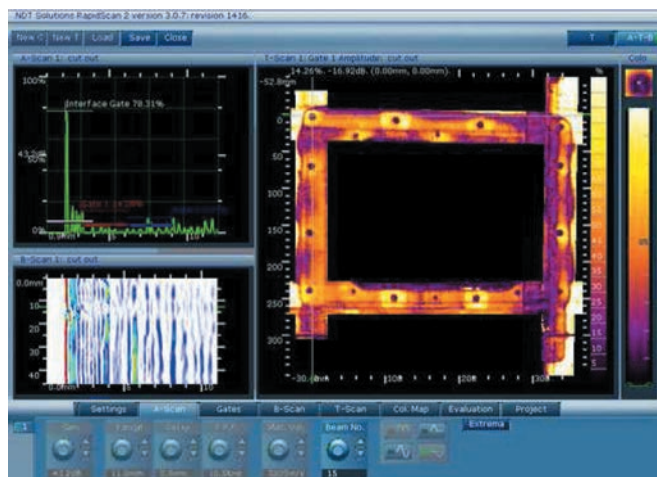


Рис. 19. Т-скан с началом координат, смещенных на верхнюю левую заклепку

примерам. Затем, пользуясь возможностью перемещения и вращения С-сканов, выполняется их «склейка» и формируется полное изображение ОК – Т-скан (рис. 19).

Заключение

Эффективность использования дефектоскопа RS 2 WP для контроля различных композиционных материалов, применяющихся в авиастроении, наглядно подтверждена примерами, описанными выше. Тестирование проводили на плоских образцах. Но также возможен контроль объектов другой формы и размеров, включая трубы, фланцы и наружные скругления, выполненных как из композитов, так и из различных металлических сплавов. Для каждого ОК требуется специальный преобразователь и своя методика контроля. Для настройки дефектоскопа RS 2 WP для УЗК необходимо иметь сведения о контролируемом объекте и о типовых дефектах, которые требуется в нем выявлять.

Ультразвуковая диагностическая система RS 2 WP показала результативную работу как на этапе отработки технологии изготовления изделий из ПКМ, так и при их производстве и эксплуатации.

На данный момент RS 2 WP внесен в Реестр средств измерений и допущен к применению на территории РФ.



В лучших британских традициях

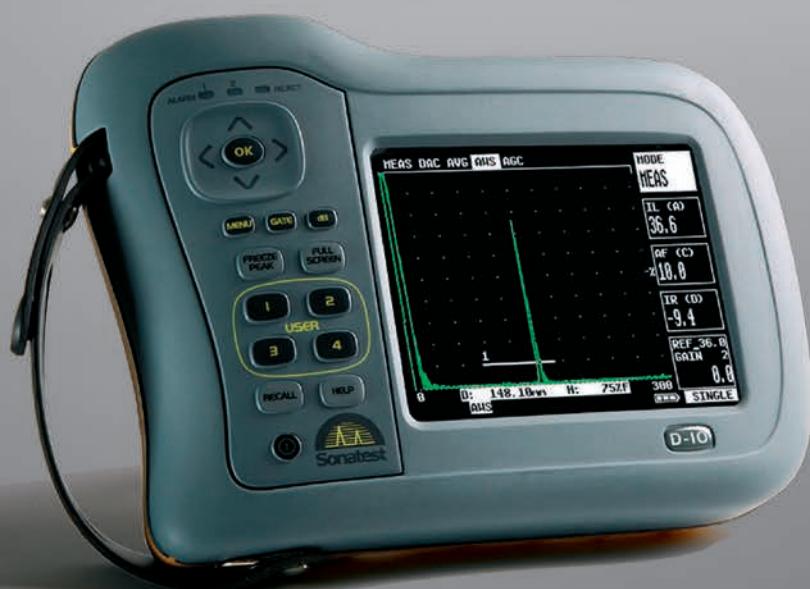
Ультразвуковые дефектоскопы нового поколения

MasterScan 350 / 380

- Частоты 0,5 – 35 МГц
- Развертка от 0÷1 до 0÷20'000 мм (сталь)
- Слежение за акустическим контактом
- АРУ, АРД, ВРЧ, ДАК, AWS, API
- Амплитуда зондирующих импульсов до 450 В
- Работа при t от -20 до +70°C
- До 16 ч автономной работы
- Масса 2,5 кг, включая батарею
- Гарантия до 5 лет



SiteScan D



- Частоты 1 – 20 МГц
- Развертка от 0÷5 до 0÷5'000 мм (сталь)
- Слежение за акустическим контактом
- АРУ, АРД, ВРЧ, ДАК, AWS, API, В-скан
- Программируемое меню
- Сенсорное управление
- До 18 ч автономной работы
- Масса 1,7 кг, включая батарею
- Исполнение IP 67

ООО «ПАНАТЕСТ» – официальный представитель
Sonatest Ltd., Великобритания на территории России
111024, Москва, ул. Авиамоторная, д. 12, оф. 405
(495) 789-37-48, 587-82-98
www.panatest, mail@panatest.ru

Ваша
задача –
наше
решение!



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



ИКН-7М-16



ИКН-8М-4



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 Росстандарта 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 индикатор трещин
Сертификат Росстандарта RU.C.27.002.A №35003

Тип 11-12К



ООО "Энергодиагностика"

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

БЕСКОНТАКТНАЯ МАГНИТОМЕТРИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ, ПРЕДРАСПОЛОЖЕННЫХ К ВНЕЗАПНЫМ РАЗРУШЕНИЯМ



ДУБОВ
Анатолий Александрович
Д-р техн. наук, профессор,
генеральный директор

ООО «Энергодиагностика», г. Москва, Россия



ДУБОВ
Александр Анатольевич
Канд. техн. наук, заместитель
генерального директора

В настоящее время большое внимание в ОАО «Газпром» уделяется обеспечению надежности монтажных сварных соединений магистральных газопроводов (МГ) как при прокладке новых газопроводов, так и в условиях их капитального ремонта [1].

Однако в длительной эксплуатации (30 и более лет) находится значительное количество магистральных газопроводов с кольцевыми сварными соединениями, изготовленными в условиях монтажа. Известно, что кольцевые монтажные сварные соединения на магистральных газопроводах значительно менее надежны по сравнению с заводскими стыками. Известно также, что 30–40 лет назад недостаточно были развиты методы и средства неразрушающего контроля монтажных сварных соединений по сравнению с настоящим периодом времени. При выполнении специальных исследований при контроле качества монтажных сварных соединений пос-

ле длительной эксплуатации МГ нередко обнаруживаются недопустимые дефекты как по старым, так и по новым нормам отбраковки [2].

Монтажные сварные соединения изготавливаются, как правило, в процессе сварки под напряжением замыкающих концов газопроводов. Поэтому кольцевые монтажные сварные соединения с высоким уровнем остаточных напряжений имеют большую потенциальную энергию, освобождающуюся в процессе их разрушения. И такие разрушения нередко происходят на газопроводах, находящихся в длительной эксплуатации как в России, так и в других странах.

Например, в газовой системе Польши в январе 2014 г. произошло разрушение подземного газопровода $\varnothing 500$ мм с давлением газа 12 МПа. От взрыва газа и последующего пожара были разрушены близлежащие дома и другие сооружения. При расследовании аварии было установле-

но, что источником разрушения газопровода был монтажный кольцевой сварной шов (рис. 1). Газопровод на момент разрушения находился в эксплуатации более 40 лет. Данная информация была получена сотрудниками польской фирмы «Энергодиагностика», проводившими контроль аналогичных газопроводов в 2011 г. по договору с польским предприятием «Газсистема».



Рис. 1. Разрушение монтажного кольцевого сварного соединения на газопроводе $\varnothing 500$ мм после 40 лет эксплуатации

Контроль подземных участков газопроводов выполнялся бесконтактным магнитометрическим методом с использованием высокочувствительных датчиков и приборов ИКН-3М-12, изготавливаемых предприятием ООО «Энергодиагностика» (Москва).

Рассмотрим опыт такого контроля в сочетании с последующим дополнительным контролем газопроводов в шурфах методом магнитной памяти металла (МПМ) и ультразвуковым методом.

Всего было проконтролировано в бесконтактном режиме 24 км подземных участков газопровода польского предприятия «Газсистема». По результатам бесконтактной магнитометрической диагностики

(БМД) заказчику было рекомендовано сделать 10 шурфов в зонах максимальных аномалий.

В ноябре-декабре 2013 г. специалистами фирмы «Энергодиагностика» (Москва и Варшава) был выполнен дополнительный контроль газопроводов в шурфах. После вскрытия подземных участков газопроводов во всех зонах с магнитными аномалиями, выявленных БМД, были обнаружены монтажные кольцевые сварные соединения. Дополнительный контроль обечаек и монтажных сварных соединений выполняли методом магнитной памяти металла и ультразвуком.

По результатам комплексного контроля состояние металла обечаек газопроводов после 40 лет их эксплуатации было удовлетворительным по существующим нормам, а в восьми монтажных стыках из десяти методом МПМ были выявлены зоны со значительной концентрацией напряжений (ЗКН), в которых ультразвуковым методом были обнаружены недопустимые дефекты, как правило, в виде непроваров в корне шва и по зонам сплавления с основным металлом трубы.

Рассмотрим более подробно результаты контроля одного из таких стыков.

На рис. 2 показан фрагмент магнитограммы, зафиксированный при контроле одного из рассматриваемых участков газопроводов в бесконтактном режиме. Магнитная аномалия А, выделенная на рис. 2, в соответствии с используемой методикой характеризует место расположения кольцевого сварного соединения.

На рис. 3 показано место шурфовки (вскрытия) участка газопровода с выявленной магнитной аномалией А.

При визуальном и измерительном контроле данного участка состояние металла обечайки газопровода оказалось удовлетворительным. Однако при контроле монтажного кольцевого сварного соединения методом МПМ была выявлена зона со значительной неоднородностью распределения магнитного поля и его градиента dH/dx . В зонах максимальных

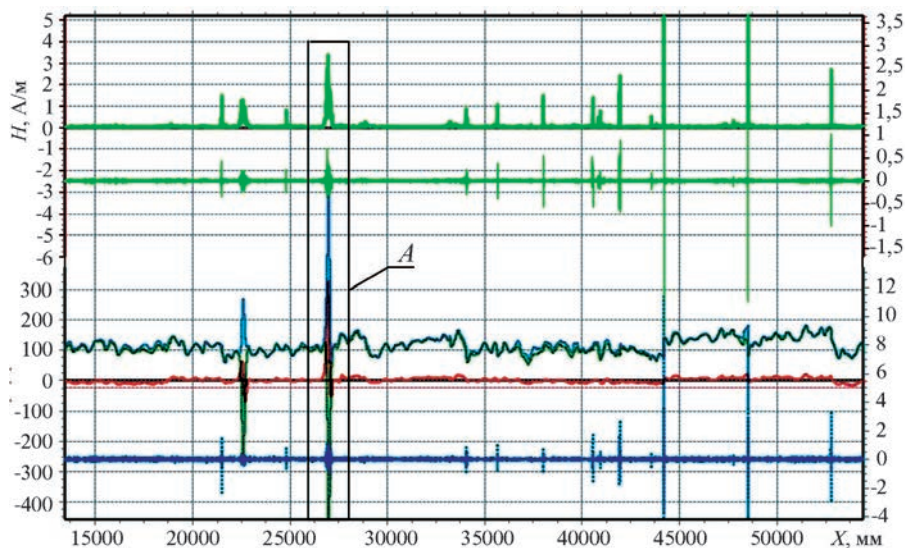


Рис. 2. Магнитограмма бесконтактного контроля участка газопровода: А – аномалия А022, соответствующая сварному соединению с высоким уровнем концентрации напряжений

значений градиента магнитного поля, соответствующих зонам максимальной концентрации напряжений, был дополнительно выполнен ультразвуковой контроль (УК). По результатам УК в ЗКН, выявленной методом МПМ, были обнаружены недопустимые дефекты в виде несплошностей, расположенных на разной глубине сварного соединения. Аналогичные магнитограммы с аномалиями, характеризующие высокую концентрацию напряжений, были выявлены в шурфах на восьми из десяти проконтролированных монтажных кольцевых швах.

Недопустимые дефекты, которые, очевидно, были заложены при сварке стыков при монтаже газопроводов, создают высокую концентрацию напряжений в локальных зонах потенциальных повреждений.

Здесь следует отметить, что на протяжении 24 км проконтролированных газопроводов бесконтактным магнитометрическим способом, по приближенной оценке, находилось около 800 монтажных кольцевых сварных соединений. Было рекомендовано к вскрытию только 10 участков с выявленными магнитными аномалиями, имеющими максимальную концентрацию напряжений на кольцевых сварных соединениях. Это всего лишь 1–1,2 % от общего количества монтажных стыков.

Опыт контроля большого количества монтажных кольцевых сварных соединений на магистральных газопроводах после длительной эксплуатации с использованием метода МПМ изложен, например, в работе [2]. В этой работе отражен опыт 100%-ного контроля 12 км труб диаметром 1020 мм на МГ «Парабель–Кузбасс» и 25 км труб диаметром 720 мм на МГ «Югра – Новосибирск».

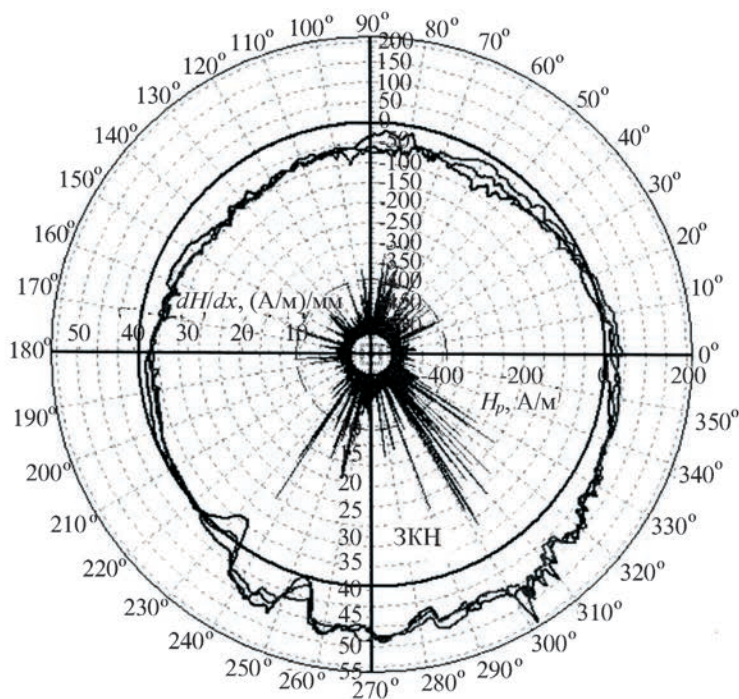
Контроль указанных участков выполнялся во время капитального ремонта МГ. Методом МПМ с использованием специальных сканирующих устройств в режиме экспресс-контроля определяли ЗКН как в основном металле трубы, так и в кольцевых сварных соединениях. В выявленных зонах с максимальной концентрацией напряжений проводили дополнительный контроль ультразвуковым и вихревыми методами.

Результаты такого комплексного контроля МГ ООО «Томсктрансгаз» также показали, что количество монтажных кольцевых сварных соединений с недопустимо высоким уровнем концентрации напряжений составляет незначительный процент от общего количества проконтролированных.

Необходимость контроля напряженно-деформированного состояния (НДС) МГ неоднократно отмечалась в ряде работ [3, 4]. Важно знать, на каких участках МГ



а)



б)

Рис. 3. Участок газопровода после его вскрытия в зоне магнитной аномалии А022 для дополнительного контроля методом МПМ и ультразвуком (а) и диаграмма контроля методом МПМ монтажного кольцевого стыкового сварного соединения труб газопровода 400 мм:

1 – место кольцевого (монтажного) сварного соединения

расположены стыки, которые могут дать внезапные разрушения. Однако до сих пор в широкой практике контроль НДС МГ не выполняется как в условиях их эксплуатации, так и во время капитального ремонта. Известно, что внутритрубная диагностика МГ направлена на выявление развитых дефектов. Внутритрубные дефектоскопы для контроля НДС в настоящее время отсутствуют. Во время капитальных ремонтов газопроводов с заменой изоляции контроль остаточных напряжений (ОН) в сварных соединениях также не выполняется, несмотря на существующие проблемы развития повреждений в зонах термического влияния (ЗТВ) сварки и в локальных зонах концентрации напряжений в металле шва.

Для оценки состояния газопроводов в локальных зонах концентрации напряжений с использованием метода МПМ еще в 1998 г. был введен в действие руководящий документ РД 51-1-98 [5], утвержденный ОАО «Газпром» и

допущенный к применению на практике. Методика, изложенная в указанном РД, за период с 1998 г. по настоящее время прошла широкую проверку на практике. Наиболее значительный опыт ее применения имеется в ООО «Газпром трансгаз Томск», ООО «Газпром добыча Уренгой» при экспресс-сортировке газопроводов, бывших в эксплуатации, на годные и негодные, при оценке состояния технологических трубопроводов КС, при определении потенциально опасных стресс-коррозионных участков газопроводов.

В 2008 г. по договору с ООО «Газпром трансгаз Томск» по плану НИОКР предприятием ООО «Энергодиагностика» разработана «Методика контроля кольцевых сварных соединений магистральных газопроводов, бывших в эксплуатации, методом магнитной памяти металла». Методика согласована с Департаментом по транспортировке, подземному хранению и использованию газа.

Методика прошла широкую

промышленную проверку, в первую очередь в ООО «Газпром трансгаз Томск», и может быть рекомендована для использования на других предприятиях ОАО «Газпром» при выполнении капитальных ремонтов магистральных газопроводов. Применение данной методики в сочетании с ультразвуковым методом повышает скорость и эффективность контроля кольцевых сварных соединений.

Самое главное, что данная методика позволяет выявить не только развитые дефекты, но и дает возможность определить уровень концентрации напряжений на этих дефектах, т.е. оценить степень их опасности. Кроме того, методика позволяет сделать оценку НДС в ЗТВ сварного соединения и выявить локальные ЗКН – источники будущих повреждений. Аналогичный контроль целесообразно выполнять и при монтаже новых газопроводов.

По бесконтактной магнитометрической диагностике газонефтепроводов, основанной на методе

МПП, в настоящее время также приняты нормативные документы [6, 7]. Опыт применения БМД трубопроводов, расположенных под слоем грунта на глубине 2–3 м и более, изложен, например, в работе [8]. Основной задачей всех методов и средств диагностики при оценке газонефтепроводов, находящихся в длительной эксплуатации, является поиск и определение потенциально опасных участков с развивающимися повреждениями. В результате обследования необходимо ответить на вопрос, где и когда следует ожидать повреждения или аварии? Если такая задача решается, то в этом случае обеспечивается возможность своевременной замены или ремонта потенциально опасного участка.

Широко распространенная технология внутритрубной диагностики газонефтепроводов, к сожалению, в настоящее время, не позволяет выполнять контроль их напряженно-деформированного состояния и выявлять участки с максимальной концентрацией напряжений в основном металле и в сварных соединениях. Кроме того, значительная часть газопроводов (около 50 %) не контролируется внутритрубными дефектоскопами по причине их непригодности к этому виду контроля.

В условиях отсутствия альтернативы БМД в определении наиболее напряженных участков газопроводов, предрасположенных к повреждениям, представляется целесообразным более широкое ее применение на практике. Имеющийся значительный опыт применения БМД (~15 лет) и метода МПП (~25 лет) позволяет заявить о принципиальной возможности решения задачи поиска и определения потенциально опасных участков газопроводов в режиме экспресс-контроля. Наибольшая эффективность от применения БМД в настоящее время достигнута при определении наиболее напряженных монтажных кольцевых сварных соединений газопроводов.

Библиографический список

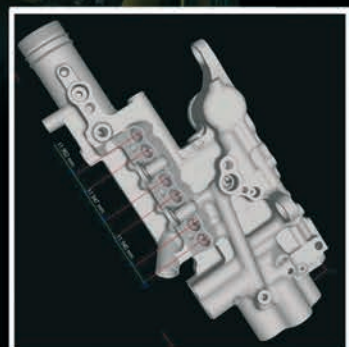
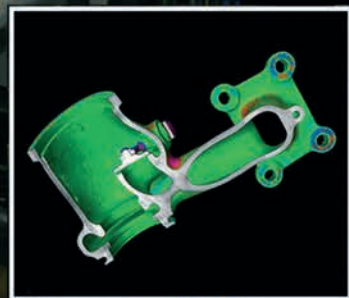
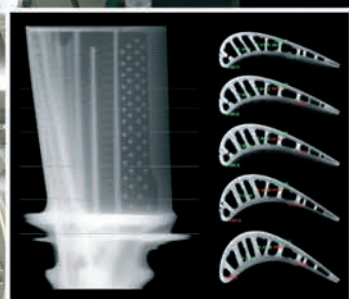
1. **Вьшемирский Е.М.** Техническая политика ОАО «Газпром» в области сварочного производства и неразрушающего контроля качества сварных соединений // В мире НК. 2014. № 1. С. 5–11.
2. **Дубов А.А., Маркелов В.А., Котов В.Д., Усенко Ю.И.** Контроль и оценка ресурса протяженных участков газопроводов // Газовая промышленность. 2006. № 8. С. 46–48.
3. **Дубов А.А., Павлов А.В., Евдокимов М.Ю.** Метод магнитной памяти металла и сканирующие устройства для экспресс-контроля газопроводов // Газовая промышленность. 2007. № 12. С. 50–51.
4. **Дубов А.А.** Контроль напряженно-деформированного состояния магистральных газопроводов – недостающее звено в обеспечении их надежности // Газовая промышленность. 2013. № 2. С. 55–58.
5. **РД 51-1-98.** Методика оперативной диагностики локальных участков газопроводов с использованием магнитной памяти металла. М.: ООО «Энергодиагностика», 1998. 44 с.
6. **РД 102-008-2002.** Инструкция по диагностике технического состояния трубопроводов бесконтактным магнитометрическим методом. М.: ВНИИСТ, 2002. 52 с.
7. **Методические указания** по проведению бесконтактного магнитометрического обследования газонефтепроводов. М.: ООО «Энергодиагностика», 2003. 49 с.
8. **Дубов А.А., Дубов Ал.А.** Опыт применения бесконтактной магнитометрической диагностики трубопроводов и перспективы ее развития // Контроль. Диагностика. 2014. № 4. С. 64–67.

Календарь международных мероприятий по неразрушающему контролю

Дата и место проведения	Мероприятие	Сайт	Организаторы
08.03-11.03.2015 Gulf Int. Convention Center, Bahrain	7th Middle East NDT Conference and Exhibition	http://www.mendt.net/	ASNT Saudi Arabian Section and the Bahrain Society of Engineers
25.03-26.03.2015 Dresden, Germany	Second International Symposium on Optical Coherence Tomography for Non-Destructive Testing	http://www.ikts.fraunhofer.de/en/Events/OCT4NDT.html	Fraunhofer Institute Center Dresden
11.05-13.05.2015 Salzburg, Austria	DACH-Jahrestagung 2015 ZfP in Forschung, Entwicklung und Anwendung	http://jahrestagung.dgzfp.de/	DGZfP, ЦГfZP, SGZP
19.05-21.05.2015 Jeju Island, Korea	The 11th Int. Conference on Nondestructive Evaluation in Relation to Structural Safety for Nuclear and Pressurized Components	http://www.11thnde.com/	Safety and Structural Integrity Research Center at Sungkyunkwan University, Korea Institute of Nuclear Safety, Korea Atomic Energy Research Institute, Korea Research Institute of Standards and Science
03.06-06.06.2015 Ponta Delgada, Azores, Portugal	SMART 2015. The 7th ECCOMAS Thematic Conference on Smart Structures and Materials	http://www.dem.ist.utl.pt/smart2015/	IDMEC/IST – Institute of Mechanical Engineering
07.09-09.09.2015 Antalya, Turkey	SMAR 2015 Antalya. Third Conference on Smart Monitoring, Assessment and Rehabilitation of Civil Structures	http://www.smar2015.org/	ITÜ, EMPA
15.09-17.09.2015 Berlin, Germany	Int. Symposium Non-Destructive Testing in Civil Engineering (NDT-CE)	http://www.ndt-ce2015.net/	BAM, TU Berlin
07.10-09.10.2015 Cartagena, Colombia	VI Pan-American NDT Conference	http://www.acosend.org/	Colombian Welding and NDT Society

ВЫСОКОВОЛЬТНАЯ МИКРОФОКУСНАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ 225-750 кВ

Анализ дефектов • Обратное проектирование • Метрология



ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ В АВТОМОБИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ*



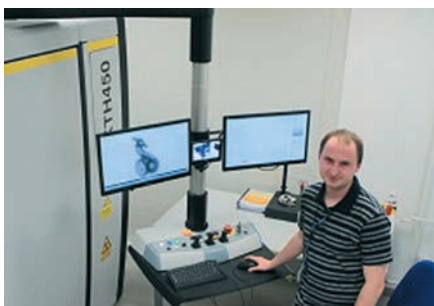
РЫКОВ
Игорь Изъяславович
Руководитель службы
тестового оборудования

ООО «Совтест АТЕ», Курск



АЛЕКСЕЙЧИК
Андрей Вячеславович
Начальник отдела НК
Службы тестового оборудования

В 2015 г. в Европе должны вступить в силу правила регулирования выбросов Euro 6, что должно привести к еще большему сокращению допустимого количества вредных элементов и частиц в выхлопных газах автомобилей. В связи с этим перед производителями автомобильных двигателей встала задача по разработке и внедрению передовых технологий в системах управления подачи воздуха. В результате это должно способствовать не только уменьшению загрязнения окружающей среды, но и экономии топлива, а также улучшению рабочих характеристик транспортного средства.



Оператор BorgWarner

Одним из первых внедрившим в производство автомобиля, соответствующие стандарту Евро-6, стал концерн Honda. И другие компании последовали этому примеру и принялись разрабатывать автомобили, соответствующие высоким экологическим требованиям. В рамках реализации этой программы в Научном центре BorgWarner (Польша) для инспекции образцов неразру-

шающим методом и исследования компонентов и сборочных частей используется система компьютерной томографии (КТ) модель XT H 450 от фирмы Nikon Metrology.

Мощная (450 кВ) микрофокусная система КТ от Nikon Metrology позволяет проникать сквозь плотные материалы, используемые в турбонасосе, проверять неразрушающим методом качество внутренних материалов в отливках и целостность сварных швов в сборках. Кроме того, система помогает получать данные измерений как внешних, так и внутренних размеров специфических компонентов гораздо быстрее, чем при использовании координатно-измерительных машин (КИМ).

Предприятие BorgWarner, представленное тремя филиалами — в Прикарпатском Научном и Технологическом Парке в Жешуве и Южной Польше — включает в себя про-

изводственный комплекс мощностью более 1 млн турбокомпрессоров в год. Они применяются в бензиновых и дизельных автомобильных двигателях, выпущенных на территории Западной и Восточной Европы. Недавно открывшийся технический центр создан для помощи предприятию в производстве турбонасосов, предоставляя приложения для разработки и дизайна, моделирования, тестирования и проверки качества, а также в анализе материалов. Техноцентр позволяет значительно расширить возможности BorgWarner в производстве и научных исследованиях в Европе.



2D-рентген-снимок



Реконструированная 3D-модель

Комбинированный неразрушающий анализ дефектов и контроль размеров

В техническом центре в Польше в феврале 2014 г. была установлена новая микрофокусная система КТ

* По материалам Nikon Metrology News

от Nikon Metrology модель XT H 450. Лукаш Кравчик, руководитель группы, управляющий лабораторией материалов, говорит: «Мы закупаем у нескольких поставщиков разные по размерам комплектующие для наших турбонасосов — от алюминиевых компрессорных дисков до разнообразных деталей из нержавеющей стали или отливок из чугуна. До того как мы установим изготовленный нами турбонасос в эмулятор двигателя для проверки на прочность и термомеханическое тестирование, нам необходимо проверить качество входящих в него отдельных компонентов и узлов.

Ранее мы делали это путем механического разделения (разрезания) отливок образцов, которые затем измеряли и контролировали на координатно-измерительных машинах (КИМ). Но это означало, что мы уничтожали дорогостоящие прототипы или предсерийные компоненты. Кроме того, части, которые мы тестировали, были типичными примерами из той же партии, а не те, которые мы фактически инспектировали разрушающим методом. Теперь мы знаем, что на эмуляторе тестируются только те компоненты, которые мы проверили по размерам, а в случае корпусов отливок — на наличие пористости и включений (примесей)».

С появлением системы компьютерной томографии XT H 450 сотрудникам технического центра стало проще получить необходимую информацию и проводить более тщательный анализ, экономя при этом финансовые средства для повторного тестирования образцов. Программное обеспечение позво-

ляет сравнивать любые исследуемые модели с CAD-моделями или с самим образцом, посредством прямого сравнения, а также с помощью модулей геометрических измерений и погрешностей (GD&T).

В отливках, например, можно определить расположение и размер пустот или трещин и их вероятную причину происхождения: неудовлетворительный тип или качество материала, дизайн компонентов.

Также с помощью рентгена можно проверить подшипниковые узлы на наличие внутренних компонентов (количество роликов или шариков) и тем самым избежать затрат на демонтаж. Сварной шов, который соединяет колесо и вал, может быть исследован на пористость и механическую целостность, что невозможно сделать визуально.

Лукаш Кравчик отмечает, что КТ в последнее время получила гораздо более широкое применение в качестве технологии инспекции и стала настолько гибкой, что ее применяют везде, где это возможно, особенно для КИМ и другого метрологического оборудования.

Выбор системы КТ

Лукашом Кравчиком и его командой были рассмотрены пять потенциальных поставщиков КТ высокой мощности. В результате была выбрана система Nikon Metrology с микрофокусной рентген-трубкой 450 кВ, обладающей высоким уровнем детализации изображения и идеально подходящей для приложения BorgWarner. Данная система, несмотря на свою низкую стоимость, позволяет проводить более полный анализ и измерения. Кроме того, она оснащена двумя детекторами — плоскопанельным и детектором с криволинейным диодным массивом (CLDA), установленными на одну систему. Легкое переключение между детекторами позволяет достичь оптимального разрешения и улучшить инспекцию образцов.

Плоскопанельный детектор — лучший выбор для получения изображения всего компонента и является предпочтительным способом для сканирования и быстрого нахождения дефектов, в то время как CLDA-детектор делает одномерное секционное изображение для созда-

ния более детализированного изображения образца. Данная технология идеальна для предотвращения рассеивания рентген-пучка при работе с более плотными материалами, используемыми в турбинах. Последний режим используется также для метрологии из-за высокого уровня детализации.

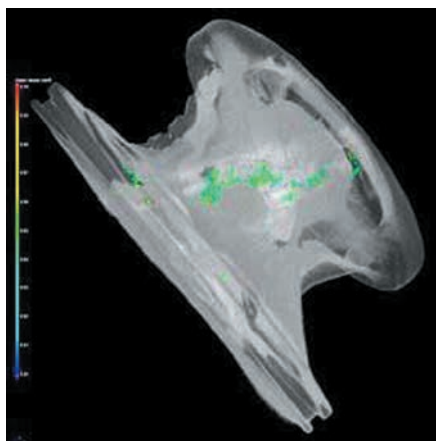
Еще один экономический аспект использования XT H 450 — низкая стоимость катодов, которые могут быть самостоятельно заменены оператором, без привлечения службы поддержки. Как следствие, снижение расходов на техническое обслуживание. Лукаш Кравчик также указывает на высокий уровень обслуживания системы представителями производителя с мгновенными ответами по техническим неисправностям и на запросы о проведении технических консультаций.

Предыстория КТ и системы XT H 450 от Nikon Metrology

Сегодня производители вынуждены в сжатые сроки выпускать новую продукцию по более низкой цене, и поэтому количество итераций прототипов становится меньше. Разрушающий контроль уже не вызывает большого интереса, так как необходимо проводить множество тестов на одном прототипе. Тактильные или сканирующие контрольно-измерительные машины дают возможность проводить внешние измерения, а также могут измерять сложные внутренние структуры, только если образец разрушен или разобран. КТ предлагает быстрое и простое в использовании решение, позволяющее проводить детальные измерения, изучение структуры материала и инспекцию сборочных образцов, а также быстро устранять дефекты.



Система XT H 450 от Nikon Metrology



Определение расположения и размера пустот

КТ — это простой процесс. Исследуемый объект помещается на вращающийся стол между рентген-трубкой и детектором, который делает набор простых 2D-рентген-снимков во время вращения образца. После поворота образца на 360° 2D-снимки реконструируются в трехмерную модель. Каждый элемент 3D-модели — это воксель (трехмерный пиксель), который имеет дискретное положение и плотность. При КТ собирается информация не только о поверхности образца, как при построении 3D-облака точек при использовании лазерных сканеров, но и данные о внутренних поверхностях. Это проводится путем сопоставления плотности объекта, тем самым предоставляется информация о том, что находится между внешними поверхностями.

Основу КТ-системы составляет рентген-трубка. Существуют трубки открытого и закрытого типов. Рентген-трубка представляет собой закрытый цилиндр с нитью накаливания внутри (катод, аналог лампочки) на одном конце, с высоким напряжением на катоде и аноде, магнитными линзами и металлической мишенью (обычно из вольфрама) на другом конце. Компания Nikon Metrology применяет собственные разработки — открытые рентген-трубки, которые позволяют менять катоды. Как результат, низкая стоимость обслуживания по сравнению с закрытыми трубками, которые меняются полностью в случае возникновения неисправностей.

Ток подается на катод, что приводит к его нагреву и излучению электронов. Электроны отталкиваются от катода и притягиваются к аноду в область высокого напряжения, которое разгоняет электроны до 80 % от скорости света в направлении мишени. До того, как электроны покинут трубку, электронный пучок фокусируется на мишени с помощью электромагнитных линз. После удара электронного пучка о мишень 99 % энергии преобразуются в теплоту.

Менее 1 % электронов, которые образуются на конусе пучка на мишени, производят рентген-излучение. Чем выше напряжение в трубке, тем больше энергии в пучке и, следовательно, больше мощности



Учебно-технический центр Совтест АТЕ, оборудованный системой XT H 225ST

передается на мишень, соответственно, больше размер фокального пятна и производится больше рентген-излучения.

Ограничение применения КТ в промышленности обусловлено тем, что некоторые образцы имеют большую плотность, особенно металлы, которые сильно ослабляют рентген-излучение. Многие производители систем КТ предлагают микрофокусные рентген-трубки напряжением только до 225 кВ, в то время как мини-фокусные трубки производят более мощное рентген-излучение, но с размеров фокального пятна на порядок больше, что снижает точность получаемых данных. Микрофокусная рентген-трубка необходима для получения точных детализированных данных КТ для большинства высокоточных приложений промышленной компьютерной томографии.

Система Nikon Metrology XT H 450 обеспечивает непрерывную максимальную мощность 450 Вт без каких-либо ограничений по времени измерений с сохранением небольшого размера фокального пятна (от 50 до 113 мкм) и устраняет рассеивание на КТ данных с 25-микронной точностью и повторяемостью. Образцы массой до 100 кг могут быть исследованы в рабочей зоне 400×600×600 мм. Таким образом, Nikon Metrology XT H 450 обеспечивает комбинирование трехмерного неразрушающего анализа

дефектов и геометрических изменений в одной высокоточной системе.

«Совтест АТЕ» развивает направление промышленной компьютерной томографии

В рамках соглашения о расширении сотрудничества с компанией Nikon Metrology учебно-технический центр компании «Совтест АТЕ» был оборудован системой промышленной томографии XT H 225ST. Летом 2014 г. оборудование было успешно введено в эксплуатацию. Кроме того, специалисты «Совтест АТЕ» прошли многоуровневое обучение работе с системой как на собственном предприятии, так и в Centre-of-Excellence в Великобритании — самом большом научном центре Nikon Metrology, где занимаются вопросами рентгенокопии и компьютерной томографии.

Компания «Совтест АТЕ» успешно сотрудничает с фирмой Nikon Metrology, являясь официальным дистрибьютором данного производителя оборудования для неразрушающего контроля. Приобретенная в 2014 г. томографическая система XT H 225ST — уже вторая разработка Nikon, которая успешно применяется на собственных производственных мощностях российской компании «Совтест АТЕ».

РЕКЛАМОДАТЕЛЯМ

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

Размещение рекламы в журнале «Территория NDT»

Местоположение рекламного модуля	Занимаемое место на полосе (обрезной формат)	Стоимость размещения, руб. (без НДС)
ОБЛОЖКА		
1-я страница	210 x 180 мм	55 000
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
МОДУЛЬ ВНУТРИ ЖУРНАЛА		
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)	27 000
	1/2 (210 x 145 мм)	15 000
	1/3 (210 x 100 мм)	12 000
СТАТЬЯ		
Расположение по усмотрению редакции	1 страница	25 000
	2 страницы	30 000
	3 страницы	40 000

Действует гибкая система скидок.

Требования к принимаемым рекламным модулям

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

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

АВТОРАМ

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

Требования к принимаемым статьям

В редакцию предоставляются:

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

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

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

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

КАК ПОДПИСАТЬСЯ НА ЖУРНАЛ

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

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

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

** При самовывозе журнал предоставляется бесплатно.

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

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

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