

ТЕРРИТОРИЯ NDT

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ

4, 2016

октябрь – декабрь (20)

XXI ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКЕ

28 ФЕВРАЛЯ – 2 МАРТА 2017
МОСКВА, ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»



www.conf.ronktd.ru



СОВМЕСТНЫЙ ПРОЕКТ ОДИННАДЦАТИ НАЦИОНАЛЬНЫХ ОБЩЕСТВ ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ

ВЫСТАВКА СРЕДСТВ И ТЕХНОЛОГИЙ НК



ОТРАСЛЕВЫЕ КРУГЛЫЕ СТОЛЫ «НК В ПРОМЫШЛЕННОСТИ»

28 ФЕВРАЛЯ - 2 МАРТА 2017
ЦВК ЭКСПОЦЕНТР, МОСКВА

ЕЖЕГОДНЫЙ ВСЕРОССИЙСКИЙ ФОРУМ

ВЫСТАВКА СРЕДСТВ И ТЕХНОЛОГИЙ НК

Мероприятия-партнеры

- Экспо Контроль
- Интерлакокраска
- Фотоника. Мир Лазеров и оптики
- Композит-Экспо
- Полиуретанэкс

- Площадка для презентации и обсуждения передовых научных идей и технологий
- 11 секций по всем методам НК
- 1500 участников из 15 стран

XXI Всероссийская конференция по неразрушающему контролю и технической диагностике

Более 100 экспонентов

- Разработчики и поставщики оборудования
- Сервисные компании
- Учебные и сертификационные центры
- Специализированные издания
- Национальные общества НК

- Руководители и ведущие специалисты-эксперты компаний авиационной, атомной, химической, нефтехимической, нефтяной, газовой, металлургической отраслей

Более 3200 посетителей

ДЕЛОВАЯ ПРОГРАММА

Межотраслевые направления, специальные темы и круглые столы по вопросам применения НК в отраслях:

- | | | |
|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none">• Авиация и космос• Антитеррористическая безопасность• Атомная промышленность• Железнодорожный транспорт• Контроль покрытий | <ul style="list-style-type: none">• Медицинская диагностика• Металлургия и машиностроение• Метрология и техническое регулирование• Нефтегазовый комплекс• НК в сварке | <ul style="list-style-type: none">• Обучение• Промышленная безопасность• Стандартизация• Строительство• Электроэнергетика |
|---|---|---|

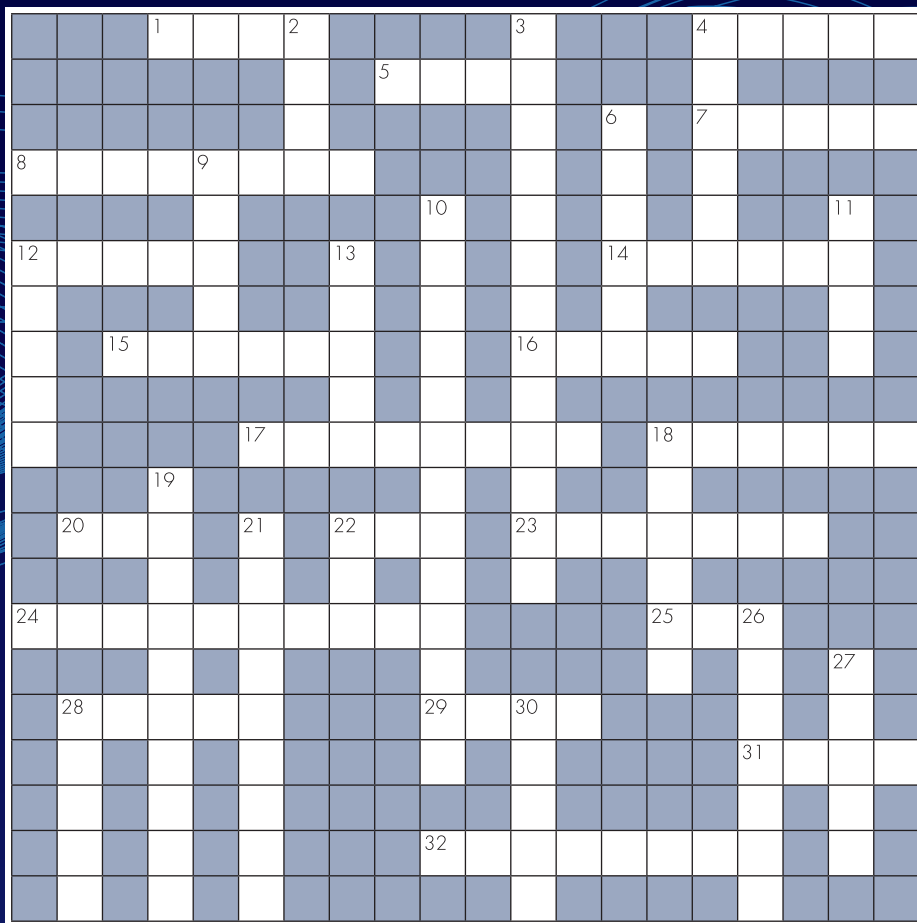


www.expo.ronktd.ru

ОРГАНИЗАТОР



Проверь свои знания по акустическому неразрушающему контролю!



По горизонтали:

1. Совокупность электронных узлов, предназначенных для возбуждения преобразователей, обработки сигналов. **4.** Британский физик, один из основоположников теории колебаний. **5.** Соединение, при котором излучающий и приемный наклонные преобразователи располагаются на поверхности ввода рядом, а их акустические оси пересекаются в исследуемой точке объекта контроля. **7.** Область объекта, контролируемая по определенной методике. **8.** Электронный узел, расположенный между приемным преобразователем и блоком цифровой обработки сигналов или входом индикатора. **12.** Точка на акустической оси, в которой амплитуда поля имеет максимум. **14.** Сигнал, затрудняющий работу с информативными сигналами. **15.** Устройство для повышения производительности контроля. **16.** Дефект поверхности в виде канавки без выступа кромок с закругленным или плоским дном. **17.** Фирма, победитель конкурса «Лучший стенд форума «Территория NDT-2016». **18.** Совокупность соответствующих гармоническим составляющим значений величины, характеризующей колебания. **20.** Акустический импульс, отраженный от неоднородности в материале или границы объекта контроля. **22.** Расстояние между соседними траекториями перемещения преобразователя. **23.** Собственная частота, превышающая основную частоту в нецелое число раз. **24.** Изображение сечения объекта контроля. **25.** Линия, определяющая направление распространения волн. **28.** Фиксированный уровень, сигналы с амплитудой выше или ниже которого вызывают срабатывание АСД. **29.** Тип упругой волны, определяемый характером колебаний частиц среды. **31.** Зона, в которую не может попасть акустическая волна вследствие формы объекта или несплошности в нем. **32.** Один из мировых лидеров по производству ультразвукового оборудования для НК.

По вертикали:

2. Французский ученый-физик, исследовавший зависимость свойств веществ от температуры. **3.** Акустическая аппаратура, предназначенная для исследования свойств материала. **4.** Конструктивный элемент для соединения кабеля с преобразователем. **6.** Конструктивный узел, в котором размещены все элементы преобразователя. **9.** Мера инерции. **10.** Изображение результатов контроля на дисплее или твердом носителе. **11.** Мгновенное состояние колебания, выраженное через значение аргумента описывающей его синусоидальной функции. **12.** Конфигурация совокупности характерных точек системы. **13.** Узел электронного блока для визуализации информативных сигналов. **18.** Расстояние от точки выхода наклонного преобразователя до его передней грани. **19.** Получение двумерных изображений сечений объекта контроля с использованием метода прохождения или эхометода. **21.** Свойство тел восстанавливать свою форму после прекращения действия вызывающих деформацию сил. **22.** Беспорядочно распределенные сигналы на экране прибора. **26.** Число повторений импульсов в единицу времени. **27.** Пассивный элемент преобразователя, служащий для фокусировки акустического поля. **28.** Пространственная геометрическая фигура, в пределах которой сосредоточена основная энергия упругой волны. **30.** Пространственная протяженность импульса.

«V» – значит **VANTA***

НОВЕЙШИЕ РЕНТГЕНОФЛУОРЕСЦЕНТНЫЕ
АНАЛИЗАТОРЫ ОТ **OLYMPUS**



Bluetooth™



WiFi™

10%

* Назовите «кодовую фразу» при заказе и получите скидку на анализатор Olympus Vanta. Условия акции размещены на сайте <http://pergam.ru>.



Территория NDT

СОДЕРЖАНИЕ

№4 (октябрь - декабрь), 2016

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

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

Редакционный совет:
Азизова Е.А.
(Узбекистан, заместитель председателя УзОНК)
Аугутис В. (Литва)
Венгринович В.Л.
(Беларусь, председатель БАНК и ТД)
Клюев С.В.
(Россия, вице-президент РОНКТД)
Кожаринов В.В.
(Латвия, президент LNTB)
Маммадов С.
(Азербайджан, президент АОНК)
Миховски М.
(Болгария, президент BSNT)
Муравин Б.
(Израиль, зам. президента INA TD&CM)
Ригишвили Т.Р.
(Грузия, президент GEONDT)
Зайтова С.А.
(Казахстан, президент КАНКТД)
Ткаченко А.А.
(Молдова, президент НОНКТД РМ)

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

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

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

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

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

Корректор Смольянина Н.И.
Компьютерное макетирование Смольянина Н.И.
Сдано в набор 24.10.2016
Подписано в печать 24.11.2016
Формат 60x88 1/8.
Бумага офсетная. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 8,93. Уч.-изд. л. 8,46.
Распространяется бесплатно

Редакция не несет ответственность за достоверность информации, опубликованной в рекламных материалах. Статьи публикуемые в журнале, не рецензируются. Мнение авторов может не совпадать с мнением редакции.

Оригинал-макет подготовлен в ООО «Издательский дом «Спектр».

Отпечатано в типографии
ООО «МЕДИАКОЛОР»
105187, г. Москва,
ул. Вольная, д. 28, стр.10

НОВОСТИ

- XI школа-семинар «Сертификация персонала в области неразрушающего контроля – 2016»** 3
- Итоги второй Крымской международной конференции и выставки** 4
- Дефектоскопия / NDT Ekaterinburg 2016** 6
- Чепрасова Е.Ю.** Соглашение о сотрудничестве между РОНКТД и Советом по профессиональным квалификациям в области сварки 7
- Отчет о работе** круглого стола РОНКТД на Международной выставке Weldex 8

ПОЗДРАВЛЯЕМ

- 80 лет В.В. Клюеву** 10

СТРАНИЧКА РУКОВОДИТЕЛЯ

- Клюев С.В.** Обсуждение метода МПМ в РОНКТД 20

ВЫСТАВКИ, СЕМИНАРЫ, КОНФЕРЕНЦИИ

- Всероссийская** научно-техническая конференция по неразрушающему контролю и технической диагностике: 60 лет инноваций для безопасного будущего 22
- II Международная** научно-техническая конференция «Приборы и методы неразрушающего контроля качества изделий и конструкций из композиционных и неоднородных материалов» 26

МЕТОДЫ, ПРИБОРЫ, ТЕХНОЛОГИИ

- Прохорович В.Е., Федоров А.В., Бахтин А.Г., Сороковой Д.Б.** Техническая диагностика и диагностический анализ как инструмент повышения летно-технических характеристик ракетно-космической техники 28
- Шипша В.Г.** Новый подход в технологии вихретокового контроля сварных швов лейнеров, получаемых фрикционной сваркой 36
- Голубев С.С., Сясько В.А., Смирнова Н.И.** Обеспечение достоверности измерений толщины металлических покрытий вихретоковым фазовым методом 40
- Прохорович В.Е., Шипша В.Г., Беркутов И.В.** Результаты разработки, опытной отработки и внедрения автоматизированного неразрушающего контроля качества продольных, кольцевых и круговых сварных швов толщиной 7,4 и 3,2 мм топливных баков изделия «Ангара», получаемых сваркой трением с перемешиванием 46
- Померанцев Д.С.** Диагностическое оборудование OLYMPUS 52
- Борисков Ю.В.** Опыт применения ультразвукового контроля фазированными решетками в авиастроении 54
- Богомолов И.А., Семеренко А.В.** Контроль структуры чугуна ультразвуковым толщиномером Microgagе III DLCW 58

ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ

- Батов Г.П.** Сертификация персонала неразрушающего контроля в секторе «Авиация и космонавтика» в соответствии с требованиями новой версии стандарта EN 4179 2014 года 62



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.

ХІ ШКОЛА-СЕМИНАР «СЕРТИФИКАЦИЯ ПЕРСОНАЛА В ОБЛАСТИ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ – 2016»

ХІ школа-семинар «Сертификация персонала в области неразрушающего контроля – 2016», организованная НУЦ «Качество», традиционно прошла в отеле «Прометей-клуб» (Сочи, Лазаревское) со 2 по 8 октября 2016 г. при поддержке Российского общества по неразрушающему контролю и технической диагностике, Научно-промышленного союза «РИСКОМ», ОАО «НТЦ «Промышленная безопасность».

В работе школы-семинара приняли участие более 70 специалистов, представляющих независимые органы по аттестации персонала в области неразрушающего контроля (НОАП), экзаменационные центры, экзаменационные лаборатории, а также руководители и ведущие специалисты предприятий топливно-энергетического комплекса, экспертных организаций, строительных и инжиниринговых компаний, учебных центров.

В состав оргкомитета ХІ школы-семинара «Сертификация персонала в области неразрушающего контроля – 2016» входили представители РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина, НПС «РИСКОМ», ОАО «НТЦ «Промышленная безопасность» и НУЦ «Качество».

Школа-семинар является местом обмена мнениями и конструктивного диалога, на который ежегодно собираются специалисты организаций, осуществляющих деятельность в области неразрушающего контроля, промышленной безопасности.

В рамках школы-семинара были рассмотрены современные федеральные законы, федеральные нормы и правила, технические регламенты, а также стандарты, которые требуют расчетно-экспериментального обоснования ключевых показателей работоспособности и экономической эффективности объектов техносферы.

На заседании школы-семинара проректором по ДПО РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина Н.Н. Голуновым было объявлено о решении ученого совета РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина о создании НОЦ «Качество» как самостоятельного подразделения в структуре ДПО РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина.

3 октября 2016 г. состоялось первое расширенное заседание научно-технического совета (НТС) НОЦ «Качество». В состав НТС НОЦ «Качество» вошли: ведущий член-корреспондент РАН,

президент НПС «РИСКОМ» Николай Андреевич Махутов; сопредседатель совета, научный руководитель НОЦ «Качество», заведующий кафедрой «Сооружение и ремонт газонефтепроводов и хранилищ» РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина д-р техн. наук, профессор Геннадий Германович Васильев; проректор по ДПО РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина канд. техн. наук Никита Николаевич Голунов; профессор кафедры «Сооружение и ремонт газонефтепроводов и хранилищ» РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина д-р техн. наук Сергей Иванович Сенцов; профессор кафедры «Технология переработки нефти» РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина д-р техн. наук Борис Петрович Туманян; заведующий кафедрой «Сварка и мониторинг нефтегазовых сооружений» РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина, д-р техн. наук доцент Олег Евгеньевич Капустин; директор НОЦ «Качество» Сергей Георгиевич Копытов; заместитель директора НОЦ «Качество» канд. техн. наук Георгий Павлович Батов; начальник отдела ООО «НУЦ «Качество» канд. техн. наук Татьяна Эминовна Чепик.



Оргкомитет ХІ школы-семинара «Сертификация персонала в области неразрушающего контроля – 2016»
 Слева на право: заведующий отделом ОАО «НТЦ «Промышленная безопасность» Надежда Евгеньевна Филатова, д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой «Сооружения и ремонт газонефтепроводов и хранилищ» РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина Геннадий Германович Васильев, канд. техн. наук, начальник отдела ООО «НУЦ «Качество» Татьяна Эминовна Чепик, заместитель генерального директора по общим вопросам ООО «НУЦ «Качество» Марина Олеговна Соловьева, член-корреспондент РАН, президент НПС «РИСКОМ» Николай Андреевич Махутов, д-р. техн. наук, профессор кафедры «Химическая технология переработки нефти и газа» РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина Борис Петрович Туманян, генеральный директор ООО «НУЦ «Качество» Сергей Георгиевич Копытов



Н.Н. Голунов, канд. техн. наук, проректор по ДПО РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина

Пилотным проектом для НОЦ «Качество» является создание под руководством президента Научно-промышленного союза «РИС-КОМ», члена-корреспондента РАН Н.А. Махутова программы подготовки с условным названием «Безопасность, контроль качества и диагностика особо опасных объектов в нефтегазовом комплексе», предназначенной для руководителей и ведущих специалистов нефтегазовых предприятий.

Основными вопросами для обсуждения на семинаре стали подготовка специалистов по техническому диагностированию, по строительному контролю, сертификация специалистов по неразрушающему контролю, в том числе сертификация персонала, работающего на объектах железнодорожного транспорта, а также вступающий в силу с 1 января 2017 г. Федеральный закон № 238-ФЗ «О независимой оценке квалификации».

Интерес участников семинара вызвало сообщение о наличии действующих схем сертификации ISO 9712:2012, EN 4179, ПБ 03-440-02, ПНАЭ Г-7-010-89, ПР 1.3.3.99.0010-2010, SNT-TC-1A, их сходствах и отличиях. Не остался без внимания и личный опыт сдачи экзаменов в центральной комиссии ASNT.

Множество докладов были посвящены вновь вводимым нормативным документам, в частности по магнитному контролю ГОСТ Р 56512–2015, по ультразвуковому контролю ISO 13588, по системе менеджмента качества и оценке рисков ISO 9000:2015, ISO 9001:2015, ГОСТ Р ИСО 31000–2010.

Активное участие в семинаре приняли четыре победителя XIII Всероссийского конкурса специалистов неразрушающего контроля, поблагодаривших организаторов семинара за предоставленные возможности роста и самосовершенствования.

В рамках семинара были проведены мини-выставка и тест-драйв ультразвукового дефектоскопа с фазированными решетками УСД-60ФР, представленного компанией ООО «НПЦ «Кропус-ПО».

Было обращено внимание на дальнейшее развитие совместной учебно-испытательной лаборатории РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина и НУЦ «Качество», ее оснащении новейшим оборудованием, направлениях деятельности, а также об опыте прохождения процедуры аккредитации в Росаккредитации.

В рамках семинара было проведено совещание экзаменационных центров, признанных НОАП «НУЦ «Качество».

Участники мероприятия отметили позитивную роль школы-семинара в обсуждении актуальных вопросов для специалистов в области неразрушающего контроля, в выработке единых решений, обмене опытом, а также подтвердили целесообразность ежегодного проведения школы-семинара. Было предложено провести очередную школу-семинар «Сертификация персонала в области неразрушающего контроля – 2017» в конце сентября – начале октября 2017 г.

Материал предоставлен ООО «НУЦ «Качество»

ИТОГИ ВТОРОЙ КРЫМСКОЙ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ И ВЫСТАВКИ

Крымская международная конференция и выставка «Управление и функционирование системы промышленной безопасности на основе современных технологий инструментальной диагностики и экспертизы технических устройств на опасных производственных объектах» состоялась со 2 по 6 октября 2016 г. в ФГПУ «Санаторий «Гурзуфский», Республика Крым.

В работе конференции приняло участие около 80 человек, из них:

- 1 академик;
- 7 докторов наук, профессоров;
- 15 директоров предприятий;

- 52 представителя научных организаций и учреждений и эксплуатационных предприятий.

В ходе конференции было заслушано более 20 докладов по следующим направлениям:

- экспертиза промышленной безопасности технических устройств на опасных производственных объектах, методы и средства неразрушающего контроля и технической диагностики;
- экспертиза промышленной безопасности зданий и сооружений на опасных производственных объектах с применением теплового метода контроля;

- проведение технического аудита в области промышленной безопасности;
- обоснование безопасности и возможности эксплуатации технических устройств и оборудования согласно требованиям и правилам промышленной безопасности;
- оценка пригодности к эксплуатации оборудования после аварий;
- методология управления промышленной безопасностью на основе анализа и управления рисками;
- методы оценки надежного предельного срока эксплуатации

сложных конструкций из различных материалов;

- промышленные технологии технической диагностики качества (надежности и предельного ресурса эксплуатации) сложных конструкций из различных материалов;
- метрологическое обеспечение технологий неразрушающего контроля и технической диагностики;
- нормативное обеспечение оценки надежности и предельного ресурса эксплуатации сложных конструкций из различных материалов на основе ресурса неразрушающего контроля и технической диагностики;
- подготовка, аттестация специалистов по неразрушающему контролю.

Так, с докладами выступили:

Будадин Олег Николаевич, д-р техн. наук, профессор, акад. Российской академии космонавтики (АО «ЦНИИСМ» г. Хатьково), с докладом «Современные методы исследования неразрушающего контроля технической диагностики»;

Муравьев Виталий Васильевич, д-р техн. наук, профессор, академик Российской академии транспорта (ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический университет им. М.Т. Калашникова», г. Ижевск), с докладом «Контроль локальных напряжений в рельсах бесстыкового пути – основа безопасности движения»;

Абрамова Елена Вячеславовна, д-р техн. наук (ФГАУ «НУЦ «Сварка и контроль» при МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва), с докладом «Тепловой контроль в системе экспертизы промышленной безопасности зданий и сооружений»;

Муравьева Ольга Владимировна, д-р техн. наук, профессор (ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический университет им. М.Т. Калашникова», г. Ижевск), с докладом «Электромагнитно-акустические технологии оперативной диагностики протяженных элементов конструкции опасных производственных объектов»;

Прохорович Владимир Евгеньевич, д-р техн. наук, профессор (директор НИЦ технологий контроля качества ракетно-космической техники Университета ИТМО), Крас-

нов Олег Валерьевич, д-р техн. наук, профессор (директор ООО «НТЦ «Эталон», г. Санкт-Петербург), с докладом «Техническое диагностирование на службе совершенствования ракет космического назначения»;

Сясько Владимир Александрович, д-р техн. наук, профессор, генеральный директор фирмы «Константа», Потапов Александр Иванович, д-р техн. наук, профессор (руководитель Ленинградского областного регионального отделения, г. Санкт-Петербург), с докладом «Диагностика несущих элементов металлоконструкций стрелы экскаватора ЭШ-20.90 методом акустической эмиссии (АЭ) с целью определения возможности организации непрерывного мониторинга стрел экскаваторов-драглайнов в режиме эксплуатации»;

Тарасенков Георгий Андреевич, канд. техн. наук (ООО «НУЦ «Качество», г. Москва), с докладом «Сертификация персонала и экспертиза промышленной безопасности. Индустриальные риски в промышленной безопасности, мониторинг и управление».

Во многих докладах были затронуты вопросы экспертизы промышленной безопасности на объектах повышенной опасности. Актуальность этой проблемы опреде-



Фонтан ФГБУ «Санаторий «Гурзуфский»



Выступление профессора В.Е. Прохоровича, руководителя Санкт-Петербургского регионального отделения РОНКТД



Участники конференции



Президиум конференции, выступление генерального директора ООО «Иртис» М.И. Щербакова



Выставка приборов конференции

ляется тем, что большая часть оборудования в России исчерпала свой ресурс эксплуатации, что повышает опасность возникновения технических катастроф.

Немало докладов было посвящено вопросам теплового контроля объектов различного назначения, что еще раз подчеркивает перспективность теплового

метода контроля. Активно обсуждался вопрос, связанный с обучением, подготовкой специалистов по НК в соответствии с требованиями научно-технической документации.

Средства для неразрушающего контроля и диагностики промышленного оборудования представили фирмы: «КОНСТАНТА», г. Санкт-Петербург, ООО «Иртис 2000», г. Москва, ООО «НТЦ «Горизонт», г. Симферополь.

Спонсорами конференции выступили: ООО «НТЦ «Горизонт», г. Симферополь, «КОНСТАНТА», г. Санкт-Петербург, Санкт-Петербургское региональное отделение РОНКТД, Ленинградское областное региональное отделение РОНКТД, г. Санкт-Петербург.

Успеху конференции способствовали интересные встречи и посещения промышленных предприятий Республики Крым, в частности ФГПУ ПАО «Мас-сандра» Управления делами Президента РФ филиал «Гурзуф». Руководитель филиала Татьяна Ивановна Юхненко рассказала участникам конференции о работе филиала, о новых перспективах и технологиях в создании винодельческой продукции. С большим интересом были выслушаны рассказы об истории создания представленных на дегустацию марочных вин. Участники конференции получили большое удовольствие от наслаждения крымской природой при посещении Никитского ботанического сада. Особая гордость сада – декоративные растения 19–20 вв. Сад «Парадиз» – это тысяча видов цветов, среди них очень редкие, которые вряд ли можно увидеть где-либо еще.

Региональная общественная организация Крымское общество неразрушающего контроля технической диагностики и промышленной безопасности заверила участников конференции, что приложит все усилия в будущем для организации и проведения конференции в следующем году на высоком уровне.

До встречи в новом году в нашем любимом Крыму!

*Мне компас не нужен, чтоб встретиться с летом,
Все стороны Крыма откроют секреты.
Нам старые камни поведают мифы,
Как жили здесь тавры и правили скифы.*

*АНИСИМОВ Валерий Прокофьевич,
президент региональной общественной
организации «Крымское общество НКТДиПБ»,
г. Симферополь*

ДЕФЕКТОСКОПИЯ / NDT EKATERINBURG 2016

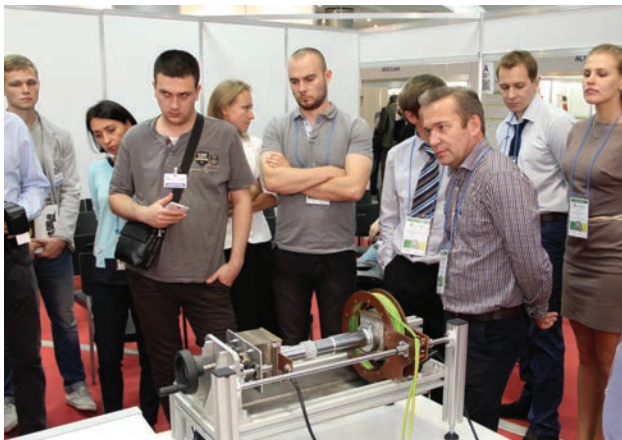
С 6 по 8 сентября 2016 г. в Екатеринбурге, в Центре международной торговли прошла 17-я Международная специализированная выставка приборов и оборудования для промышленного неразрушающего контроля «Дефектоскопия / NDT Ekaterinburg». Организаторами выставки выступили компания «ПРИМ-ЭКСПО», входящая в Группу компаний ПТЕ, и журнал «В мире НК».

«Дефектоскопия / NDT Ekaterinburg» – специализированная выставка современных средств неразрушающего контроля и технической диагностики, про-

ходящая в разных регионах России с 2000 г. В Санкт-Петербурге выставка проводится раз в три года.

В церемонии официального открытия выставки приняли участие:

- Алексей Михайлович Пидяшов, и.о. главного инженера Свердловской железной дороги – филиал «РЖД»;
- Михаил Яковлевич Грудский, член правления РОНКТД, заместитель главного редактора журнала «В мире НК»;
- Римма Мидхадовна Мангушева, руководитель проекта «Дефектоскопия / NDT Ekaterinburg».



В выставке приняли участие более 30 компаний, которые представили широкий спектр технологий и оборудования для всех методов НК, а также услуг в области обучения и сертификации персонала. Посетители выставки высоко оценили качественный состав экспозиции, отметили большое количество новинок и возможность прямо на стендах протестировать представленное оборудование.

Всего за три дня выставку посетили 432 специалиста предприятий различных отраслей промышленности из 21 региона России, причем многие из них работали на выставке все три дня.

Большой интерес посетителей вызвала деловая программа выставки, в рамках которой прошли:

- круглый стол «Актуальные вопросы неразрушающего контроля на железнодорожном транспорте»;

- тест-драйв стенда для магнитопорошковой дефектоскопии УМДП-30-19/МД-И с импульсным генератором намагничивания;
- круглый стол «Ультразвуковой контроль композиционных материалов»;
- круглый стол «Капиллярный и магнитопорошковый контроль»;
- тест-драйв толщиномера «Булат-3»;
- круглый стол «Акустическая эмиссия».

В 2017 г. выставка «Дефектоскопия / NDT Tyumen» пройдет в Тюмени, традиционно в первую неделю сентября.

Отчет предоставлен организаторами выставки

СОГЛАШЕНИЕ О СОТРУДНИЧЕСТВЕ МЕЖДУ РОНКТД И СОВЕТОМ ПО ПРОФЕССИОНАЛЬНЫМ КВАЛИФИКАЦИЯМ В ОБЛАСТИ СВАРКИ

С 2014 г. в России ведутся разработка и внедрение системы профессиональных квалификаций, в рамках которых на базе профессиональных объединений создаются отраслевые советы по профессиональным квалификациям. В функции советов входит мониторинг рынка труда и потребностей в квалификациях, организация разработки и применения профессиональных стандартов, формирование и развитие сети центров по сертификации профессиональных квалификаций, участие в разработке государственных стандартов профессионального образования и актуализации программ профессионального образования и обучения.

Саморегулируемая организация Некоммерческое партнерство «Национальное Агентство Контроля Сварки» наделена полномочиями Совета по профессиональным квалификациям в области сварки (СПКС), сферой деятельности которого являются вопросы квалификации персонала по профессиям и специальностям в области сварки и родственных процессов, неразрушающего контроля и разрушающих испытаний сварных соединений.

20 сентября 2016 г. между Российским обществом по неразрушающему контролю и технической диаг-

ностике и Советом по профессиональным квалификациям в области сварки было подписано соглашение о сотрудничестве. Основными направлениями сотрудничества РОНКТД и СПКС являются:

- разработка, актуализация и организация применения профессиональных стандартов в области неразрушающего контроля и технической диагностики;
- формирование и развитие сети центров оценки квалификации в соответствии с профессиональными стандартами и квалификационными требованиями в области неразрушающего контроля и технической диагностики;
- участие в разработке образовательных стандартов профессионального образования, в обновлении и профессионально-общественной аккредитации программ профессионального образования и обучения, в независимой оценке качества образовательной деятельности и общественной аккредитации организаций, осуществляющих образовательную деятельность в области неразрушающего контроля и технической диагностики.

ЧЕПРАСОВА Екатерина Юрьевна, исполнительный директор РОНКТД, Москва

ОТЧЕТ О РАБОТЕ КРУГЛОГО СТОЛА РОНКТД НА МЕЖДУНАРОДНОЙ ВЫСТАВКЕ WELDEX

11 октября в рамках деловой программы Международной выставки сварочных материалов, оборудования и технологий Weldex состоялось заседание круглого стола по теме «**Является ли НК в Российской Федерации эффективным инструментом повышения уровня культуры сварочного производства?**», организованное Российским обществом по неразрушающему контролю и технической диагностике совместно с ООО «ИКБ «Градиент».

Во вступительном слове модератор круглого стола генеральный директор ООО «ИКБ «Градиент», канд. техн. наук Д.И. Галкин сообщил о состоянии нормативного и методического обеспечения НК сварных соединений. Также он предложил обсудить вопрос о целях НК, установленных на основании требований нормативно-технических документов (НТД), действующих на территории Российской Федерации.



Ведущий специалист ТСНК МИРЭА, автор (соавтор) нормативных документов по радиографическому контролю, специалист сварочного производства IV уровня, специалист III уровня по РК и ВИК М.М. Гнедин обозначил, что РК применяется для выявления объемных дефектов в сварных соединениях и не позволяет проводить измерение глубины несплошности в направлении просвечивания. При этом задачей специалиста, выполняющего РК, является соблюдение требований НТД вне зависимости от того, являются ли эти требования достаточными для получения однозначного результата.

Заместитель директора ООО «Ньюком-НДТ», канд. физ.-мат. наук, специалист III уровня по РК К.А. Багаев сообщил об особенностях и перспективах внедрения цифровой (компьютерной) радиографии в контроль качества сварных соединений. Так, например, для оценки информативности изображения, получаемого с использованием данных технологий, требуется применение специального эталона дуплексного типа, который позволяет оценить достигнутую при экспонировании разрешающую способность.

Технический директор ООО «ЭХО+», канд. физ.-мат. наук, лауреат Премии Правительства РФ, специалист III уровня по УК Д.С. Тихонов рассказал об информативных параметрах ультразвукового контроля, получение которых становится возможным за счет



использования таких технологий, как C-SAFT и TOFD. В частности, Д.С. Тихонов отметил, что в области УК сварных соединений объектов атомной энергетики внедрен стандарт, регламентирующий отбраковку по результатам определения реальных размеров несплошностей.



Заместитель директора ООО «Энергодиагностика», канд. техн. наук, специалист III уровня по магнитному контролю (метод магнитной памяти металла) А.А. Дубов сообщил о возможностях экспресс-оценки качества сварных соединений методом магнитной памяти металла.



В результате обсуждения эксперты пришли к единому мнению, что НК в Российской Федерации является важным инструментом для обеспечения установленного требованиями отраслевых документов уровня культуры сварочного производства. Для повышения эффективности НК необходимо совершенствование нормативно-технической базы как в части актуализации средств контроля, применение которых регламентируют НТД, так и в части обобщения критериев отбраковки для различных отраслей.

Видеоотчет с подробными ответами на поднятые в рамках круглого стола вопросы представлен на сайте www.ndtgrad.ru.

ГАЛКИН Денис Игоревич,
канд. техн. наук,
генеральный директор ООО «ИКБ «Градиент», Москва





ИКБ ГРАДИЕНТ

НАШИ ПРИОРИТЕТЫ:
качество оказываемых услуг
и индивидуальный подход
к каждому Заказчику

НАША ОСНОВНАЯ ЦЕЛЬ:
повышение эффективности процессов
неразрушающего контроля
и технической диагностики
у наших Заказчиков

Команда ООО «ИКБ «Градиент»
состоит из специалистов
из ЦНИИТМАШ, НИКИМТ,
МГТУ им. Н.Э.Баумана, МЭИ,
имеющих значительный опыт
в оценке квалификации
и разработке
нормативных документов.

Возможности
ООО «ИКБ «Градиент»
расширяются благодаря
нашим партнерам:



ИКБ ГРАДИЕНТ



www.ndtgrad.ru
+7 (499)322-38-02
Ваш проводник в мире НК

- ✓ Аттестация ЛНК в соответствии с ПБ 03-372-00
- ✓ Комплектация и документальная поддержка ЛНК
- ✓ Разработка и внедрение нестандартных методик НК и систем внутреннего контроля компетентности специалистов НК
- ✓ Аудит документации по результатам НК
- ✓ Осуществление дублирующего контроля
- ✓ Анализ полноты выполненных подрядчиком работ, а также корректности и достоверности полученных результатов
- ✓ Аттестация специалистов в соответствии с ПБ 03-440-02
- ✓ Аттестации на базе нашего экзаменационного центра или на базе Заказчика
- ✓ Консультации по применению НТД
- ✓ Стажировки по согласованным с работодателем программам

НОВОСТИ

ПОЗДРАВЛЯЕМ ВЛАДИМИРА ВЛАДИМИРОВИЧА КЛЮЕВА С 80-ЛЕТИЕМ!



2 января 2017 г. крупному ученому в области неразрушающего контроля и технической диагностики академику Владимиру Владимировичу Ключеву исполняется 80 лет со дня рождения.

Владимир Владимирович Ключев – академик Российской академии наук, президент ассоциации «Спектр-Групп», директор ЗАО «НИИИИН МНПО «Спектр» (г. Москва), член Европейской академии, руководитель Научного совета по автоматизированным системам диагностики и испытаний РАН, главный редактор журналов «Контроль. Диагностика» и «Территория NDT», член редколлегии журналов «Дефектоскопия», «Заводская лаборатория. Диагностика материалов», «Приборы», председатель редакционного совета журнала «Ремонт. Восстановление. Модернизация».

Владимир Владимирович родился 2 января 1937 г. в Москве. В 1960 г. он окончил машиностроительный факультет МВТУ им. Н.Э. Баумана по специальности инженер-механик. С 1964 г. В.В. Ключев трудится в Научно-исследовательском институте интроскопии, с 1970 г. он директор НИИ интроскопии, а с 1976 г. – генеральный директор Московского НПО «Спектр».

В 1986 г. В.В. Ключев избран членом-корреспондентом АН СССР, а с 2006 г. Владимир Владимирович – академик РАН (отделение энергетики, машиностроения, механики и процессов управления).

Известный ученый в области неразрушающего контроля и технической диагностики, В.В. Ключев занимается теоретическими и экспериментальными

исследованиями вторичных магнитных полей рассеяния. Владимир Владимирович Ключев автор многих основополагающих исследований и созданных на их основе высоких технологий. Он руководил разработкой установок внутритрубной диагностики газопроводов, первых отечественных рентгеновских микротомографов, кроулеров для контроля сварных соединений, исследованиями в области акустической томографии, вихретоковой виброметрии, тепловидения и электромагнитной модуляционной дефектоскопии.

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

В.В. Ключев автор более 360 научных работ в области технической диагностики.

Возглавляя Научный совет РАН по автоматизированным системам диагностики и испытаний, В.В. Ключев занимается проблемами обеспечения безопасности на сложных промышленных объектах, транспорте и в других отраслях промышленности России.

Достижения Владимира Владимировича Ключева как ученого и как руководителя отмечены многими правительственными наградами. В.В. Ключев лауреат Государственной премии РФ 1997 года в области науки и техники, лауреат премии Правительства РФ 2003 года в области науки и техники, лауреат Премии Совета Министров СССР 1983 года. В.В. Ключев награжден орденом Дружбы народов (1981 г.), орденом Трудового Красного Знамени (1971 г., 1986 г.) и другими наградами.

*Уважаемый Владимир Владимирович,
поздравляем Вас с Юбилеем!
Желаем Вам долгих лет жизни, здоровья,
неиссякаемой энергии,
новых творческих достижений!*

*Редакция и редакционный совет
журнала «Территория NDT»*



Уважаемый Владимир Владимирович!
Российское общество по неразрушающему контролю и технической диагностике совместно с Партнерами поздравляют Вас с Юбилеем!

Дорогой Владимир Владимирович!

В канун Вашего юбилея в памяти всплывают многие великие дела, которые свершались под Вашим руководством и при Вашем непосредственном участии. В тяжелейшие для всей страны перестроечные 1990-е – 2000-е годы именно Вы сплотили вокруг себя дефектоскопическую общественность, вселяли в нас надежду и не дали нам расползтись по «коммунальным квартирам» и там тихо умирать. Ваша огромная заслуга в популяризации достижений российских ученых, в организации и проведении многочисленных научных форумов и выставок как в России, так и во многих странах мира. Вы сами издавали книги по неразрушающему контролю и заставляли писать многих ведущих ученых и издавали их труды. Вы всячески старались поддерживать творческую атмосферу в коллективе единомышленников.

Вы признанный ученый мирового уровня, академик РАН. Я как директор компании всегда чувствовал Ваше внимание и участие в нашей деятельности. Не раз Вы поддерживали компанию и финансово, и в продвижении наших разработок в промышленность. Вы помогли издать нашу монографию «Ультразвуковая дефектотрия металлов с применением голографических методов». Огромное человеческое Вам спасибо.

Наш коллектив тепло и сердечно поздравляет Вас с этим замечательным юбилеем! Желаем Вам активного творческого долголетия, многих научных свершений.

Мы Вас любим, ценим и уважаем.

*По поручению коллектива НПЦ «ЭХО+»
 генеральный директор
 профессор А.Х. ВОПИЛКИН*

Уважаемый Владимир Владимирович!

Коллектив АО «НПЦ «МОЛНИЯ» поздравляет Вас с юбилеем и желает Вам отличного здоровья и дальнейших творческих успехов в работе, научных изысканиях, подготовке научных кадров для страны.

Мы с Вами и Вашими сотрудниками успешно работали еще в прошлом веке, обеспечивая высочайший уровень качества авиакосмических изделий, представляющих гордость страны, таких как самолет СУ-27, орбитальный корабль «Буран» и другие. Разработанные методы, средства и технологии до сих пор широко используются в отечественной и зарубежной практике.

Ваш научный и практический авторитет в мировом сообществе позволяет высоко держать марку российской науки в области неразрушающего контроля и технической диагностики. Вы подготовили целую плеяду российских, да и зарубежных ученых, которые обеспечивают высокий уровень отечественных разработок. Ваши ученики работают практически во всех отраслях промышленности страны.

Мы с гордостью считаем себя Вашими последователями и с нежностью относимся к Вам как к любимому учителю. Еще раз желаем Вам крепкого здоровья и много, много лет творческой жизни.

*С любовью,
 коллектив АО НПЦ «МОЛНИЯ»
 Генеральный директор
 В.В. КОННОВ*

Уважаемый Владимир Владимирович!

Коллектив Института неразрушающего контроля Томского политехнического университета поздравляет Вас с Юбилеем!

Ваша научно-практическая деятельность более 50 лет на поприще неразрушающего контроля внесла неоценимый вклад в развитие таких методов, как ультразвуковой, электромагнитный и радиационный. Справочники, выпущенные под Вашей редакцией, являются настольными книгами многих дефектоскопистов. Свою разностороннюю научную деятельность Вы успешно совмещаете с работой в общественных организациях. Правительство РФ высоко оценило Вашу научную и общественную деятельность, наградив Вас орденами самого высокого уровня.

Ваше успешное руководство МНПО «Спектр» позволяет находиться предприятию на передовых позициях как отечественного, так и международного уровня по разработке, изготовлению и внедрению в производство приборов неразрушающего контроля.

Желаем Вам и впредь на долгие годы сохранять творческий потенциал и активную жизненную позицию.

*Директор ИНК ТПУ
В.Н. БОРИКОВ*

**Уважаемый Владимир Владимирович!**

В этот знаменательный день, день Вашего 80-летия, мы отмечаем Вашу многолетнюю плодотворную деятельность в сфере неразрушающего контроля и технической диагностики. За годы работы в институте Вами создана научная школа на этом важнейшем направлении развития науки и техники, ставшей неотъемлемой частью научно-технического прогресса в России и за рубежом.

Ваша работа в сфере промышленной безопасности, прогнозирования и предотвращения чрезвычайных ситуаций на производственных объектах значима, многопланова и получила заслуженное признание мирового научного сообщества. Академик РАН, директор ЗАО «НИИИИ МНПО «Спектр», профессор, главный редактор журналов «Территория NDT» и «Контроль. Диагностика» – вот далеко не полный перечень признания Ваших заслуг.

АО «Энергомонтаж Интернэшнл» гордится тем, что на протяжении более чем 25 лет работает в тесном контакте с Вами при разработке и производстве оборудования для радиографического контроля качества сварных соединений с использованием источников ионизирующего излучения.

Глубокоуважаемый Владимир Владимирович, в день Вашего юбилея мы желаем Вам «неразрушаемого» здоровья, неиссякаемой «атомной» энергии и творческих идей!

*Искренне Ваш,
генеральный директор АО «ЭМИ»
В.А. ФЕДОРОВ*

**Уважаемый Владимир Владимирович!**

Коллектив подразделения «СертиНК» ФГАУ «НУЦСК при МГТУ им. Н.Э. Баумана» от всей души поздравляет Вас с юбилеем!

Академик РАН В.В. Клюев является одним из тех, кто достиг в своей профессиональной деятельности выдающихся успехов. Владимир Владимирович находился у истоков развития отечественного приборостроения в области неразрушающего контроля и внес большой личный вклад в работу по созданию новых технологических решений в области приборного обеспечения диагностики технического состояния. Благодаря работе Владимира Владимировича были разработаны первые отечественные модели рентгеновских вычислительных томографов промышленного назначения, приборов вихретоковой виброметрии и тепловидения.

Владимир Владимирович, Ваши профессиональные достижения, широта научных интересов, творческая энергия и любовь к своему делу являются блестящим примером для молодого поколения. Мы искренне поздравляем Вас с юбилеем, желаем здоровья, бодрости духа и долголетия!

*Коллектив подразделения «СертиНК»
ФГАУ «НУЦСК при МГТУ им. Н.Э. Баумана»*

Многоуважаемый Владимир Владимирович!

Коллектив ОАО «НТЦ «Промышленная безопасность» сердечно поздравляет Вас с 80-летним юбилеем!

Ваш богатый научный, производственный опыт и большие достижения в области фундаментальных и прикладных исследований в сфере неразрушающего контроля и технической диагностики и Ваш жизненный опыт сочетаются с исключительным трудолюбием, высокой квалификацией, ответственностью и неиссякаемой энергией, которые позволили пройти путь от выпускника машиностроительного факультета МВТУ до академика РАН.

Во многом благодаря деятельности возглавляемых Вами организаций неразрушающий контроль и техническая диагностика получили огромный импульс в своем развитии и стали важными факторами обеспечения промышленной, экологической и энергетической безопасности.

Ваша душевная теплота, внимательное отношение, отзывчивость притягивают к Вам людей. Мы рады, что имеем возможность совместно работать. Работая с Вами, мы постоянно чувствуем Вашу поддержку и заботу. Мы ценим Ваши интеллигентность, доброжелательность, готовность помочь в решении проблем.

От всей души желаем Вам крепкого здоровья, счастья, долгих лет жизни, благополучия в семье, успехов во всех делах, плодотворной дальнейшей деятельности!

*Генеральный директор ОАО «НТЦ
«Промышленная безопасность»,
д-р техн. наук, профессор
В.С. КОТЕЛЬНИКОВ*

*Годы как птицы, а мы на земле.
И только тоскующий взгляд
Дано нам судьбой устремить им вослед
С надеждой смиренной в очах.*

Совсем еще недавно, по меркам вселенской истории, возник микроколлектив искателей путей и возможностей проникнуть взглядом внутрь железобетонных массивов. «В начале было Слово ...», а далее удалось неодолимое, и завертелся вихрь поисков, побед и озарений.

Коллектив разросся, целей стало много, задач — и сотнями не измерить. Но «не хлебом единым жив человек!»! Остепенились многие и «на гора» уже выдано многое, что разошлось по журналам и Интернету.

Владимир Владимирович!

Вся череда лет из прошлого века в нынешний научила нас ценить каждый день работы в нашем Храме науки и знаний, каждую встречу с Вами, хоть на совете, хоть просто в коридоре нашей обители Неразрушающего Контроля!

И сегодня, несмотря на некоторую удаленность от Храма, наш созидающий коллектив постоянно видит и чувствует Ваше участие в нашей жизни!

Будем и дальше работать с Вами вместе над покорением проблем и решением задач Неразрушающего Контроля!

С днём рождения! Счастья Вам во всех его проявлениях! И да не иссякнет вкус к жизни и творчеству!

*Коллектив фирмы
«Акустические Контрольные Системы»*

С Юбилеем также поздравляют: проф. В.Г. ЩЕРБИНСКИЙ (ЦНИИТМАШ); д-р техн. наук, проф. А. А. ДУБОВ (от имени коллектива ООО «Энергодиагностика»); заслуженный деятель науки РФ, лауреат премии Правительства РФ в области науки, лауреат медали ордена «За заслуги перед Отечеством» II степени, д-р техн. наук, профессор В.П. ВАВИЛОВ; коллективы АО «НИКИМТ-Атомстрой», промышленного холдинга ТКС, ООО «ИНТРОН ПЛЮС», подразделения «СертиНК» ФГАУ «НУЦСК при МГУ им. Н.Э. Баумана».

НАЦІОНАЛЬНА
АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ

ІНСТИТУТ
ЕЛЕКТРОЗВАРЮВАННЯ
ім. Є. О. ПАТОНА



НАЦИОНАЛЬНАЯ
АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНЫ

ИНСТИТУТ
ЭЛЕКТРОСВАРКИ
им. Е. О. ПАТОНА

03680 Київ 150, МСП, вул. Боженка, 11. Тел. 200-47-79. Телеграми: Київ 150. СТУК УК. Телетайп: 132174, СТУК УК.
Факс: (044) 5280486 E-mail: office@paton.kiev.ua

Академику РАН
Клюеву В.В.

УВАЖАЕМЫЙ ВЛАДИМИР ВЛАДИМИРОВИЧ!

Институт электросварки им. Е.О.Патона НАН Украины и Украинское общество неразрушающего контроля и технической диагностики сердечно поздравляют Вас со славным юбилеем!

Ваши украинские коллеги, друзья, ученики глубоко уважают и ценят Вас как одного из основоположников физических методов неразрушающего контроля металлов и сварных конструкций, научного руководителя большинства фундаментальных направлений, осуществляемых в НПО «Спектр».

Ваши теоретические и практические работы, книги, изобретения, приборы способствовали распространению физических методов контроля качества. Благодаря Вам выросло и успешно трудится целое поколение ученых, высококлассных специалистов. Ваши многотомные издания по основным научным направлениям в области неразрушающего контроля широко известны в Украине и в других странах.

Вы являетесь известным ученым в области исследований вторичных магнитных полей рассеяния, вихретоковой виброметрии и рентгеновской техники. Вы стояли у истоков создания Российского общества по неразрушающему контролю и технической диагностике, были много лет его первым президентом. Вы являетесь одним из fundаторов Международной академии NDT. Ваш вклад в науку был неоднократно заслуженно отмечен многочисленными наградами.

Искренне желаем Вам, дорогой Владимир Владимирович, дальнейших творческих успехов, крепкого здоровья и долголетия.

Президент НАН Украины

Б.Е. Патон,
академик РАН

Президент УО НКТД

В.А. Троицкий,
профессор

Дорогой Владимир Владимирович!

От имени Казахстанской ассоциации неразрушающего контроля и технической диагностики разрешите поздравить Вас и Вашу семью с юбилеем!

Ваш пример ученого, организатора, общественного деятеля является ярким показателем того, что в этой жизни можно добиться выдающихся результатов, которые, безусловно, будут полезны для будущих поколений. Ваше человеческое отношение к окружающим, организаторский талант позволяют объединять профессиональные сообщества не только России.

Благодаря Вашим стараниям создана научная школа, институты, отраслевые советы, издательства, общества и производства. Вы являетесь барометром общественного отно-

шения к происходящему в отрасли страны и мира. Ваши бестселлеры в области промышленной безопасности и новейших направлений неразрушающего контроля являются для нас путеводителями.

Вы воспитали прекрасных сыновей, каждый из которых вносит свою весомую лепту в общее дело развития и пропаганды новых технологий в области неразрушающего контроля и технической диагностики, поддерживают начинания и соблюдают заложенные Вами традиции отношения к людям.

Новых Вам побед и долгих лет жизни!

С.А. ЗАЙТОВА,
президент ОЮЛ
«Казахстанская ассоциация
неразрушающего контроля
и технической диагностики»

**Уважаемый Владимир Владимирович!**

Примите самые теплые и искренние поздравления с Юбилеем от Ваших коллег из Узбекистана!

Мы высоко ценим Ваш вклад в развитие системы неразрушающего контроля Узбекистана, Вашу постоянную поддержку и добрые советы.

В 2000 году, когда в нашей республике еще не были комплексно описаны нормативные требования к аккредитации лабораторий и сертификации персонала неразрушающего контроля, Ваш опыт и неиссякаемая энергия помогли нам создать свой учебный и сертификационный центр и затем аккредитовать его в Системе сертификации персонала РОНКТД. Значительная часть нашей технической библиотеки – это подаренные Вами от имени РОНКТД и МНПО «Спектр» справочники и учебники по методам НК.

Именно Ваша инициатива и поддержка положили начало созданию Узбекстанского общества неразрушающего контроля! И, конечно, первое наше соглашение о сотрудничестве было заключено между УзОНК и Российским обществом по НК и ТД.

Желаем Вам, уважаемый Владимир Владимирович, здоровья, радости, благополучия на многие, многие годы!

От имени Узбекстанского общества НК
Е.А. АЗИЗОВА,
зам. председателя совета УзОНК





Дорогой Владимир Владимирович!

Белорусская ассоциация НК и ТД сердечно поздравляет Вас с Юбилеем. Мы знаем о Вашей неприязни к юбилеям, но не можем пройти мимо этой даты. Мы все Ваши поклонники и где-то ученики. Искренне желаем Вам активного долголетия и здоровья!

В кабинете В.В.Клюева много лет висит эта замечательная картина с изображением трех белых лошадей на зимней дороге. Наверное, не случайно!

Белый конь!

*Белый конь! На стене у него вдоль окон,
Белый конь! Кто из трех молодцов – это он?
Он в НК въехал сразу на белом коне,
Все признали: достойный наездник
в незримом седле.*

*Может тот, вороной, что в узде,
Или тот пристяжной, что во мгле,
Или тот, что от радости ветер в ноздре.
Ощущают, что верный наездник
на этом коне.*

*Белый конь! На кого же твой взор устремлен?
Белый конь! Что еще принесет твой огонь?
Многих лет мы желаем счастливых тебе,
Ты, бесспорно, надежный наездник в седле.*

*Белый конь!
Сколько верст ты уже проскакал?
Белый конь! Сколько мудрых томов написал?
Белый конь! Не бросал седоков ты в беде –
Все видать, что приличный
наездник в седле.*

*Белый конь! Не забыл про детей в суете.
Белый конь! Ты трудами заметен везде.
Белый конь! Ты и ныне идешь во главе,
И все видят: искусный наездник в седле.*

*Белый конь! Пусть большим
хоккеистом не стал,
Ты дефектоскопист – аксакал,
И почет, уваженье пусть будут тебе,
Ведь надежный наездник на белом коне.*

**От имени белорусских дефектоскопистов
и от себя лично
с большим уважением
В.Л. ВЕНГРИНОВИЧ**

Уважаемый Владимир Владимирович!

От имени Латвийского общества неразрушающего контроля и от себя лично поздравляю Вас с прекрасным юбилеем! Желаю Вам хорошего здоровья, дальнейшей успешной работы в области неразрушающего контроля и технической диагностики в рамках различных программ обеспечения технологической и технической безопасности при работе с опасным оборудованием. Хочу поблагодарить Вас за огромную поддержку, оказываемую Вами ученым, специалистам и общественным организациям в области неразрушающего контроля за пределами России.

*С уважением,
Всегда Ваш В.В. КОЖАРИНОВ,
д-р техн. наук, проф.*

Президенту ассоциации «Спектр-групп», директору ЗАО «НИИИИ МНПО «Спектр», главному редактору журналов «Контроль. Диагностика» и «Территория NDT», академику Российской академии наук, доктору технических наук, профессору, члену Европейской академии, лауреату Государственной премии РФ и Премии Правительства РФ в области науки и техники, кавалеру орденов «Трудового Красного Знамени» (дважды) и «Дружбы народов» г-ну В.В. Клюеву

Глубокоуважаемый Владимир Владимирович!

От имени Национальной ассоциации по неразрушающему контролю и технической диагностике, Ваших коллег и друзей из Республики Молдова примите искренние поздравления по случаю Вашего славного 80-летнего Юбилея.

Вы выдающийся ученый и организатор российской дефектоскопической науки, более 45 лет возглавляете всемирно известный Научно-исследовательский институт интроскопии, являющийся крупнейшим центром по проведению исследований и разработок в области НК и ТД.

Велик и содержателен объем того, что Вами сделано: около двух десятков монографий, большое число справочников, учебников, множество статей и изобретений по самым актуальным проблемам передовых методов неразрушающего контроля. Ваши труды высоко значимы, многие из них явились началом новых научных направлений и технических разработок.

Вы заслуженно являетесь нашим лидером, вносящим огромный вклад в организацию исследований, разработки и производства приборов и автоматизированных систем для различных областей народного хозяйства Российской Федерации и других стран.

Новые поколения исследователей оттачивают свое мастерство, обучаясь на фундаментальных основах теории и практики исследуемых и развиваемых Вами методов контроля. Неоценима та огромная поддержка, которую в рамках возглавляемого Вами диссертационного совета Вы постоянно оказываете аспирантам и докторантам, помогая им углублять знания и опыт в области НК, доводить труды до логического завершения — защиты диссертационных работ.

В этот день, вспоминая «этапы большого пути», нам особенно приятно отметить, что разработки, выполненные молдавскими учеными и специалистами при Вашем участии, до настоящего времени востребованы на предприятиях России и стран СНГ.

Желаем Вам, глубокоуважаемый Владимир Владимирович, доброго здоровья, бодрости духа, оптимизма, неизменного успеха в делах, благополучия и счастья Вам и Вашим близким!

*А.А. ТКАЧЕНКО,
генеральный директор ООО «IntroscoP NDT»,
президент НОНКТД РМ, д-р техн. наук*

Академику Владимиру Владимировичу Клюеву

Глубокоуважаемый Владимир Владимирович!

От всего сердца поздравляю Вас со славным юбилеем — 80-летием со дня рождения! Ваша неутомимая деятельность на благо мировой науки и техники широко известна во всем мире.

Желаю Вам крепкого здоровья и долгих лет активной жизни!

*В. АУГУТИС,
профессор, Каунасский технологический университет,
Литва*



BULGARIAN SOCIETY FOR NONDESTRUCTIVE TESTING

bl. 4, Acad. G. Bonchev Str., 1113 Sofia, Bulgaria

Phone: +359/2/ 979 64 45; 979 71 20;

Fax: +359/2/979 71 20; E-mail: nntdd@abv.bg

Академику РАН В.В. Клюеву исполнилось 80 лет

Последние 50 лет академик В.В. Клюев осуществляет многосторонние связи и успешно работает с болгарскими специалистами в области неразрушающего контроля.

За большой вклад в развитие болгаро-русского (советского) сотрудничества Правление Болгарского общества неразрушающего контроля (BG S NDT) удостоило В.В. Клюева званием „Почетного члена BG S NDT“.

Двери Института В.В. Клюева всегда были открыты для специалистов Болгарии для ознакомления с новостями, для консультаций и совместных разработок.

В.В. Клюев принимал участие в формировании болгарских специалистов высокого уровня (кандидатов и докторов наук, доцентов и профессоров).

Книги, которые были выпущены под редакцией В.В. Клюева, являются настольными при подготовке специалистов, докторов и преподавателей в области контроля и особенно в новых направлениях неразрушающего контроля и диагностики.

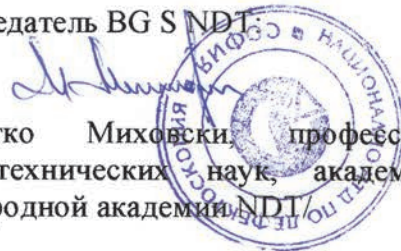
Особо следует отметить деятельность В.В. Клюева как инициатора и руководителя комплексной программы (Проблема I-36 КНТС СЭВ) в области неразрушающего контроля, выполненной в 80 годах 20 века.

Первый договор о сотрудничестве между обществами неразрушающего контроля Болгарии и СССР был подписан В.В. Клюевым в 1980 г. С тех пор общества активно совместно участвуют в работе ICNDT, EFNDT, INDT Academy. Договор способствовал научному сотрудничеству между научными институтами России и Болгарии последние 30 лет.

Необходимо отметить, что наряду с общественными и служебными контактами В.В. Клюев хорошо известен как „староста“ NDT в мире.

Болгарские дефектоскописты благодарны редакции журнала „Территория NDT“ за предоставленную возможность поздравить академика В.В.Клюева с юбилеем и пожелать ему здоровья, творческих успехов и благополучия.

Председатель BG S NDT



/Митко Миховски, профессор,
доктор технических наук, академик
международной академии NDT

Member of international and national organizations
ICNT ♦ EFNDT ♦ STUME



DEUTSCHE
GESELLSCHAFT FÜR
ZERSTÖRUNGSFREIE
PRÜFUNG E.V.

DER VORSTAND

Russian Society for NDT and Technical Diagnostic
Vladimir Vladimirovich Klyuev
35 Usacheva Street, Building 1
119048 Moscow
RUSSLAND

Congratulations

Dear Vladimir Vladimirovich Klyuev,

The board of the German Society for Non-Destructive Testing (DGZfP) sends you the most sincere congratulations for your 80th birthday.

In August 1991, the Agreement on Corresponding Membership between the DGZfP and The Russian Society for Non-Destructive Testing and Technical Diagnostic was signed for the first time by you, Vladimir, and the former president of the DGZfP, Klaus Egelkraut. It has been renewed several times since then and your special anniversary is a very pleasant occasion to thank you for the good collaboration during these years.

We are taking this opportunity to express our appreciation for your profound expertise and your impressive scientific publications.

We very much appreciate the pleasant and successful cooperation with the RSNTTD staff. Many thanks as well for your promotion of the European collaboration within the EFNDT.

With our warmest wishes for steady well-being, contentedness and the best of health for the future,

Dr. Matthias Purschke
Executive director and member of the board

ОБСУЖДЕНИЕ МЕТОДА МПМ В РОНКТД

Уважаемые коллеги,

Международный комитет по неразрушающему контролю (ICNDT) на Всемирной конференции по НК в Мюнхене в июне этого года принял решение создать международную рабочую группу (РГ) по изучению и оценке метода магнитной памяти металла (МПМ). РГ поручено возглавить Российскому обществу по неразрушающему контролю и технической диагностике (РОНКТД).

Как известно, на сегодняшний день в нашем профессиональном сообществе нет однозначного понимания и единого мнения по вопросу как самого метода МПМ, так и его эффективности. Дискуссия, зачастую очень эмоциональная, ведется как на страницах журналов, так и на всевозможных конференциях и семинарах уже много лет.

С одной стороны, ООО «Энергодиагностика», основатель МПМ, активно и успешно продвигает его во всем мире, регулярно участвует и организует научно-практические конференции в России, Европе, Китае, размещает у нас и за рубежом большее количество публикаций. Более того, приняты российские и международные стандарты по МПМ, т.е. фактически метод официально признан и применяется во многих странах.

С другой стороны, множество авторитетных ученых в России, среди которых и президент РОНКТД академик Э. С. Горкунов, выступают с открытой и аргументированной критикой МПМ, ставя под сомнение не только его эффективность, но и сами физические основы метода.

РОНКТД всегда предоставляло возможность высказываться на своих площадках обеим сторонам — вести научный спор и приводить свои аргументы.

Сейчас, в связи с созданием международной РГ ICNDT, перед обществом все же встала задача вы-

работать и сформулировать свою официальную позицию по отношению к методу МПМ. Это просто необходимо сделать прежде, чем выходить с нашими рекомендациями в ICNDT.

В такой ситуации правление РОНКТД приняло решение дать возможность специалистам окончательно оформить официальную позицию общества в отношении метода МПМ по результатам обсуждения его на 21-й Всероссийской научной конференции РОНКТД.

В рамках конференции состоится круглый стол по теме «Метод МПМ. Назначение, область применения и оценка». Программный комитет конференции утвердил модераторами круглого стола д-ра техн. наук Р.В. Загидулина и д-ра техн. наук Я.Г. Смородинского, которые представляют точки зрения как сторонников, так и оппонентов метода. Это должно обеспечить объективное и конструктивное обсуждение, которое позволит сформулировать экспертные рекомендации РОНКТД по использованию МПМ в различных областях применения.

Мы приглашаем всех заинтересованных специалистов принять активное участие в обсуждении. Свои предложения можно направлять как в адрес оргкомитета конференции, так и непосредственно модераторам круглого стола.

Напоминаем, что XXI Всероссийская научная конференция состоится **28 февраля – 2 марта 2017 года в Москве**, на Красной Пресне, параллельно с международным форумом «Территория NDT».

*КЛЮЕВ Сергей Владимирович,
вице-президент РОНКТД,
член оргкомитета XXI Всероссийской
научно-технической конференции по НК и ТД*

www.conf.ronktd.ru

УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДЕФЕКТОСКОП УСД-50 IPS



Ударопрочный корпус с защитой по IP65 для работы в полевых условиях



Вход энкодера для подключения различных сканеров и построения В-сканов и TOFD



Яркий TFT экран с разрешением 640x480, быстродействием и широким углом обзора



Морозоустойчивое (от -30°C) исполнение



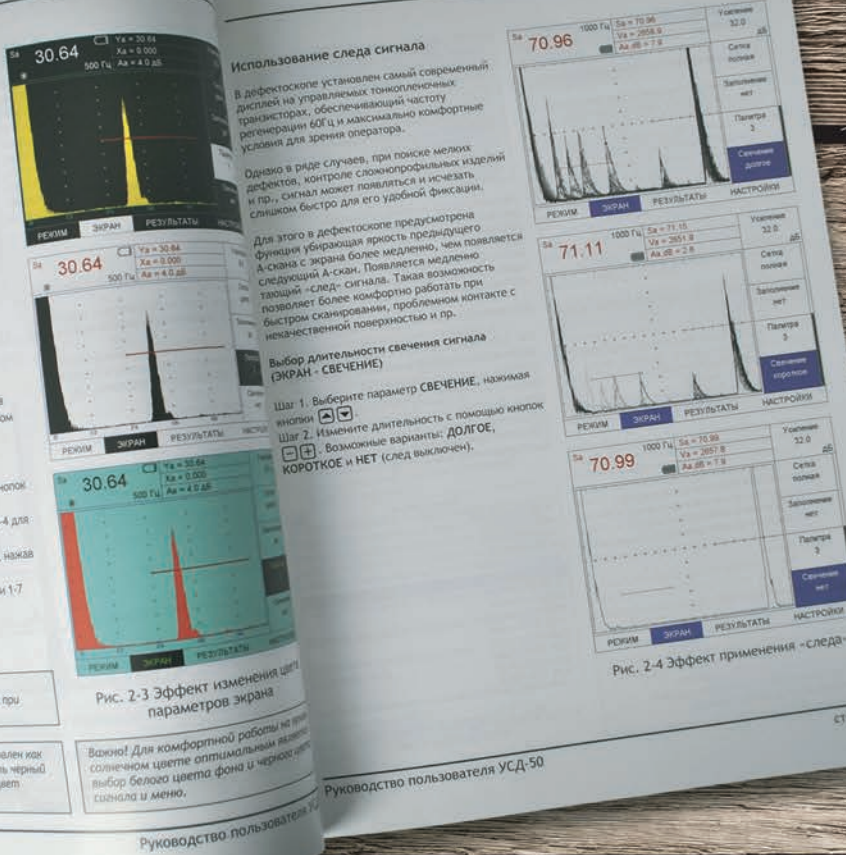
Автоматическая калибровка преобразователя



Возможность подключения любых УЗ преобразователей



Функции ВРЧ, АРК, АРД с привязкой по чувствительности

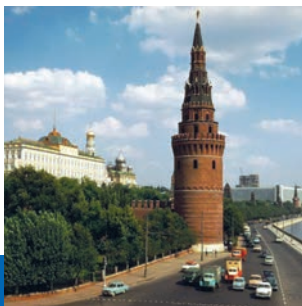


КРОПУС
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР

Гарантия 3 года!

телефон/факс:
(495) 229 42 96
(800) 500 62 98

sales@kropus.ru
www.kropus.ru



ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКЕ: 60 ЛЕТ ИННОВАЦИЙ ДЛЯ БЕЗОПАСНОГО БУДУЩЕГО

На сегодняшний день неразрушающий контроль в России является одной из немногих высокотехнологичных областей прикладной науки, не утратившей своей конкурентоспособности, а достижения и мнение российских ученых, профессионализм и опыт специалистов НК высоко ценятся и имеют заслуженный авторитет среди коллег во всем мире.

Не секрет, что в постперестроечные годы темпы внедрения современных методов и оборудования НК, подготовки специалистов отрасли и обновление нормативной базы существенно замедлились. Изменение системы финансирования отечественных разработок, коррупция при распределении заказов, старение и дефицит квалифицированных кадров привели к череде аварий и катастроф.

Российское общество по неразрушающему контролю и технической диагностике разрабатывает и проводит комплекс мероприятий, направленных на оздоровление ситуации: стремится вывести сферу НК и ТД на новый уровень, обратить внимание промышленных предприятий на важность контроля и диагностики, поднять престиж профессии и обеспечить достойную преемственность при подготовке кадров.

В 1956 г. Советское общество по неразрушающему контролю (ОСНК), правопреемником которого впоследствии стало Российское общество по НК и ТД, впервые организовало Всероссийскую конференцию по неразрушающему контролю и технической диагностике в Ленинграде. С тех пор вот уже на протяжении шестидесяти лет сначала Советское, а теперь Российское общество по НК и ТД проводит конференцию один раз в три года в различных крупных городах России: Санкт-Петербурге (Ленинграде), Москве, Киеве, Кишиневе, Свердловске, Минске, Львове, Екатеринбурге, Самаре и др. В 2014 г. было принято решение об организации конференции в Москве на постоянной основе.

За свою шестидесятилетнюю историю Всероссийская конференция по неразрушающему контролю и технической диагностике стала наиболее масштабным научным событием в своей области на территории России и стран СНГ, площадкой для презентации и обсуждения научных открытий и передовых технологий. В настоящее время программа конференции не имеет аналогов и охватывает полный перечень методов и вопросов неразрушающего контроля, технической диагно-

стики и смежных областей. Из года в год не теряют своей актуальности секции по традиционным методам НК, таким как: ультразвуковой, магнитопорошковый, магнитный, электромагнитный, вихретоковый, методы радиографии; постепенно в программу включались новые методы и направления: микроволновые методы, акустическая эмиссия, лазерная голография, тепловые методы контроля, импульсная скоростная рентгенография. Остаются постоянными и набирают популярность направления стандартизации, метрологии, сертификации и обучения персонала.

В ходе мероприятия участники из России, Беларуси, Украины, Казахстана, Узбекистана, Италии, Германии, Украины, Литвы, Франции, США и других стран представляют не менее 250 устных и стендовых докладов. Общее число посетителей конференции в 2014 г. достигло 1500 человек, основную аудиторию составляют ученые, разработчики технологий, эксперты, также специалисты-практики в области НК и ТД.

Очередная, XXI Всероссийская конференция по неразрушающему контролю и технической диагностике пройдет 28 февраля – 2 марта 2017 г. в Москве

(ЦВК «Экспоцентр») одновременно с форумом «Территория NDT 2017». Программа конференции будет включать в себя 11 секций:

- Акустическая эмиссия
- Акустические методы НК и ТД
- Вибродиагностика
- Магнитные методы НК и ТД
- Методы НК и ТД при оценке техногенной безопасности
- Обучение, аттестация и сертификация
- Оптические, тепловые, микроволновые методы НК и ТД
- Радиационные методы НК и ТД (включая радиационную томографию)
- Стандартизация, метрология
- Течеискание, капиллярные, комбинированные методы НК и ТД
- Электромагнитные методы НК и ТД

Важной задачей предстоящей конференции, помимо приглашения ведущих докладчиков, является привлечение к участию и диалогу основных потребителей технологий НК – производителей оборудования, представителей промышленных предприятий, государственных корпораций и ведомств. Информационная поддержка осуществляется совместно с обществами НК Казахстана, Беларуси, Украины, Грузии, Молдовы через более чем 20 информационных изданий и порталов.

Процесс отбора сообщений и формирования программы конференции осуществляют научный и программный комитеты, состоящие из 44 экспертов по обозначенным в программе методам и представителей различных отраслей промышленности. В преддверии проведения очередной конференции члены научного и программного комитетов ответили на несколько вопросов об истории развития, целях, задачах и перспективах проведения мероприятия. В интервью приняли участие:



Владимир Тимофеевич Бобров, профессор, д-р техн. наук, заместитель генерального директора по науке НППЦ «Молния»



Владимир Платонович Вавилов, д-р техн. наук, профессор, руководитель лаборатории ТМК, НИ ТПУ



Виктор Григорьевич Щербинский, профессор, д-р техн. наук, зав. лабораторией ОАО «НПО «ЦНИИТМАШ»



Владимир Александрович Сясько, д-р техн. наук, генеральный директор ЗАО «Константа»



Василий Васильевич Сухоруков, д-р техн. наук, президент «ИНТРОН ПЛЮС»

В каком году Вы приняли участие в конференции впервые?

Бобров В.Т.: В ноябре 1967 года, в V Всесоюзной конференции по неразрушающим методам контроля, г. Свердловск.

Щербинский В.Г.: Впервые в конце 1950-х гг. я принял участие в работе конференции-семинара по НК, проходившей в МДНТП им. Ф.Э. Дзержинского в Москве. Далее принимал участие почти во всех всесоюзных и всероссийских конференциях.

Сухоруков В.В.: Впервые принял участие в конференции в конце 1950-х гг.

Вавилов В.П.: Это были 1980-е гг., период стабильного состояния СССР.

Сясько В.А.: Впервые участвовал в конференции, если память не изменяет, в 1984 г.

Какие изменения произошли за это время?

Бобров В.Т.: Колоссальные. Особенно в технологии подготовки и представления докладов, появилась возможность использовать компьютеры, интернет и другую мультимедийную технику. Все это помогает современным исследователям и практикам налаживать контакты, обмениваться опытом и результатами исследований.

Щербинский В.Г.: Кардинальные, в полном соответствии с развитием техники, в первую очередь информационных технологий. Неизмеримо возрос уровень аппаратных разработок и технологии контроля. Например, сетевой дефектоскоп УДМ-1М выпуска 1968 г. весил 8 кг, а сейчас на рынке есть аккумуляторные дефектоскопы массой 400 г. Не говоря о том, что неизмеримо выросла интеллектуализация приборов.

Вавилов В.П. и Сясько В.А.: После развала СССР количество участников из Украины, Беларуси, Молдовы, Казахстана существенно сократилось. С другой стороны, резко выросла «международная компонента исследований» и произошло сближение российских разработок с зарубежными.

Как происходит общение между учеными, разработчиками технологий и специалистами-практи-

ками в настоящее время? Остается ли конференция эффективным инструментом демонстрации научно-практических достижений и обмена мнениями?

Все респонденты сошлись в мнении, что конференция, особенно в сочетании с выставкой является эффективным мероприятием для апробации своих работ, способствующим общению между разработчиками и потенциальными потребителями, позволяющим молодым специалистам познакомиться с заслуженными научными деятелями, найти научных руководителей.

Однако **Вавилов В.П.** уточнил, что реальными очагами притяжения разработчиков и потребителей остаются Москва и Санкт-Петербург, эффективность проведения конференций в других городах ниже.

Щербинский В.Г.: Раньше общение между разработчиками было более тесным, замыслами делились более открыто, что не умаляет нужности конференций сегодня и в будущем.

В чем, на Ваш взгляд, заключаются основные цели и задачи конференции на сегодняшний день?

Щербинский В.Г., Сухорук В.В., Вавилов В.П. полагают, что в настоящее время основными целями и задачами конференции являются демонстрация текущего уровня и содействию дальнейшему развитию неразрушающего контроля в России. Среди актуальных задач можно выделить: выявление точек роста в российском нераз-

рушающем контроле и перспективных на мировой арене разработок; демонстрацию изменений в методах и аппаратуре российского и зарубежного неразрушающего контроля; привлечение потребителей к решению актуальных для них проблем с помощью имеющихся средств или путем инициирования разработок новых средств и технологий НК.

Сясько В.А.: Прежде всего это обкатка новых научно-технических идей и разработок, их конструктивная критика ведущими специалистами.

Какие вопросы, на Ваш взгляд, должны подниматься на конференции? Как эффективнее построить обсуждение – по методам НК или по отраслевому принципу?

Бобров В.Т.: На конференциях обсуждается и должен обсуждаться весь комплекс проблем и вопросов, связанных с исследованиями методов, разработкой, метрологическим обеспечением и стандартизацией средств НК и ТД, организацией подготовки специалистов в области НК и ТД. Наибольший интерес и активное обсуждение вызывают мероприятия в формате круглых столов, но отказываться от организации секций по методам контроля тоже нецелесообразно.

Щербинский В.Г.: Безусловно, эффективнее обсуждение по методам НК. Методы и средства НК – космополиты. Они в равной степени используются в различных отраслях. К примеру, сварка и контроль применяются во всех отраслях. С другой стороны, есть

История проведения Всероссийских конференций по НК

№	Дата	Место проведения	№	Дата	Место проведения	№	Дата	Место проведения
I	1956	Ленинград	VIII	1977	Кишинев	XV	1999	Москва
II	1960	Москва	IX	1981	Минск	XVI	2002	Санкт-Петербург
III	1963	Киев	X	1984	Львов	XVII	2005	Екатеринбург
IV	1965	Кишинев	XI	1987	Москва	XVIII	2008	Нижний Новгород
V	1967	Свердловск	XII	1990	Свердловск	XIX	2011	Самара
VI	1970	Минск	XIII	1993	Санкт-Петербург	XX	2014	Москва
VII	1974	Киев	XIV	1996	Москва	XXI	2017	Москва

несколько отраслей со своей ярко выраженной спецификой: аэрокосмическая, железнодорожная, автомобильная и др.

Сухоруков В.В.: Наиболее актуальны для обсуждения на конференции вопросы о повышении уровня разработки и реализации аппаратуры и технологий до конкурентоспособного на мировом рынке, а также выявление и меры поддержки отечественных экспортеров приборов и услуг НК. При этом оба принципа обсуждения нужны — и по методам, и по отраслям.

Вавилов В.П.: Конференция должна ответить на вопрос, как российский неразрушающий контроль принимает современные технологические вызовы, включая контроль новых материалов, техническую диагностику сложных систем, антитерроризм и экологию. Что касается формата обсуждения, то разработчикам ближе обсуждение по методам, но потребителю важнее отраслевой признак.

Сясько В.А.: Мне ближе обсуждение вопросов НК по методам, но если необходимо проводить эту работу по отраслевому принципу, то в этом случае должен быть привлечен очень заинтересованный модератор и должно быть обеспечено гарантированное участие в качестве докладчиков ведущих отраслевых специалистов по проблемам отрасли.

Кто составляет основную аудиторию конференции? Какие задачи они могут решить с помощью конференции?

Щербинский В.Г., Сухоруков В.В., Вавилов В.П., Сясько В.А. отнесли к основному контингенту конференции ведущих инженеров и руководителей лабораторий, а также сотрудников вузов, в частности аспирантов.

Сухоруков В.В. и Бобров В.Т.: Пока на конференции слабо представлены пользователи приборов и услуг НК и ТД.

Как Вы думаете, можно ли расширить круг участников мероприятия с помощью новых технологий? Какие это технологии?

Сясько В.А.: Представляет интерес организация научно-практических докладов участников выставки, за рубежом это обычно делается в выделенном месте на выставке. Очень интересно слушать заказные доклады ведущих специалистов.

Вавилов В.П.: Можно попробовать превратить круглые столы конференции в скайп-конференции, что потребует согласования часовых поясов и значительной организационно-технической работы.

Бобров В.Т.: Прежде всего, считаю неэффективным с точки зрения внедрения результатов разработок или поиска финансирования участие рядовых работников промышленных предприятий, поскольку финансы находятся в руках руководителей.

Щербинский В.Г.: Количество и географию участников конференций прежде всего определяет наличие командировочных денег на предприятиях. Если денег

нет — никакие технологии не помогут.

Как, на Ваш взгляд, проведение научно-технической конференции по НК и ТД может способствовать привлечению внимания к вопросам неразрушающего контроля и диагностики?

Щербинский В.Г.: Нужно пытаться это сделать в первую очередь с помощью СМИ и ТВ. Важно привлечь внимание Министерства науки и образования. Следует показать, что отраслевые НИИ необходимы для реализации сделанных РАН фундаментальных открытий в промышленности.

Сясько В.А., Вавилов В.П. и Сухоруков В.В. отметили, что необходимо делать упор на пропаганду новых перспективных технологий и решений в промышленности, немаловажную роль в этом вопросе играет приглашение на конференцию отраслевых специалистов, принимающих соответствующие решения.

Что Вы пожелаете участникам конференции в 2017 году?

Все респонденты пожелали участникам успехов, новых впечатлений и идей, творческой радости от признания работы коллегами, приятного общения со старыми друзьями и мирного неба над Россией!

Дирекция РОНКТД.

Беседовала

Ольга Вячеславовна МЕДВЕДЕВА,
менеджер по маркетингу РОНКТД,

Москва



II МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «ПРИБОРЫ И МЕТОДЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ИЗДЕЛИЙ И КОНСТРУКЦИЙ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ И НЕОДНОРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ»



7–9 декабря 2016 г. в Санкт-Петербурге Российское общество по неразрушающему контролю и технической диагностике (РОНКТД), Университет ИТМО и Санкт-Петербургский горный университет проводят II Международную научно-техническую конференцию НККМ-2016 «Приборы и методы неразрушающего контроля качества изделий и конструкций из композиционных и неоднородных материалов».

Немного истории. В 2014 г. прошла Российско-белорусская дистанционная научно-техническая конференция НККМ-2014 «Приборы и методы неразрушающего контроля качества изделий и конструкций из композиционных материалов». В конференции приняли участие представители ведущих предприятий и организаций авиационно-космической отрасли, судостроения, научных и образовательных учреждений России и Беларуси, предприятий – производителей средств неразрушающего контроля

Конференция объединила специалистов, занимающихся производством, неразрушающим контролем и разработкой средств контроля качества композиционных материалов различной структуры, в том числе бетонов.

Тематика конференции была весьма актуальной и отражала научно-практическую важность обсуждаемых вопросов. Программный комитет тщательно сформулировал основные направления конференции, что позволило наряду с рассмотрением традиционных технологий НК обсудить и новые направления в НК,

например технологии инструментального индентирования и лазерно-ультразвукового контроля композиционных, ультразвуковой низкочастотной дефектоскопии крупногабаритных конструкций, геолокации и др. Подробный отчет о работе конференции опубликован в журнале «Территория NDT» № 1 за 2015 г.

На заключительном заседании была отмечена успешность работы конференции и принято решение о проведении конференции на постоянной основе с периодичностью раз в два года.

Работу конференции НККМ-2016 планируется провести по следующим направлениям:

- 1) новые методы и средства неразрушающего контроля и диагностики композиционных и структурно-неоднородных материалов;
- 2) неразрушающий контроль физико-механических характеристик композиционных и структурно-неоднородных материалов и изделий в процессе производства и эксплуатации;
- 3) контроль геометрических характеристик изделий и покрытий (размеры, форма, толщина, объем, диаметр и др.);
- 4) дефектоскопия изделий и конструкций из композиционных и структурно-неоднородных материалов, в том числе клеевых соединений.

Организаторы конференции помимо традиционной формы – докладов предлагают ее участникам живое обсуждение вопросов тематики конференции.

Конференция будет проходить на двух площадках – в Учреждении науки ИКЦ СЭКТ и в Санкт-Петербургском горном университете. Также планируется выставка средств неразрушающего контроля и демонстрация современных технологий НК композиционных материалов

Для участия в работе конференции приглашаются представители промышленности ОПК и космической отрасли, строительной индустрии, ведущих научных центров страны, предприятий – изготовителей средств НК, организаций – разработчиков инновационных технологий НК и др.

Организаторы конференции надеются, что такая форма активного обсуждения ключевых проблем НК и поиска их успешного решения в различных отраслях будет эффективной и привлечет внимание специалистов заинтересованных организаций.



РОССИЙСКОЕ ОБЩЕСТВО
ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ
КОНТРОЛЮ И ТЕХНИЧЕСКОЙ
ДИАГНОСТИКЕ



**II Международная
научно-техническая конференция
«Приборы и методы неразрушающего
контроля качества изделий и конструкций
из композиционных и неоднородных
материалов»**

7 – 9 декабря 2016 г.



Санкт-Петербургский
горный университет

УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!

Приглашаем Вас принять участие в конференции, которая будет проходить с 7 по 9 декабря 2016 г. по адресам:

- г. Санкт-Петербург, Кронверкский пр., д. 49, Университет ИТМО;
- г. Санкт-Петербург, ул. Матроса Железняка, д. 57, 130-Н, Санкт-Петербургское региональное отделение РОНКТД.

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ

Председатель: В.Е. Прохорович – руководитель Санкт-Петербургского регионального отделения РОНКТД, директор НИЦ технологий контроля качества РКТ Университета ИТМО, д-р техн. наук, профессор.

Члены программного комитета:

- А.И. Потапов – руководитель Ленинградского областного регионального отделения РОНКТД, заведующий кафедрой приборостроения Санкт-Петербургского горного университета, д-р техн. наук, профессор;
- Г.Н. Лукьянов – заведующий кафедрой сенсорики Университета ИТМО, д-р техн. наук, профессор;
- В.А. Сясько – генеральный директор ООО «Константа», д-р техн. наук;
- Йорг Химмель (J. Himmel) – декан Института измерений и сенсорных технологий, проректор по исследованиям и развитию Западного Рурского университета (Германия), профессор;
- Томас Зеегер (T. Seeger) – руководитель Института технической термодинамики Университета г. Зиген (Германия), профессор;
- С.С. Сергеев – заведующий кафедрой физических методов контроля Белорусско-Российского государственного университета (Беларусь), канд. техн. наук, доцент;
- А.Э. Дворецкий – директор Института неметаллических материалов, зам. директора ОАО «Композит», канд. физ.-мат. наук;
- Н.Г. Александров – начальник отделения новых технологий и материалов ФГУП «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева» КБ «Салют».

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ:

- В.Г. Шипша – заместитель руководителя Санкт-Петербургского регионального отделения РОНКТД, канд. техн. наук, доцент;
- А.В. Федоров – профессор кафедры сенсорики Университета ИТМО, д-р техн. наук;
- И.В. Павлов – доцент кафедры приборостроения Санкт-Петербургского горного университета, канд. техн. наук, доцент.

АДРЕС ОРГКОМИТЕТА КОНФЕРЕНЦИИ: 190000, Санкт-Петербург, ул. Матроса Железняка, д. 57, 130-Н, Санкт-Петербургское региональное отделение РОНКТД.

КОНТАКТНЫЕ ТЕЛЕФОНЫ: • Владимир Григорьевич Шипша – (812) 640-66-92 (доб. 205)
• Татьяна Владимировна Трифонова – (812) 640-66-92 (доб. 103)

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА

Журналы «Территория NDT», «Контроль. Диагностика» и «В мире неразрушающего контроля»

РАБОЧИЕ ЯЗЫКИ КОНФЕРЕНЦИИ: русский и английский.

УЧАСТИЕ В КОНФЕРЕНЦИИ – БЕСПЛАТНОЕ.

Доклады конференции будут опубликованы в форме сборника научных статей, которому будут присвоены ISBN, УДК, ББК.

*Председатель программного комитета В.Е. ПРОХОРОВИЧ,
руководитель Санкт-Петербургского регионального отделения РОНКТД,
директор НИЦ технологий контроля качества РКТ Университета ИТМО,
д-р техн. наук, профессор*

ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА И ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЛЕТНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ



ПРОХОРОВИЧ

Владимир Евгеньевич

Д-р техн. наук, проф., директор НИЦ технологий контроля качества ракетно-космической техники Университета ИТМО, руководитель Санкт-Петербургского регионального отделения РОНКТД, Санкт-Петербург



ФЕДОРОВ

Алексей Владимирович

Д-р техн. наук, директор Учреждения науки ИКЦ СЭКТ, Санкт-Петербург



БАХТИН

Александр Георгиевич

Канд. техн. наук, начальник службы КБ «Салют» «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева», Москва



СОРОКОВОЙ

Дмитрий Борисович

Заместитель главного конструктора КРК «Ангара» КБ «Салют» «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева», Москва



Рис. 1. Момент запуска РН «Ангара-А5» с космодрома «Плесецк» в декабре 2014 г.

Безопасность и конкурентоспособность современных отечественных ракет-носителей (РН) зависит от многих факторов, одним из которых является надежность. Обеспечение высокой надежности тяжелых РН, разработанных на основе использования идеи универсальных ракетных модулей, прежде всего определяется их прочностью.

В инженерной практике проектирования каждой новой ракеты для описания статического и динамического поведения ее сложных пространственных конструкций, а также их прочностного расчета традиционно используются, как правило, аналитические и численные модели большой размерности с конечным числом степеней свободы.

Однако очень часто такие модели содержат неопределенности, игнорирование которых может приводить к существенному искажению результатов расчетов, в том числе и на прочность. В связи с этим при определении параметров оболочек РН конструкторы должны задавать более высокие коэффициенты безопасности, что в свою очередь отрицательно сказывается на массе «сухой» ракеты и ее технических характеристиках. Это характерно в том числе для РН тяжелого класса, выполненных в виде многоблочной модульной конструкции по схеме «пакет-тандем».

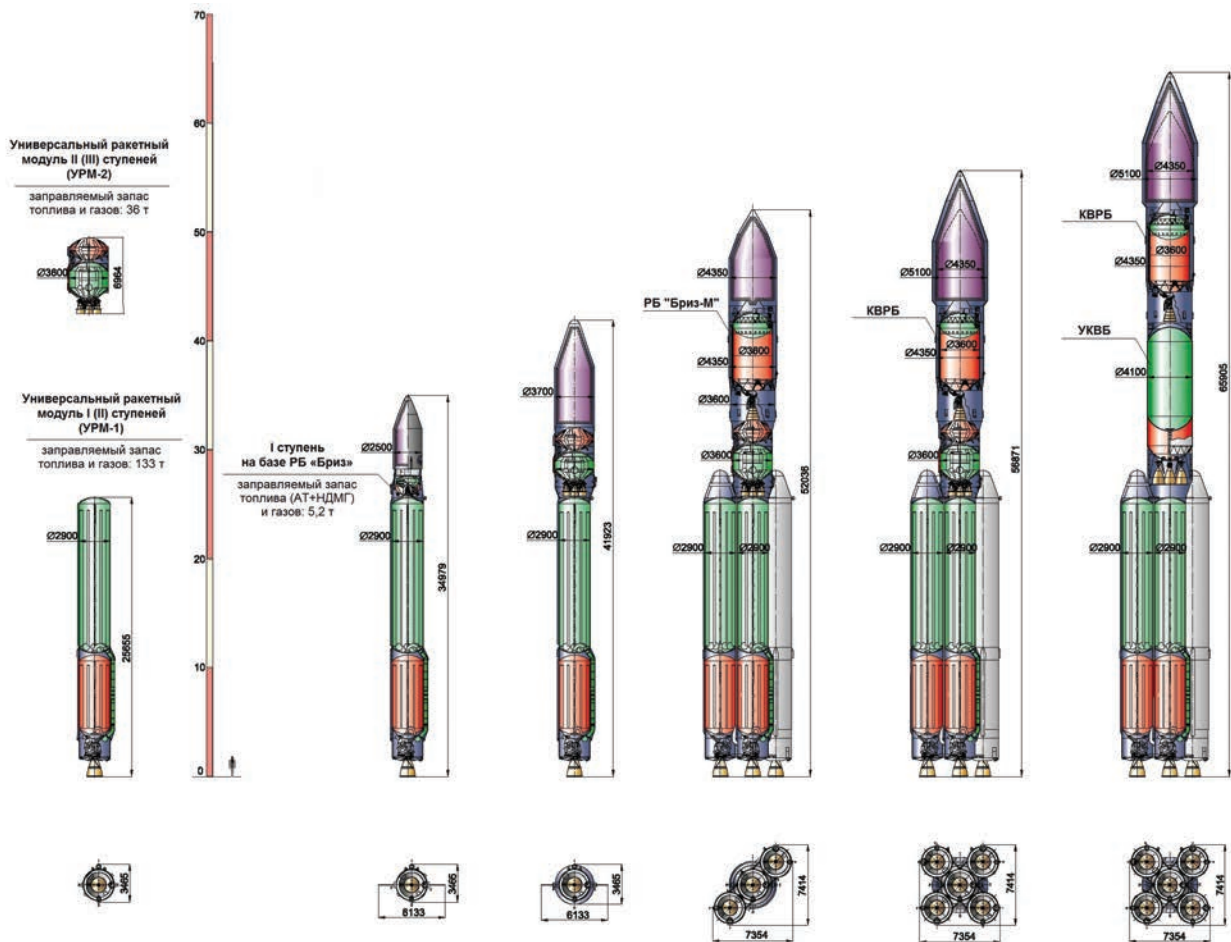


Рис. 2. Общий вид модульной РН семейства «Ангара»

Отмеченная «родовая черта» в полной мере относится и к современным ракетам-носителям семейства «Ангара», разработанным в КБ «Салют» ГКНПЦ им. М.В. Хруничева (рис. 1, 2).

Понимая, что существенный эффект для обоснованного повышения летно-технических характеристик ракет космического назначения (РКН) «Ангара» может дать использование в расчетах конечно-элементных моделей (КЭМ) большой сложности, специалистами отделения прочности и динамики КБ «Салют» ГКНПЦ им. М.В. Хруничева был создан комплекс таких моделей на основе модульного принципа (рис. 3). Подобный комплекс цифровых моделей разработан впервые в отечественной практике космического ракетостроения и позволяет формировать специализированные КЭМ РКН «Ангара» всех классов (от отдельных составных частей ракетных модулей до тяжелых РКН в целом, см. рис. 2).

Как известно, важнейшим требованием разработки таких сложных дискретных конечно-элементных моделей выступает обеспечение их высокой степени адекватности. В связи с этим одной из

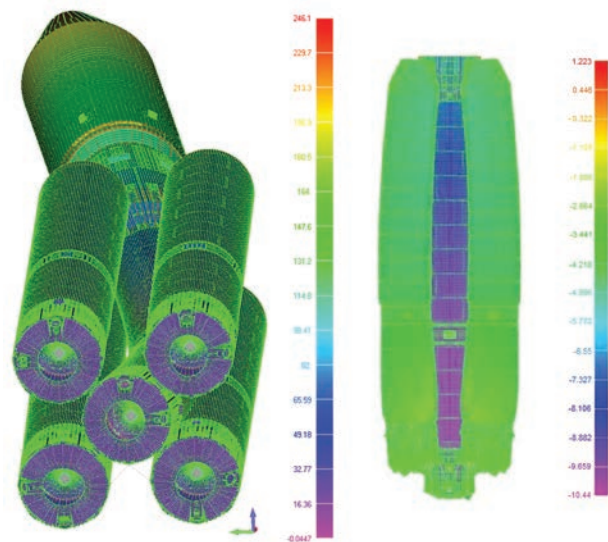


Рис. 3. Графическое изображение некоторых КЭМ РН «Ангара-5» для двух критических расчетных случаев нагружения конструкций РН на стартовом комплексе (в утрированном виде)



Рис. 4. «Малая» ракета «Ангара», установленная на пусковой стол. Апрель 2014 г.

крупных и фундаментальных задач использования конечно-элементных моделей в интересах модернизации ракеты и повышения ее летно-технических характеристик является задача повышения точности и адекватности КЭМ. В свою очередь, для решения этой задачи необходимы натурные эксперименты с записью значений, воздействующих на РН нагрузок и значений параметров, описывающих поведение конструкций РН.

Понимая проблемность проведения таких натурных экспериментов и необходимость строительства для этого *крупномасштабных и дорогостоящих стендов*, авторы настоящей статьи предложили использовать для *подобных натурных экспериментов период времени нахождения ракеты-носителя на действующем стартовом комплексе космодрома*, при этом предполагая, конечно, что в действующий стартовый комплекс вряд ли можно «вписать» полноценный стенд по измерению всех необходимых статических и динамических характеристик РКН. Однако некоторое компромиссное, максимально экономное решение было тогда найдено благодаря имеющимся в Университете ИТМО прорывным разработкам в области оптических измерений и благодаря наличию на стартовом комплексе космодрома «Плесецк» системы высокоточных измерений пространственного положения стартового сооружения.

Следует отметить, что основным идеологом этой продуктивной и государственно-значимой идеи был Юрий Калинин Зданович, заместитель начальника отделения прочности и динамики КБ «Салют» ГКНПЦ им. М.В. Хруничева. К большому сожалению, среди нас уже нет Юрия Калиновича, но его инициатива в настоящее время только начинает взрослеть, воплотившись в 2012 г. в сухих строчках Решения специального Департамента государственного заказчика.

В свое время, начиная с 2013 г., чтобы реализовать отмеченную здесь «прагматическую» идею применительно к ракета-носителям семейства «Ангара», потребовалось организовать целый комплекс новых работ по созданию необходимого диагностического оборудования дистанционных измерений ряда статических и динамических характеристик ракет семейства «Ангара» в условиях действующего стартового комплекса. Это диагностическое оборудование должно было «незаметно» вписаться в готовый стартовый комплекс с учетом его взаимосвязи с уже работающей системой измерения и одновременного контроля (ИДК) состояния стартового сооружения.

Таким образом, основная задача нового диагностического оборудования и уже имеющегося оборудования системы ИДК заключалась в обеспечении регистрации реальных нагрузок и внешних воздействий, характерных для периода подготовки ракеты к пуску на космодроме «Плесецк».

В итоге на первом этапе работ, в начале 2014 г., на космодроме Плесецк удалось добиться регистрации перемещений только четырех мест конструкций легкой РН «Ангара» с одновременной записью сил и направления ветра на уровне верхнего яруса кабель-заправочной башни (КЗБ), а также получать значения параметров пространственного положения пускового стола и сооружения № 1 от системы ИДК.

Попутно для «философско-математически настроенных читателей» отметим, что объектом исследования, т.е. объектом натурных «пассивных» экспериментов при подготовке ракеты на стартовом комплексе, становилась уже не только ракета-носитель (РН), а РН совместно с космическим аппаратом, т.е. РКН. Этот факт еще больше приближал так называемый пассивный эксперимент к реальности. Ведь он проводился на космодроме в ходе реальной подготовки к пуску штатного изделия! (рис. 4).

К сожалению, при этом закономерно проявился один фундаментальный недостаток — невозможность реализовать на действующем стартовом комплексе «активный» способ эксперимента, т.е. эксперимента, позволяющего имитировать воздействие нагрузок на объект исследования, что обычно специально предусматривается на крупномасштабных огневых стендах. Выход из положения также был найден: исследователи должны были при проведе-

ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

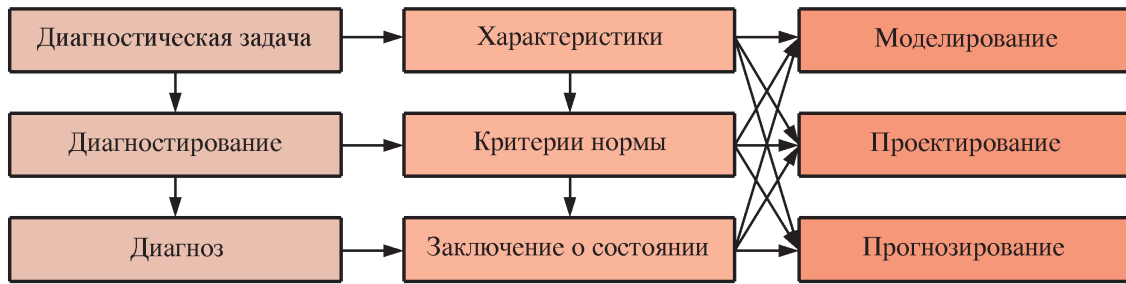


Рис. 5. Структура диагностического анализа

нии измерений всегда находиться в ожидании воздействия на РКН любого сочетания реальных нагрузок и всегда быть готовыми записать их любые сочетания, в том числе критические (!), т.е. «научиться ждать». Для этого надо было спланировать и обеспечить возможность записи весьма длинных временных рядов значений многих «полезных» параметров. К тому же, следует учесть, что к настоящему времени объем требуемых со стороны конструкторов-расчетчиков измерений существенно возрос по сравнению с началом работ на космодроме в 2014 г.

Еще одно отступление для тех же читателей — «абстракционистов»: при планировании работ по организации полезных пассивных экспериментов авторы особую роль отводили осмыслению собственно проблем диагностического анализа. По результатам такого анализа должны быть определены не только действительное состояние конструкций ракеты (параметры формы и движения ее элементов, деформаций и др.) и характер его изменения с течением времени, но и характеристики реальных нагрузок и внешних воздействий, которые часто изначально определены весьма приближенно либо вообще неизвестны.

Отметим, что понятие «диагностический анализ» (рис. 5) в широком смысле объединяет понятия «диагностическая задача», «диагностирование» и «диагноз», которые тесно связаны с такими понятиями, как «модель», «проект» и «прогноз», базирующимися на всех аспектах диагностической деятельности. Таким образом, термин «диагностический анализ» в данной статье следует рассматривать шире, чем термин «техническая диагностика», под которым понимается область знаний, охватывающая теорию, методы и средства определения технического состояния объектов. При этом одним из краеугольных противоречий, который может быть разрешен благодаря постановке диагноза, является противоречие между реальным и оптимальным состоянием исследуемого объекта.

С учетом этого отступления можно сказать, что отмеченные работы по измерению «полезных» параметров РКН на стартовом комплексе представ-

ляют собой не что иное, как работы по организации диагностического анализа. Для их выполнения потребовалось в комплексе решить ряд диагностических задач, связанных с измерениями в единой временной шкале следующих параметров:

- 1) перемещений контрольных точек (деформаций) элементов конструкций РКН;
- 2) реакций опор пускового стола от переменного воздействия веса РКН;
- 3) характеристик колебаний элементов конструкций РКН;
- 4) температуры воздуха, скорости и направления ветра.

Всего было сформулировано и поставлено пять диагностических задач:

- 1) определение перемещений конструкций РКН в процессе ее подготовки на стартовом комплексе;
- 2) определение реакций опор пускового стола (ПС) от воздействия веса РКН и ветровой нагрузки;
- 3) определение с повышенной частотой перемещений конструкций РКН в процессе подготовки;
- 4) контроль взаимного пространственного положения ПС и КЗБ до и после пуска РКН;
- 5) определение перемещений конструкций РКН на начальном участке полета (1,5 – 2,0 м).

Для решения первой диагностической задачи в связи с опасностью нахождения персонала вблизи ракеты при ее заправке компонентами топлива потребовалось разработать специальные программы и методики, а также комплект оборудования дистанционных оптических измерений (КОДОИ), имеющий возможность работы в автоматизированном режиме.

Анализ методов и средств измерений показал, что для измерения линейных перемещений контрольных точек элементов конструкций РКН на расстоянии 100 – 120 м и в автоматизированном режиме наиболее целесообразным представляется использование оптических методов. Их достоинствами являются возможность дистанционного автоматизированного применения, локальность, высокие потенциальные точность и достоверность, а современное развитие микроэлектроники и мик-



Рис. 6. Оборудование передвижного измерительного модуля: а – вид снаружи; б – вид изнутри на состав оборудования

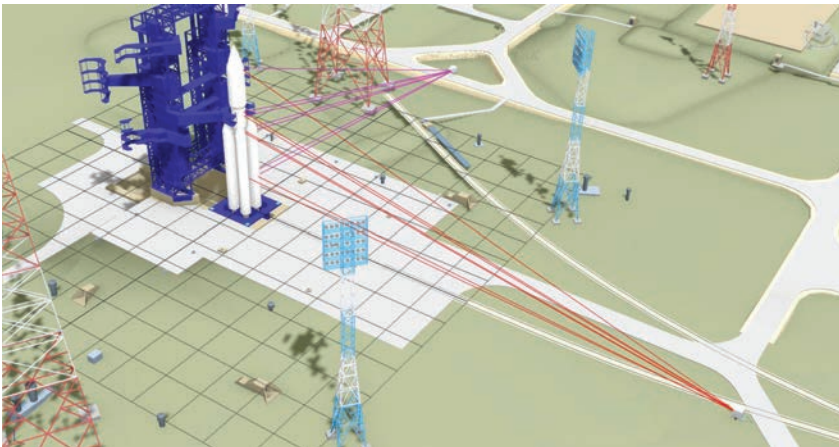


Рис. 7. Схема расположения измерительных модулей на стартовом комплексе

ропроцессорной техники в последние годы позволяет использовать новые средства регистрации изображений и обработки информации в локальной и распределенной среде.

В основу КОДОИ были включены передвижные измерительные модули (ПИМ) в составе (рис. 6):

- оптических средств для измерения перемещений точек РКН, в том числе:
 - цифровые камеры Levenhuk C510 NG;
 - линзы Барлоу Levenhuk;
 - телескопы Celestron Skyline 102×1000 AZ;
- оптических средств повышенной точности для измерения перемещений точек РКН в местах размещения навигационных приборов, в том числе:

- цифровые камеры Genie TS-C2048;
- линзы Барлоу Levenhuk;
- телескопы Celestron Skyline 102×1000 AZ;
- портативный защищенный компьютер Getac 500 – Extreme;
- средства обеспечения стабильности оптических осей телескопов;
- передвижной защитный модуль.

В целях обеспечения проведения измерений перемещений контрольных точек на конструкциях РКН была выбрана и обоснована схема расположения ПИМ на стартовом комплексе (СК) космодрома «Плесецк», показанных на рис. 7.

Следует подчеркнуть, что авторам и их коллегам пришлось столкнуться при решении первой

диагностической задачи с необходимостью решения сложной научной проблемы регистрации и обработки необычных оптических изображений.

Потребовалось найти математические и программные решения ряда подзадач по обеспечению достоверности регистрации изображений «мишеней», точности и чувствительности оптических измерений перемещений фрагментов изображений этих «мишеней» в условиях дестабилизирующих факторов рабочей среды (вибрация, влажность, температура, запыленность и турбулентность воздушной среды и др.) и накладываемых ограничений (дальность и автономность измерений). Необходимость всей этой большой научной работы определялась спецификой процессов подготовки РКН на действующем стартовом комплексе космодрома «Плесецк».

Объединенный научный коллектив с этим справился с честью благодаря тому, что в основу решения возникшей научной проблемы были положены процедуры калибровки и автоматической программной геометрической коррекции в ходе реализации адаптивных алгоритмов цифровой обработки смещения изображений «мишеней» (рис. 8). На этих снимках внимательный читатель может обнаружить места конструкций РКН, отмеченные специальными метками («мишенями»), предназначенными для дистанционных оптических измерений.

К настоящему времени с помощью КОДОИ уже выполнено несколько циклов высокоточных измерений перемещений элементов конструкций РКН «Ангара» легкого и тяжелого классов в ходе их предстартовой подготовки на космодроме «Плесецк», включая заправку компонентами ракетного топлива. Некоторые результаты измерений показаны на рис. 9.

Результаты этих измерений обеспечили начало работ по про-

верке адекватности КЭМ и по необходимости их корректировке, а также показали *перспективные возможности получения исходных данных для последующего совершенствования конструкции РКН с использованием расширенного комплекта оборудования дистанционных измерений (КОДИ)*, позволяющего комплексно решать задачи по измерению значительно большего объема требуемых статических и динамических характеристик РН в единой временной шкале с учетом регистрации действующих на ракету нагрузок.

Одной из наиболее сложных и одновременно важных диагностических задач расширенного комплекта оборудования дистанционных измерений является *вторая диагностическая задача – измерение реакций опор пускового стола от веса РКН*.

Вызвана она принятым ранее конструкторским решением по использованию схемы многоточечного прямого опирания многоблочной ракеты на «жесткий» пусковой стол с нерегулируемыми боковыми опорами в сочетании с креплением боковых блоков в верхнем силовом поясе (рис. 10). Отметим, что актуальность и необходимость измерений реакций опор определяется прежде всего потенциальной возможностью возникновения некоторых «неприятных» ситуаций при опирании РКН на опоры такого пускового стола.

Для решения этой задачи предложено использовать тензорезистивный метод как наиболее удобный и приемлемый в условиях действующего стартового комплекса. При этом для определения мест и способов оптимального размещения тензорезисторов были построены КЭМ деталей стартовых опор, спланированы и поставлены экспериментальные работы на натурных моделях выбранных деталей (рис. 11). Далее была решена инженерная проблема перехода от измеренных значений деформаций в местах установки тензорезисторов к действующим реакциям опор пускового стола с основной погрешностью, не превышающей 50 кг при диапазоне измерений нагрузки от 0 до 100 т, т.е. с погрешностью 0,05 %. Для регистрации, обработки, хранения и отображения измерительной информации предложено использовать функциональные возможности и оборудование ранее построенной и уже находящейся в эксплуатации системы измерений и долгосрочного контроля технического состояния строительных конструкций стартового сооружения.

Ожидается, что результаты измерений реакций опор пускового стола от веса РКН могут быть использованы для оценки фактических нагрузок, действующих на отсеки первой и второй ступеней ракеты, а также оценки уровня неравномерности их нагружения с учетом эксплуатационных факторов и ветровой нагрузки.

Одной из не менее важных задач *диагностического анализа является задача измерения горизон-*



Рис. 8. Процесс установки «большой» ракеты «Ангара» на пусковой стол. Декабрь 2014 г.

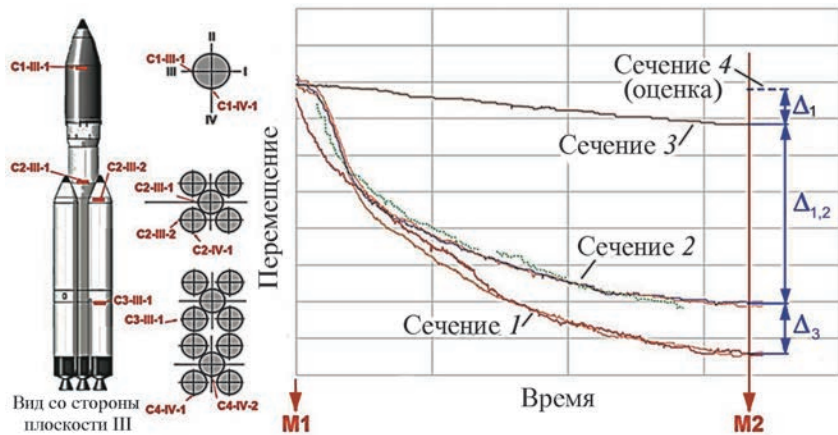


Рис. 9. Результаты измерений вертикальных перемещений контрольных точек РКН «Ангара-5» в ходе технологических операций пробной заправки

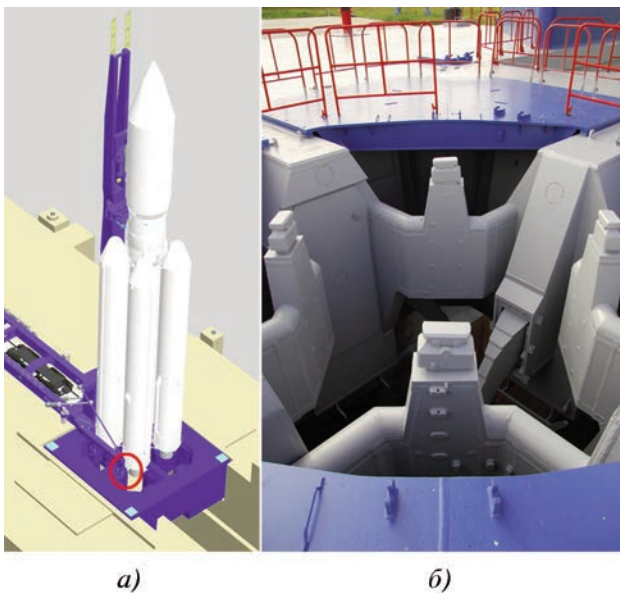


Рис. 10. Общий вид: установки РН на стартовые опоры пускового стола (а), стартовых опор пускового стола (б)

тальных перемещений точек конструкций РКН в плоскости ветровых захватов КЗБ с частотой до 1 кГц и с учетом изменения скорости и направления ветра. Для решения этой задачи предложено использовать методы ультразвуковой и лазерной дальнометрии. На рис. 12 представлена схема размещения ультразвуковых датчиков и лазерных дальнометров на КЗБ для проведения работ по измерению перемещений выбранных контрольных точек конструкций РКН после ее установки на пусковой стол до момента старта. Следует отметить, что и в этой задаче диагностики для регистрации, обработки, хранения и отображения измерительной информации используются функциональные возможности и оборудование существующей системы измерений и долговременного контроля технического состояния строительных конструкций стартового сооружения.

Ожидается, что результаты решения данной задачи будут использоваться для определения фактических динамических характеристик конструкции РКН. Анализ этой информации является непременным условием адаптации полезных нагрузок, каковыми являются космические аппараты, ради которых создается и совершенствуется ракета-носитель.

Завершая краткое изложение существа основных задач технической диагностики РКН в условиях космодрома, отметим, что перечисленные задачи необходимо решать совместно с задачами диагностического анализа самих агрегатов стартового комплекса, в том числе задачами контроля взаимного пространственного положения элементов пускового стола и кабель-заправочной башни до и после пуска РКН.

В заключение следует подчеркнуть, что создание современных эффективных и конкурентоспособных космических ракетных комплексов, в том числе пилотируемых, связано с необходимостью разрешения известного противоречия в ракетостроении: с одной стороны, конструкторам требуется обеспечить высокую прочность ракеты для снижения рисков подготовки РКН к пуску и в ходе пуска на космодроме, с другой – выработать рекомендации по возможному уменьшению принятых коэффициентов запаса прочности для снижения массы конструкций РКН и повышения ее технических характеристик. Именно для разрешения этого фундаментального противоре-

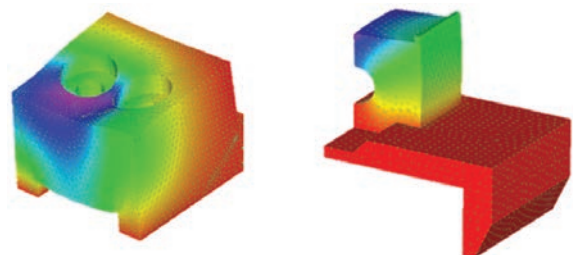


Рис. 11. Конечно-элементные модели нагруженных элементов опоры пускового стола

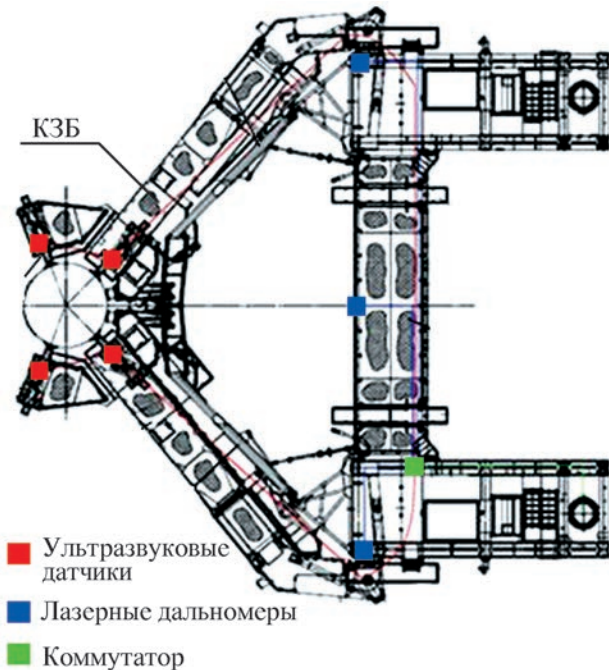


Рис. 12. Схема размещения ультразвуковых датчиков и лазерных дальномеров на КЗБ

чия в ходе летно-конструкторских испытаний ракет семейства «Ангара» предусмотрено использование процедур диагностического анализа, в основе которых лежат результаты дистанционных измерений статических и динамических характеристик ракет на этапе их подготовки на действующем стартовом комплексе космодрома «Плесецк».

Таким образом, можно заключить, что задачи технической диагностики решаются не только в традиционной области, т.е. в целях оценки технического состояния устройств и сооружений, находящихся в эксплуатации. Постановка задач технической диагностики весьма целесообразна и для целей совершенствования новых тяжелых ракет космического назначения, которые начинают свои полеты с обычных стартовых комплексов космодромов. Думаем, что особенно приятно осознавать это читателям – членам Российского общества по неразрушающему контролю и технической диагностике, а также заинтересованным читателям – сотрудникам космодрома «Плесецк», ГКНПЦ им. М.В. Хруничева и Университета ИТМО.

Статья опубликована в редакции авторов



15-я Международная выставка технологий, оборудования и материалов для производства изделий электронной и электротехнической промышленности

Организаторы:



+7 (812) 380 6003/07/00
electron@primexpo.ru

Совместно с выставкой



При содействии:



**25–27
апреля
2017**

Москва,
Крокус Экспо

Участники
из 20 стран
Более 500
мировых брендов
Более 7000
посетителей

Забронируйте стенд:
electrontechexpo.ru



НОВЫЙ ПОДХОД В ТЕХНОЛОГИИ ВИХРЕТОКОВОГО КОНТРОЛЯ СВАРНЫХ ШВОВ ЛЕЙНЕРОВ, ПОЛУЧАЕМЫХ ФРИКЦИОННОЙ СВАРКОЙ



ШИПША Владимир Григорьевич

Канд. техн. наук, доцент, руководитель центра технологий неразрушающего контроля, Учреждение науки «Инженерно-конструкторский центр сопровождения эксплуатации космической техники», Санкт-Петербург

Одной из перспективных технологий, внедряемой в производство элементов ракетно-космической техники (РКТ), является фрикционная сварка [1], в научно-технической литературе широко используется термин «сварка трением с перемешиванием» (Friction Stir Welding – FSW).

Эта технология используется при изготовлении лейнеров (емкостей для хранения сжатых газов) [2] и в настоящее время проходит опытную отработку для изготовления топливных баков ракет.

Сварка трением с перемешиванием (СТП) отличается от традиционных видов сварки повышенными механическими характеристиками сварных соединений различной конфигурации (стыковых, тавровых, угловых и др.) при широком диапазоне толщин свариваемых деталей, возможностью соединения материалов, считающихся несвариваемыми (например, сплавов типа Д16) при использовании традиционных видов сварки плавлением и др.

Процесс образования неразъемного соединения при использовании технологии СТП происходит с помощью стального цилиндрического сварочного инструмента. Вращающийся инструмент медленно погружается в стык деталей на глубину, равную толщине соединяемых кромок.

Материал кромок за счет теплоты, выделяющейся при трении, нагревается до пластичного состояния, вследствие чего уменьшается усилие, действующее на инструмент. При поступательном движении вращающегося инструмента по стыку пластическое течение перемещает материал в зону,

освобождающуюся сзади движущегося инструмента. При этом образуется шов, типовая макроструктура которого показана на рис. 1, а.

Одной из проблем СТП является формирование качественного соединения в нижней (корневой) части шва, которое зависит, в частности, от величины заглупления инструмента. Эксперименты по сварке тонких листов из сплава АМгб показали, что при отклонении величины заглупления инструмента от номинального значения всего на 0,02 мм в корне шва может возникнуть дефект типа непровара, вид которого показан на рис. 1, б.

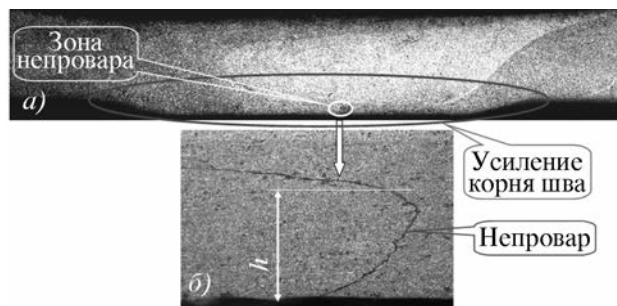


Рис. 1. Макроструктура сварного соединения листов (сплав АМгб толщиной 2 мм), выполненного СТП (а), с непроваром в корне шва (б)

При изготовлении тонкостенных сосудов давления с использованием СТП, например лейнеров [2], наличие непровара недопустимо, что обусловило необходимость его выявления методами неразрушающего контроля. По заказу Государственного космического научно-производственного центра им. М.В. Хруничева для контроля круговых сварных швов лейнеров (рис. 2) была разработана соответствующая технология контроля.

Анализ традиционно применяемых методов неразрушающего контроля сварных швов (цветная дефектоскопия, радиационный контроль, ультразвуковая дефектоскопия и др.) показал, что они малоприменимы для выявления непровара и оценивания его глубины h . Это, по мнению авторов, связано с морфологией непровара (его формой, малым раскрытием – порядка 2–5 мкм, чередованием участков сплошностей и несплошностей, частичной заполненностью непровара интерметаллидами и оксидами), с толщиной сварного шва и его геометрией, а также с высоким требованием к чувствительности метода (минимальная глубина выявляемого дефекта должна составлять не менее 100 мкм).



Рис. 2. Объект контроля:
а – лейнер в сборе; б – полулейнер

В результате исследований установлено, что для контроля кругового сварного шва лейнера со стороны корня одним из наиболее приемлемых является вихретоковый метод контроля.

Традиционно вихретоковый контроль проводится путем сканирования преобразователем объекта контроля (ОК) в направлении, перпендикулярном расположению предполагаемых дефектов [3]. Применительно к круговым сварным швам лейнера такое сканирование должно осуществляться поперек шва. Однако наличие усиления в корне шва (см. рис. 1, а) делает такое сканирование нерациональным, так как краевые эффекты на границах усиления существенно искажают информативный сигнал на оси шва, где может находиться непровар [4].

В связи с этим был рассмотрен вариант сканирования преобразователем вдоль шва по его оси. При этом предполагалась возможность настройки дефектоскопа (отстройка «0» информативного параметра Q) на бездефектном участке корня шва настроечного образца. Последующие исследования опровергли это предположение, так как разброс

значений удельной электропроводности материала сварного шва на большом количестве образцов (более 30 шт.) был неприемлемым для обеспечения требуемой чувствительности контроля.

Тем не менее продольное сканирование сварного шва независимо от корректности настройки дефектоскопа позволяет получить зависимость относительного информативного сигнала Q по длине шва и определить участки, где этот сигнал имеет максимальные значения. Такая типовая зависимость представлена на рис. 3.

Очевидно, что в сварном шве на участках с максимальным значением информативного сигнала Q (1 и 2 на рис. 3) может присутствовать непровар в корне шва, причем максимальной глубины. Для подтверждения наличия (или отсутствия) непровара на этих участках необходимо их сканирование поперек сварного шва.

При поперечном сканировании выбранных сечений отстройка «0» дефектоскопа проводилась на основном металле на расстоянии $\sim 4-5$ мм от усиления корня шва. Типичные графики изменения сигнала Q при поперечном сканировании показаны на рис. 4. Характерные пики в точках А, В, D, E обусловлены геометрией усиления корня шва (краевой эффект) и практически не зависят от наличия непровара. Значение информативного сигнала $Q_c^{\text{измер}}$ в точке С, соответствующей оси сварного шва, где возможно наличие непровара, определяется выражением

$$Q_c^{\text{измер}} = Q_c^{\text{бездеф}} + \Delta Q, \quad (1)$$

где $Q_c^{\text{измер}}$ – измеренное значение информативного сигнала в точке С; $Q_c^{\text{бездеф}}$ – значение инфор-

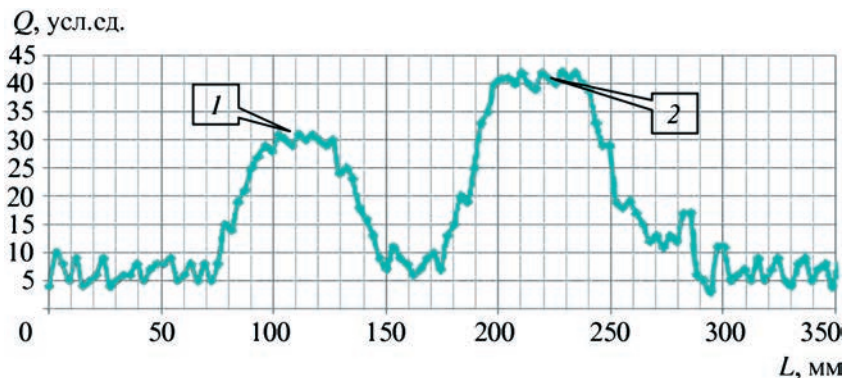


Рис. 3. Результаты продольного сканирования сварного шва:
1, 2 – участки с максимальным значением информативного сигнала Q

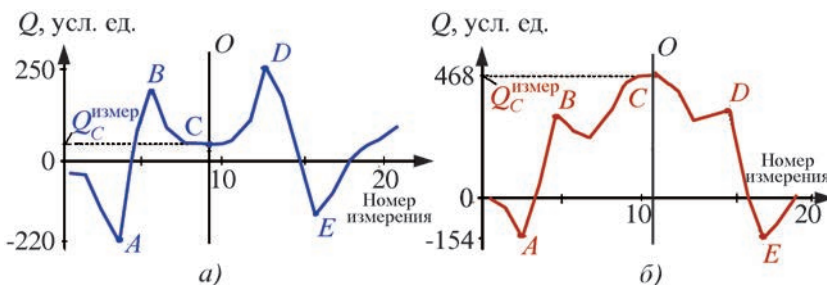


Рис. 4. Результаты поперечного сканирования бездефектного участка сварного шва (а) и участка сварного шва с непроваром (б)

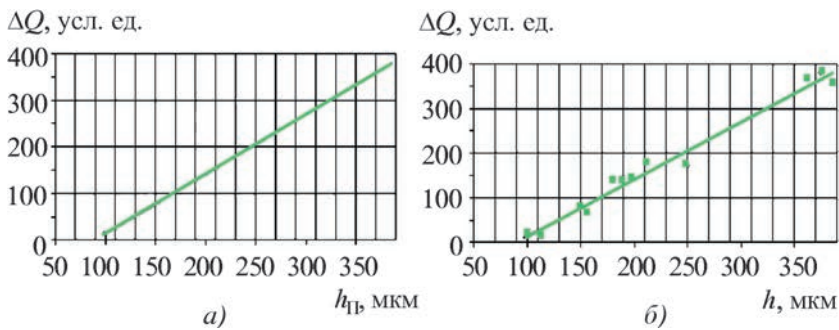


Рис. 5. Тарировочная зависимость (а) и результаты подтверждения достоверности контроля сварных швов (б)

мативного сигнала в точке C в случае отсутствия непровара; ΔQ – приращение информативного сигнала, обусловленное непроваром.

Очевидно, что в силу причин, обсуждавшихся выше, прямое корректное определение значения $Q_C^{\text{бездеф}}$ в контролируемом сечении сварного шва не представляется возможным.

Для решения этого вопроса было введено понятие виртуального уровня сигнала $Q^{\text{бездеф}}$ на оси шва, соответствующего случаю отсутствия непровара. Значение $Q^{\text{бездеф}}$ определяется как среднее арифметическое значений Q_A, Q_B, Q_D, Q_E параметра Q , полученных для точек максимального проявления краевого эффекта на графиках поперечного сканирования (точки A, B, D, E на рис. 4):

$$Q^{\text{бездеф}} = (Q_A + Q_B + Q_D + Q_E) / 4, \quad (2)$$

где $Q^{\text{бездеф}}$ – виртуальный уровень сигнала на оси шва, соответствующего случаю отсутствия непровара; Q_A, Q_B, Q_D, Q_E – значения параметра Q , измеренные, соответственно, в точках A, B, D, E .

Значение $Q^{\text{бездеф}}$ по сути равно $Q_C^{\text{бездеф}}$ и практически не зависит от наличия или отсутствия непровара в корне шва, что было подтверждено экспериментально.

Использование виртуального уровня сигнала $Q^{\text{бездеф}}$ с учетом установленного равенства $Q^{\text{бездеф}} \cong Q_C^{\text{бездеф}}$ позволяет определить из выражения (1) значение составляющей ΔQ информативного сигнала, обусловленной наличием непровара и зависящей от его глубины.

Для оценивания глубины непровара h по значению ΔQ экспериментальным путем построена тарировочная зависимость $\Delta Q = f(h)$, показанная на рис 5, а.

Предложенный подход к решению задачи контроля круговых сварных швов лейнера позволил разработать методику контроля, реализованную в механизированном стенде вихретокового контроля ВК-1М.

Для подтверждения достоверности результатов контроля сварных швов в соответствии с разработанной методикой вихретокового контроля были

проведены тестовые испытания на образцах (более 20 шт.). Результаты этих испытаний приведены на рис. 5, б. Достоверность оценивания глубины выявленных непроваров подтверждена результатами металлографического анализа.

Результаты исследования показали, что погрешность определения параметра ΔQ составляет ± 8 усл. ед. и связана в основном со структурной неоднородностью металла (сплава АМгб) в зоне сварки.

Экспериментально установлено, что разработанная технология вихретокового контроля при использовании в производственных условиях имеет чувствительность к выявлению непровара глубиной не менее 100 мкм.

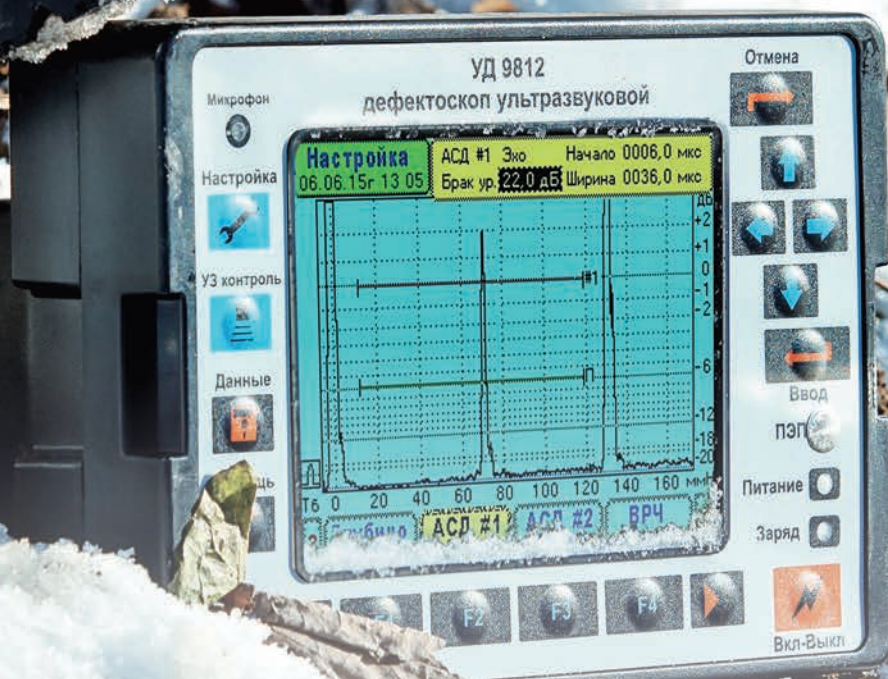
В настоящее время разработанная методика рекомендована к внедрению для контроля круговых сварных швов лейнеров и проходит опытную апробацию в заводских условиях ГКНПЦ им. М.В. Хруничева.

Библиографический список

1. Фролов В.А., Иванюхин А.Н., Сабанцев А.Н. и др. Сварка трением с перемешиванием – плюсы и минусы // Сварочное производство. 2008. № 10. С. 12 – 18.
2. Половцев В.А., Макаров Н.В., Шилло Г.В. и др. Фрикционная сварка алюминиевых лейнеров металлокомпозитных баллонов высокого давления // Сварочное производство. 2007. № 12. С. 24 – 27.
3. **Неразрушающий контроль:** справочник: в 8 т. / под общ. ред. В.В. Клюева. Т. 2: в 2 кн. Кн. 1. Контроль герметичности / А.И. Евлампиев, Е.Д. Попов, С.Г. Сажин и др. Кн. 2. Вихретоковый контроль / Ю.К. Федосенко, В.Г. Герасимов, А.Д. Покровский, Ю.Я. Останин. 2-е изд., испр. М.: Машиностроение, 2006. 688 с.
4. Шипша В.Г. Молодкин А.Д., Величко А.С. Вихретоковый контроль сварных соединений, полученных сваркой трением с перемешиванием // В мире НК. 2011. № 2. С. 56 – 58.



Ультразвуковой дефектоскоп УД 9812 «УРАЛЕЦ»



ООО «Инженерный ЦентрФизприбор»

www.fpribor.ru

620075, Екатеринбург, ул. Восточная, 54
тел.: +7 (343) 355-00-53; sale@fpribor.ru



только реальность

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДОСТОВЕРНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ ТОЛЩИНЫ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ ВИХРЕТОКОВЫМ ФАЗОВЫМ МЕТОДОМ



ГОЛУБЕВ Сергей Сергеевич

Канд. техн. наук, заместитель руководителя Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии, Москва



СЯСЬКО Владимир Александрович

Д-р. техн. наук, генеральный директор ООО «КОНСТАНТА», Санкт-Петербург



СМИРНОВА Надежда Игоревна

ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» (ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»), ведущий специалист ООО «КОНСТАНТА», Санкт-Петербург

Рассмотрены проблемы обеспечения достоверности при измерении толщины защитных и функциональных металлических покрытий, все шире применяемых в авиакосмическом комплексе. Для вихретокового фазового метода измерения рассмотрены контролируемые и мешающие параметры, получены зависимости, описывающие их влияние на точность измерений толщины при градуировке, поверке и калибровке. Сформулированы требования к электрофизическим параметрам мер толщины металлических покрытий и приведен проект схемы обеспечения прослеживаемости для средств измерений толщины металлических покрытий, реализующих вихретоковый фазовый метод измерения.

Защитные и функциональные металлические покрытия широко применяются в авиакосмическом комплексе. В настоящее время используется множество различных технологий нанесения, активно внедряются многослойные покрытия. Одним из важных параметров качества покрытия является его толщина T_n , отклонение которой от заданного значения может привести к выходу из строя изделия, что повышает вероятность аварии или катастрофы. В связи с этим возрастают требования к контролю толщины покрытий.

Для измерения толщины металлических покрытий широко используют вихретоковые толщиномеры, реализующие фазовый метод измерения, который основан на анализе электромагнитного поля вихревых токов, наводимых в испытуемом объекте, зависящих от T_n , электропроводности материалов покрытия и основания, а также геометрических характеристик изделия. Для использования таких толщиномеров на территории РФ необходимо обеспечить возможность их калибровки, а в областях, относящихся к сфере государственного регулирования, — проведение испытаний в целях утверждения типа и поверки. Кроме того, изготовителям толщиномеров необходимо решать задачу корректной градуировки толщиномеров при производстве.

Исходя из изложенного необходимо обеспечить прослеживаемость толщиномеров к государственным первичным эталонам через поверочную схему, включающую в себя в качестве вторичных эталонов меры толщины металлических покрытий с известными задаваемыми электрофизическими и

геометрическими параметрами. Такие меры необходимы для градуировки, первичной и периодических поверок, а также для калибровки вихретоковых толщиномеров при выполнении измерений в производственных условиях.

Рассмотрим параметры мер толщины металлических покрытий и структуру поверочной схемы для определения метрологических характеристик средств измерений толщины покрытия вихретоковым фазовым методом.

Данный метод имеет ряд преимуществ, главными из которых являются отстройка от влияния зазора h , шероховатости Rz и радиуса R основания в широких диапазонах при соответствующих настройках [1].

В вихретоковых толщиномерах металлических покрытий ведущих производителей применяются трансформаторные трехобмоточные скомпенсированные первичные измерительные преобразователи с дифференциальным включением измерительной и компенсационной обмоток, схема чувствительного элемента которых представлена на рис. 1.

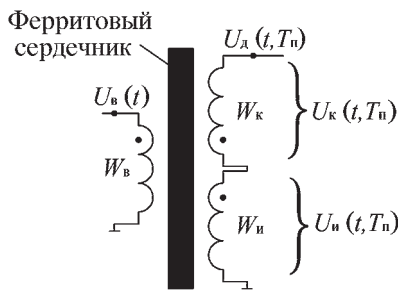


Рис. 1. Схема чувствительного элемента трансформаторного трехобмоточного скомпенсированного первичного измерительного преобразователя с дифференциальным включением измерительной и компенсационной обмоток: $U_b(t)$ – напряжение возбуждения; W_b – обмотка возбуждения; $U_d(t, T_n)$ – выходное напряжение; W_k – обмотка компенсационного элемента; $U_k(t, T_n)$ – напряжение на компенсационной обмотке; W_n – измерительная обмотка чувствительного элемента, $U_n(t, T_n)$ – напряжение на измерительной обмотке

Для представленного чувствительного элемента, сбалансированного при $h=\infty$, выходное напряжение $\dot{U}_d(h=\infty)=0$. Для рассматриваемого случая выходное напряжение равно

$$\dot{U}_d = \dot{U}_{вн}(T_n), \quad (1)$$

где $\dot{U}_{вн}$ – вносимое напряжение, фаза $\Delta\varphi$ которого изменяется относительно \dot{U}_b при изменении T_n и вариации основных мешающих параметров: удельной электропроводности σ_n покрытия, отно-

сительной магнитной проницаемости $\mu_{осн}$ и удельной электропроводности $\sigma_{осн}$ основания.

Диапазон измеряемых толщин зависит от частоты f тока возбуждения и σ_n . В общем случае максимальная измеряемая толщина покрытия $T_{n\max}$ может быть оценена с помощью уравнения [2]

$$T_{n\max} = 0,8\delta_0, \quad (2)$$

где δ_0 – стандартная глубина проникновения электромагнитной волны для материала покрытия.

Для неферромагнитных металлических покрытий

$$\delta_0 = \frac{503}{\sqrt{f\sigma_n}}. \quad (3)$$

На рис. 2 представлена зависимость $\dot{U}_{вн}$ от контролируемого T_n и мешающих $\mu_{осн}$, $\sigma_{осн}$, σ_n параметров.

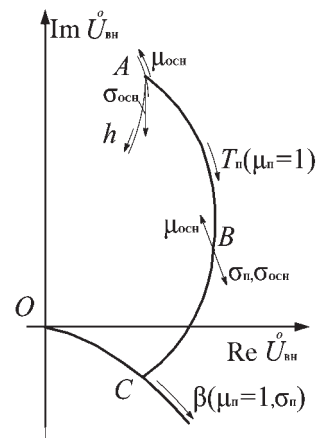


Рис. 2. Зависимость $\dot{U}_{вн}$ от контролируемых и мешающих параметров для задач измерения T_n неферромагнитных электропроводящих покрытий на ферромагнитном электропроводящем основании

В точке A , соответствующей установке преобразователя на электропроводящее ферромагнитное основание при $T_n=0$, на результаты измерений будет оказывать влияние девиация $\mu_{осн}$ и $\sigma_{осн}$, приводящие к изменению $\Delta\varphi$ по нелинейному закону.

При увеличении T_n вектор $\dot{U}_{вн}$ будет описывать годограф от точки A к точке C , что соответствует увеличению $\Delta\varphi$. Точка C соответствует случаю $T_n \gg \delta_0$, когда на $\Delta\varphi$ влияет исключительно σ_n . В промежуточных точках годографа, например B , в которых $T_n < \delta_0$, на $\Delta\varphi$ оказывают влияние $\mu_{осн}$, $\sigma_{осн}$ и σ_n , вносящие дополнительную погрешность при измерении T_n .

Для анализа характеристик преобразователя удобно использовать обобщенный параметр вихревого контроля

$$\beta = r \sqrt{2\pi f \sigma_{\text{очн}} \mu_0}, \quad (4)$$

где r – эквивалентный радиус обмотки возбуждения; μ_0 – магнитная постоянная.

В данном случае оптимальными являются значения $\beta = 3 \dots 10$. Для определения составляющих расширенной неопределенности измерения $T_{\text{п}}$, вносимых вариацией значений $\mu_{\text{очн}}$, $\sigma_{\text{очн}}$, $\sigma_{\text{п}}$ была разработана расчетная модель малогабаритного вихревого трехобмоточного трансформаторного первичного измерительного преобразователя с ферритовым сердечником над двухслойной структурой (рис. 3), использующего в качестве первичного информативного параметра $\Delta\varphi$ вносимого напряжения $\dot{U}_{\text{вн}}$.

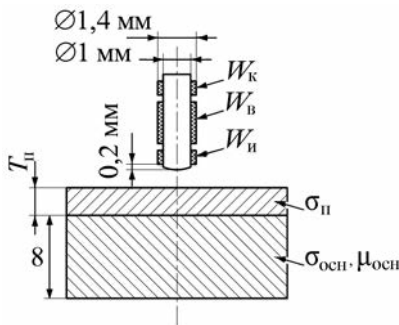


Рис. 3. Модель чувствительного элемента вихревого трехобмоточного первичного измерительного трансформаторного преобразователя с ферритовым сердечником над двухслойной структурой

Модель является двумерной, осесимметричной, стационарной, в общем случае нелинейной, с открытыми границами первого рода, удовлетворяющими условиям Дирихле [3]. Путем вращения вокруг оси Z формировалась трехмерная модель, для которой задавались величины изменяемых параметров $\mu_{\text{очн}}$, $\sigma_{\text{очн}}$, $\sigma_{\text{п}}$, $T_{\text{п}}$, вычислялись $\text{Im}\dot{U}_{\text{вн}}$ и $\text{Re}\dot{U}_{\text{вн}}$, по которым рассчитывались зависимости $\Delta\varphi(T_{\text{п}}, \sigma_{\text{очн}}, \sigma_{\text{п}}, \mu_{\text{очн}})$ для частот возбуждения $f = 65, 200$ кГц и $1,8$ МГц. Значения f были выбраны исходя из анализа существующих преобразователей и задач измерения.

В ходе моделирования были рассчитаны зависимости $\Delta\varphi(T_{\text{п}}, \sigma_{\text{очн}}, \sigma_{\text{п}} = \text{const}, \mu_{\text{очн}} = \text{const})$ при вариации значений $\sigma_{\text{очн}}$ в пределах 10%. Анализ зависимостей показал, что вносимая погрешность $\Delta T(\sigma_{\text{очн}})$ для $\sigma_{\text{п}}$ в диапазоне от 7 до 60 МСм/м будет равна

$$\Delta T(\sigma_{\text{очн}}) = q \left(\frac{\Delta\sigma_{\text{очн}}}{\sigma_{\text{очн}}} \right) T_{\text{п}} \quad [\sigma_{\text{п}} = \text{const}, \mu_{\text{очн}} = \text{const}], \quad (5)$$

где q изменяется в диапазоне от 1,49 до 1,62.

Аналогично были рассчитаны зависимости $\Delta\varphi(T_{\text{п}}, \sigma_{\text{очн}} = \text{const}, \mu_{\text{очн}} = \text{const}, \sigma_{\text{п}})$ при вариации $\sigma_{\text{п}}$ в пределах 10%. Их анализ показал, что $\Delta T(\sigma_{\text{п}})$ будет изменяться в соответствии с уравнением

$$\Delta T(\sigma_{\text{п}}) = s \left(\frac{\Delta\sigma_{\text{п}}}{\sigma_{\text{п}}} \right) T_{\text{п}} \quad [\sigma_{\text{очн}} = \text{const}, \mu_{\text{очн}} = \text{const}], \quad (6)$$

где s изменяется в диапазоне от 0,86 до 1,01 в зависимости от $\sigma_{\text{п}}$.

Также был проведен расчет зависимости $\Delta\varphi(T_{\text{п}}, \sigma_{\text{очн}} = \text{const}, \sigma_{\text{п}} = \text{const}, \mu_{\text{очн}})$ при вариации $\mu_{\text{очн}}$ в пределах 10%. Анализ полученных зависимостей показал, что изменение вносимой погрешности $\Delta T(\mu_{\text{очн}})$ для $\sigma_{\text{п}}$ в диапазоне от 7 до 60 МСм/м и $\sigma_{\text{очн}}$ при вариации в пределах 10% будет равно

$$\Delta T(\mu_{\text{очн}}) = p \left(\frac{\Delta\mu_{\text{очн}}}{\mu_{\text{очн}}} \right) T_{\text{п}} \quad [\sigma_{\text{п}} = \text{const}, \sigma_{\text{очн}} = \text{const}], \quad (7)$$

где p изменяется в диапазоне от 1,56 до 1,69.

Исходя из потребностей современных производств, технологических процессов и экономической эффективности, при проведении поверки вихревых толщиномеров по мерам толщины металлических покрытий прямым методом будет достаточным обеспечить погрешность

$$\Delta T_{\text{п}} \leq \pm (0,02 T_{\text{п}} + 1) \text{ мкм}. \quad (8)$$

Как уже было сказано, основными влияющими на точность результата измерений параметрами являются $\mu_{\text{очн}}$, $\sigma_{\text{очн}}$, $\sigma_{\text{п}}$. При анализе примем, что величина составляющей погрешности, обусловленной вариацией мешающих параметров, должна быть не более половины согласно формуле (8). Также примем, что

$$|\Delta T(\mu_{\text{очн}})| = |\Delta T(\sigma_{\text{очн}})| = |\Delta T(\sigma_{\text{п}})| = \frac{1}{2} |\Delta T(\mu_{\text{очн}}, \sigma_{\text{очн}}, \sigma_{\text{п}})|. \quad (9)$$

Тогда допустимое отклонение толщины покрытия вследствие вариации каждого из мешающих параметров будет

$$|\Delta T(\mu_{\text{очн}})| = |\Delta T(\sigma_{\text{очн}})| = |\Delta T(\sigma_{\text{п}})| = 0,167 |\Delta T_{\text{п}}| \leq 0,167 (0,02 T_{\text{п}} + 1) = 0,0033 T_{\text{п}} + 0,167 \text{ мкм}. \quad (10)$$

На основании данного предположения, исходя из полученных коэффициентов q, s, p и формул (8) – (10), рассчитаны диапазоны вариации ме-

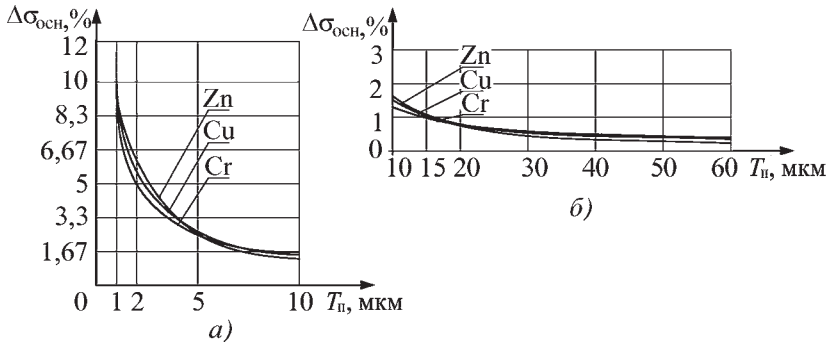


Рис. 4. Зависимость максимально допустимого отклонения значения мешающего параметра $\sigma_{осн}$ от толщины покрытия T_n :
а – в диапазоне от 0 до 10 мкм;
б – в диапазоне от 10 до 60 мкм

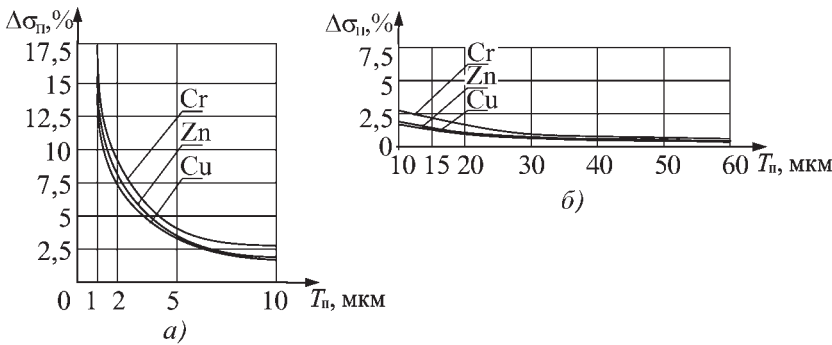


Рис. 5. Зависимость максимально допустимого отклонения значения мешающего параметра σ_n от толщины покрытия T_n :
а – в диапазоне от 0 до 10 мкм;
б – в диапазоне от 10 до 60 мкм

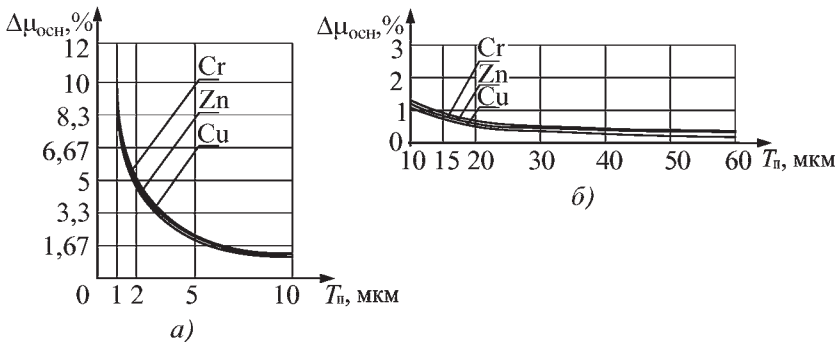


Рис. 6. Зависимость максимально допустимого отклонения значения мешающего параметра $\mu_{осн}$ от толщины покрытия T_n :
а – в диапазоне от 0 до 10 мкм;
б – в диапазоне от 10 до 60 мкм

шающих параметров, при которых будет выполняться условие (8), представленные на рис. 4–6.

На графиках условно выделено три диапазона толщин и определены максимально допустимые отклонения каждого из мешающих параметров $\mu_{осн}$, $\sigma_{осн}$ и σ_n , обеспечивающие выполнение условия (10).

Максимально допустимое относительное отклонение $\mu_{осн}$ в диапазоне T_n от 0 до 10 мкм составляет 0,84 %, от 10 до 30 мкм – 0,34 %, от 30 до 60 мкм – 0,23 %, максимально допустимое относительное отклонение $\sigma_{осн}$ в диапазоне T_n от 0 до 10 мкм составляет 0,87 %, от 10 до 30 мкм – 0,56 %, от 30 до 60 мкм – 0,24 %. Максимально допустимое относительное отклонение σ_n в диапазоне T_n от 0 до 10 мкм составляет 1,70 %, от 10 до 30 мкм – 0,74 %, от 30 до 60 мкм – 0,64 %.

Таким образом, получены критерии отбора мер толщины по основным мешающим параметрам для градуировки и поверки вихрековых толщиномеров.

На рис. 7 представлен проект схемы обеспечения прослеживаемости для средств измерений толщины металлических покрытий, реализующих вихрековый фазовый метод.

Структура поверочной схемы включает в себя четыре уровня метрологической цепи для определения и распространения единицы толщины покрытия и предполагает проверку $\mu_{осн}$, $\sigma_{осн}$ и σ_n с учетом изложенных требований.

На сегодняшний день в Государственный реестр средств измерений внесены три типа мер толщины металлических покрытий [4]. Их основными метрологическими характеристиками по описанию типа являются: номинальное значение ме-

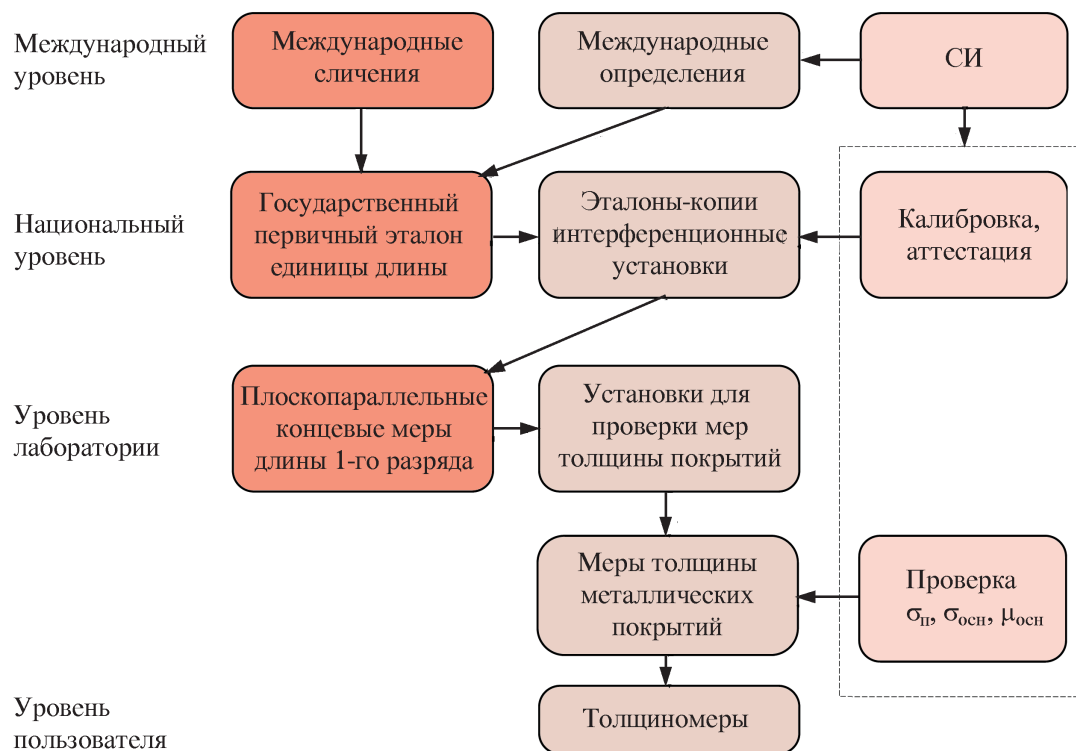


Рис. 7. Проект схемы обеспечения прослеживаемости для средств измерений толщины металлических покрытий

ры толщины металлических покрытий, допустимое отклонение толщины от номинального значения, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности или предел допускаемого среднеквадратичного отклонения результатов измерений толщины покрытия. Из описания следует, что при поверке мер толщины металлических покрытий должны проверяться только геометрические параметры — толщина покрытия, разнотолщинность и R_z основания и покрытия без учета электрофизических и других свойств мер толщины металлических покрытий. При этом определяется только действительное значение толщины — среднее арифметическое результатов измерений, отклонение от номинального значения, среднеквадратическое отклонение.

Для обеспечения единства измерений в области толщино-

метрии покрытий, координации работ метрологических служб, производителей и потребителей вихретоковых фазовых толщиномеров металлических покрытий представляется необходимым разработка стандарта «Немагнитные металлические покрытия на магнитных металлических и немагнитных основаниях. Измерение толщины покрытий вихретоковым фазовым методом» в трех частях:

- часть 1 «Метод измерения»,
 - часть 2 «Поверка вихретоковых фазовых толщиномеров»,
 - часть 3 «Калибровка и поверка мер толщины металлических покрытий»,
- а также поверочной схемы с учетом изложенного выше.

Библиографический список

1. Сясько В.А. Теория и методы создания электромагнитных

приборов контроля толщины покрытий и стенок изделий. СПб.: Константа, 2015. 372 с.

2. ISO 21968:2005. Non-magnetic metallic coatings on metallic and non-metallic basis materials. Measurement of coating thickness. Phase-sensitive eddy-current method. BSI, 2005. 22 p.

3. Потапов А.И., Сясько В.А., Соколенчук П.В. и др. Электромагнитные и магнитные методы неразрушающего контроля материалов и изделий. Т. 1. Электромагнитные и магнитные методы контроля толщины покрытий и стенок изделий. СПб.: Нестор-История, 2014. 480 с.

4. Росстандарт. Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. URL: <http://www.fundmetrology.ru/default.aspx>

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

XIV ВСЕРОССИЙСКИЙ КОНКУРС СПЕЦИАЛИСТОВ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

по 9 методам неразрушающего контроля:

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

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

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

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

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

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

Все участники конкурса награждаются **Грамотами** участника.

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

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

Примите и Вы участие в соревновании !



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

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



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

РЕЗУЛЬТАТЫ РАЗРАБОТКИ, ОПЫТНОЙ ОТРАБОТКИ И ВНЕДРЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА

ПРОДОЛЬНЫХ, КОЛЬЦЕВЫХ И КРУГОВЫХ СВАРНЫХ ШВОВ ТОЛЩИНОЙ 7,4 И 3,2 ММ ТОПЛИВНЫХ БАКОВ ИЗДЕЛИЯ «АНГАРА», ПОЛУЧАЕМЫХ СВАРКОЙ ТРЕНИЕМ С ПЕРЕМЕШИВАНИЕМ



ПРОХОРОВИЧ

Владимир Евгеньевич

Д-р техн. наук, проф., директор НИЦ технологий контроля качества ракетно-космической техники Университета ИТМО, руководитель Санкт-Петербургского регионального отделения РОНКТД, Санкт-Петербург



ШИПША

Владимир Григорьевич

Канд. техн. наук, доцент, руководитель центра технологий неразрушающего контроля Учреждение науки «Инженерно-конструкторский центр сопровождения эксплуатации космической техники», Санкт-Петербург



БЕРКУТОВ

Игорь Владимирович

Университет ИТМО, Санкт-Петербург

Принципиальное отличие СТП от сварки плавлением обусловило необходимость разработки новой системы неразрушающего контроля (НК) качества сварных соединений. Учитывая то, что при внедрении СТП в производство ракетносителя (РН) «Ангара» сразу была заложена автоматизация процесса сварки, необходимо также было разработать автоматизированную систему неразрушающего контроля, интегрированную в сварочное оборудование (стенды).

При разработке автоматизированной системы неразрушающего контроля (НК) сварных швов, выполненных СТП, необходимо было учитывать геометрические особенности объекта контроля (различные радиусы кривизны и толщины листов, шероховатость поверхности, габариты сварного шва и т.д.), ограниченность доступа к сварному шву, а также обеспечить достоверность выявления различных дефектов, возникающих в сварных швах [1–9].

Основными видами дефектов СТП являются [10]: микротрещины, наплывы, грат, кратеры, каналы, подрезы, утонение, непровары и др. Одним из наиболее опасных и трудновыявляемых дефектов сварного соединения, получаемого СТП, является

На современном этапе развития производства элементов ракетно-космической техники (РКТ) одной из перспективных технологий, внедряемых в производство элементов РКТ, является фрикционная сварка. В научно-технической литературе широко используется термин «сварка трением с перемешиванием» (СТП). Основными преимуществами СТП являются высокие механические характеристики соединений (на уровне

основного металла), низкий уровень сварочных деформаций, возможность сваривания трудносвариваемых алюминиевых сплавов и др.

В процессе исследований и опытной отработки СТП непрерывно совершенствовались технология сварки, оборудование и инструмент. Это позволило обеспечить требуемый уровень качества сварных соединений высокоответственных конструкций, в частности баков ракет-носителей.

непровар корня шва. Непровар снижает величину рабочего сечения шва, приводит к значительной концентрации напряжений в данной зоне и, как следствие, существенному снижению прочностных свойств.

По заданию предприятий ракетно-космической отрасли, осваивающих технологии СТП, в ряде организаций (ООО «НТЦ «Эталон», МИСиС, Томский ПУ) были проведены системные исследования морфологии непровара с использованием современных методов и средств физико-химического анализа, а также причин его образования. Типичный вид непровара показан на рис. 1.

Полученные результаты позволили провести корректный анализ существующих методов и средств неразрушающего контроля применительно к решению задачи выявления и оценивания непровара. Экспериментально-теоретические исследования показали, что с учетом морфологии непровара и условий производства приемлемыми методами выявления непровара являются ультразвуковой и вихре-токовый методы. Данными методами достоверно и надежно выявляются непровары высотой от 100 мкм и с раскрытием от 2 мкм.

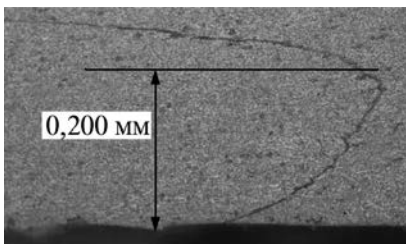


Рис. 1. Непровар в корне сварного шва с малым раскрытием

На основании положительных результатов научно-технического задела в области неразрушающего контроля сварных швов, получаемых СТП, была начата работа по разработке тех-



Рис. 2. Дефектоскопы Olympus OmniScan

нологии автоматизированного НК качества продольных, кольцевых и круговых сварных швов топливных баков изделия «Ангара», получаемых СТП.

Дополнительные сложности при разработке указанной технологии были связаны с:

- различной толщиной сварных швов (7,4 и 3,2 мм);
- типами сварных швов (продольные, кольцевые и круговые);
- различными диаметрами сварных швов (от 150 до 2900 мм);
- ограниченным доступом к сварным швам в районе шпангоутов и фланцев.

Эти обстоятельства потребовали разработки специализированных методов, средств и методик контроля, учитывающих особенности изготовления топливных баков изделия «Ангара».

Одним из условий разработки технологии неразрушающего контроля была совместимость технологических оснасток для НК со станками для сварки и интеграция процесса контроля в технологический цикл.

Установка для выполнения СТП состоит из двух частей – сборочного стапеля и 5-координатного станка. Выполнение швов СТП происходит в стапеле, который позиционирует и

фиксирует детали при подготовке к сварке и в процессе сварки.

Для решения задачи выявления дефектов типа непровар корня шва был проведен большой комплекс исследований с использованием различного дефектоскопического оборудования. Было рекомендовано использовать дефектоскоп Olympus OmniScan в комплекте с 32- и 16-элементной фазированной решеткой (рис. 2) для применения в составе средств автоматизированного неразрушающего контроля сварных швов баков РН «Ангара».

Путем подбора режимов и параметров УЗК удалось добиться требуемой чувствительности данного прибора, что позволило достоверно выявлять непровары высотой от 100 мкм с раскрытием от 2 мкм. В связи с этим принято решение использовать Olympus OmniScan MX2 в качестве основного средства контроля по основному методу. Для контроля отдельных труднодоступных участков сварных швов были разработаны и предложены к использованию специальные методы и средства дополнительного контроля, а именно:

- экспертный ручной УЗК с генерацией комбинированных поперечных ультразвуковых

волн для контроля качества продольных, кольцевых и круговых сварных швов;

- экспертный ручной вихретоковый контроль качества продольных, кольцевых и круговых сварных швов со стороны корня шва;
- экспертный ручной лазерно-ультразвуковой контроль качества круговых сварных швов.

Основной метод ультразвукового контроля с использованием Olympus OmniScan MX2 реализован в технологии автоматизированного контроля сварных швов СТП.

Контроль основным методом в автоматизированном режиме оказался пригодным только для

проверки качества продольных и кольцевых сварных швов, а также круговых сварных швов больших диаметров. Средства дополнительного контроля применяются:

- для контроля круговых сварных швов малого диаметра и подтверждения достоверности основного метода контроля в спорных ситуациях;
- для контроля сварных швов сложной формы и с ограниченным доступом (например, круговые швы фланцев с выступающими деталями);
- для обеспечения возможности оценивания размеров выявленных дефектов (дефектометрия).

Важнейшим условием реализации любой технологии УЗК, в том числе автоматизированного, является процедура подготовки и настройки чувствительности средств контроля. Для этого предусматривается использование стандартных образцов (СО) и (или) образцов предприятия (СОП). Применительно к контролю сварных швов СТП, в частности для выявления непровара, необходимо было провести добротное обоснование корректности применения СОП с имитатором непровара в виде пропила.

Для решения этой задачи в плане метрологического обеспечения технологии контроля сварных швов, полученных СТП, были выполнены дополнительные исследования по установлению связи амплитуд эхосигналов от реальных дефектов (непровара) и модельных отражателей в виде пропила.

Работы по исследованию моделирования дефекта непровар имитатором типа прорезь, а также разработка методики автоматизированного ультразвукового контроля выполнялись специалистами Научно-технического центра «Эталон». С этой целью был изготовлен (вырезан из сварного шва) образец с реальным непроваром в корне шва с раскрытием 1–2 мкм. Образец подвергали нагружению по методу трехточечного изгиба для увеличения раскрытия непровара.

После раскрытия непровара его геометрические размеры определяли на металлографическом микроскопе Zeiss Axio Vert.A1 с помощью программы Thixomet Pro. Далее выполняли УЗК образца с использованием дефектоскопов Olympus OmniScan и A1550 IntroVisor. Для уменьшения высоты непровара проводили многократную шлифовку образца со стороны корня шва. После каждой шлифов-

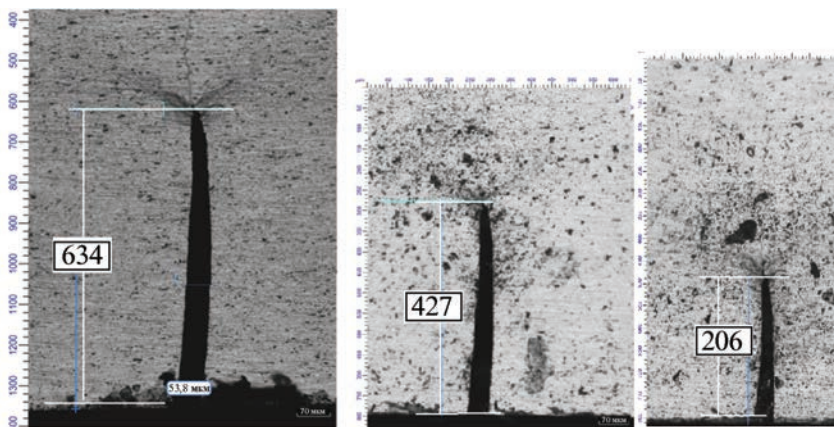


Рис. 3. Результаты металлографии на различных этапах уменьшения высоты дефекта

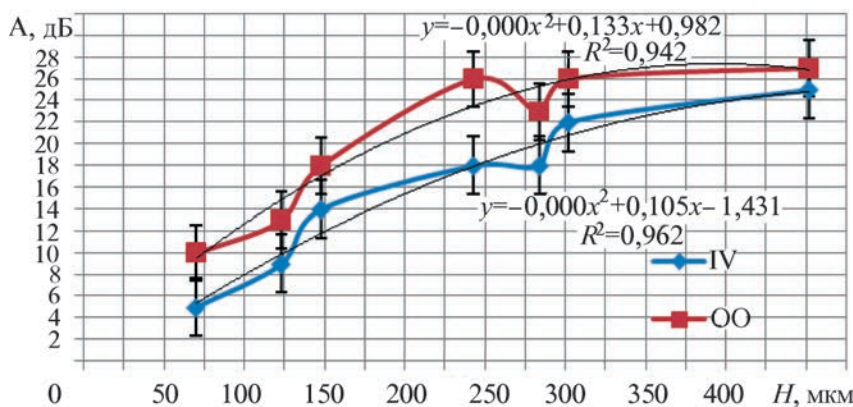


Рис. 4. Зависимость амплитуды эхосигнала от высоты непровара: OO – получены с использованием Olympus OmniScan; IV – получены с использованием A1550 IntroVisor; A – амплитуды эхосигналов от дефекта относительно пропила 25 мкм; H – высота дефекта



Рис. 5. Оснастка ультразвуковой головки для проведения автоматизированного УЗК сварных швов

ки измеряли высоту дефекта на микроскопе (рис. 3) и проводили УЗК с определением амплитуды эхосигнала. В результате была получена зависимость амплитуды эхосигналов от высоты дефекта (рис. 4).

Далее были проанализированы полученные данные по амплитудам эхосигналов от реальных дефектов, подтвержденных металлографическими исследованиями, и проведено сравнение с данными амплитуд эхосигналов от пропилов высотой 25, 50, 70 и 100 мкм, выполненных электроискровым способом на специальном настроечном образце.

На основании исследований был сделан вывод, что для выявления непровара корня шва высотой от 100 мкм и раскрытием от 2 мкм двукратно отраженным лучом в качестве опорного отражателя может быть использован пропил высотой 100 мкм.

В процессе разработки технологической оснастки для автоматизированного ультразвукового контроля также была решена важная задача обеспечения устойчивого акустического контакта преобразователей с контролируемой поверхностью изделия. Она была решена путем применения карданных подвесов и прецизионных направляющих в специализированной оснастке,

что позволяет ей обеспечивать заданное усилие прижима каждого датчика в отдельности и адаптироваться к неровностям поверхности объекта контроля.

Таким образом, в ходе выполнения (в период 2008–2016 гг.) цикла работ по исследованию дефектов сварных швов, получаемых СТП, а также методов и средств НК, позволяющих выявлять эти дефекты, был создан научно-технический задел. На его основе был разработан ряд технологий НК сварных швов СТП изделий РКТ. Указанные технологии были реализованы в разработанной технологии автоматизированного неразрушающего контроля качества продольных, кольцевых и круговых сварных швов толщиной 7,4 и 3,2 мм топливных баков изделия «Ангара», получаемых сваркой трением с перемешиванием. Выполнена опытная отработка технологии автоматизированного неразрушающего контроля качества сварных швов РН «Ангара» в процессе внедрения ее на предприятии ПО «Полет». При этом были решены вопросы ее метрологического обеспечения и разработаны специализированные оснастки и методики контроля.

Библиографический список

1. Larsson H., Karlsson L., Swenson L. Friction stir welding of

AA5083 and AA6082 aluminium // Svetsaren. 2000. N 2. P 6–10.

2. Karlsson J., Karlsson B., Larsson H. et al. Microstructure and properties of friction stir welded aluminium // INALCO'98, 7th Intern. Conf. "Joints in aluminium". Cambridge (UK), 1998.

3. Enomoto M. FSW: research and industrial applications // Journal of Light Metal Welding Construction. 2002. V. 40. N 10. P. 59–63.

4. Tanaka S. et al. Joining dissimilar alloys between AA5083 and A6N01 by friction stir welding // 3rd Intern. Symp. on Friction Stir Welding. Kobe (Japan), 2001.

5. Allehaux D. et al. Microstructure and properties of a friction stir welded 7349-T6 aluminium alloy // 4th Intern. Symp. on Friction Stir Welding. Utah (USA), 2003.

6. Mishina O.K., Norlin A. Lap joints produced by FSW on flat aluminium ENAW – 6082 profiles // 4th Intern. Symp. on Friction Stir Welding. Utah (USA), 2003.

7. Nagano Y., Jogan S., Hashimoto T. Mechanical properties of aluminium die castings joined by FSW // 3rd Intern. Symp. on Friction Stir Welding. Kobe (Japan), 2001.

8. Steuwer A. Influence of welding speed on the properties of AA5083-AA6082 dissimilar FSW's // 6th Intern. Symp. on Friction Stir Welding. Montreal (Canada), 2006.

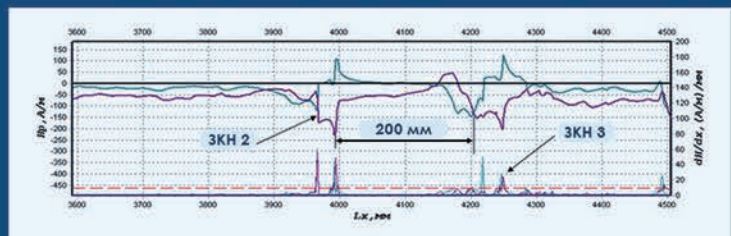
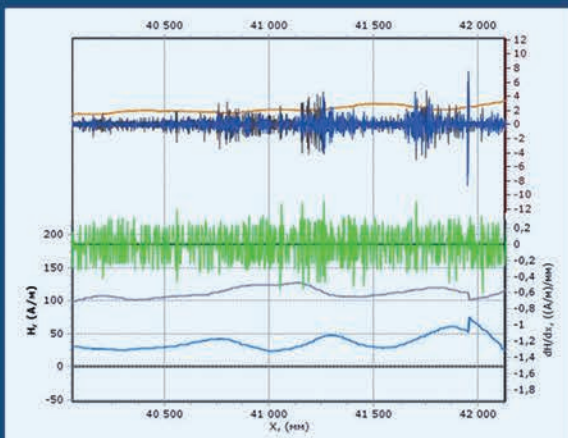
9. Карманов В.В., Каменева А.Л., Карманов В.В. Сварка трением с перемешиванием алюминиевых сплавов: Сущность и специфические особенности процесса, особенности структуры сварного шва // Вестник ПНИПУ. Аэрокосмическая техника. 2012. № 32. С. 67–80.

10. ОСТ 134-1051–2010. Сварка фрикционная. Технические требования к сварным соединениям. М., 2010. ■

Бесконтактная магнитометрическая диагностика подземных трубопроводов с использованием метода магнитной памяти металла



Измерительный комплекс и выполнение работ в различных условиях



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

ООО "Энергодиагностика"

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

Вихретоковые дефектоскопы Rohmann

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



ELOTES M3

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

*Ваша задача —
наше решение!*



ELOTES B300

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



ELOTES IS500

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



ELOTES PL500/QL500

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

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

ДИАГНОСТИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ OLYMPUS



ПОМЕРАНЦЕВ

Дмитрий Сергеевич

ООО «Олимпас Москва», Москва

Диагностическое оборудование OLYMPUS широко применяется в различных странах мира при периодическом и послеполетном контроле всех типов воздушных судов зарубежного и отечественного производства, всех без исключения типов газотурбинных двигателей для самолетов и вертолетов (АД), а также при неразрушающем контроле (НК) качества на авиационном производстве. Широко применяется оборудование OLYMPUS и для контроля качества двигателей, топливной системы и корпусных деталей ракетной техники.

OLYMPUS производит самую широкую в мире гамму авиационного эндоскопического оборудования – видеоскопы Iplex® и бороскопы, вихретоковые дефектоскопы семейства Nortec®, ультразвуковые дефектоскопы моделей Epoch®, УЗК ФР-Omniscan PA®, приборы для экспресс-контроля



Видеоэндоскоп OLYMPUS IPLEX RX. Эндоскопическое изображение просматривается двумя операторами одновременно

композиционных материалов BondMaster®, комбинированные авиационные дефектоскопы Omniscan ECA/Bond Tester, более 13 тыс. моделей преобразователей УЗК и ВТК, механизированных сканеров, калибровочных и стандартных образцов к ним, а также анализаторы химического состава сплавов, системы прокрутки роторов ГТД. Для многих моделей отечественных и импортных воздушных судов и авиационных двигателей оборудование OLYMPUS рекомендовано к применению руководящей эксплуатационной документацией.

Мы счастливы, что к нашему оборудованию проявляют неизменно высокий интерес и широко используют в своей работе ведущие отечественные законодатели методов неразрушающего контроля в авиации и ракетостроении, отраслевые КБ и серийные заводы, эксплуатирующие организации, а также иностранные производители, такие как Boeing, Airbus, Embraer.

Например, с помощью новой серии видеоскопов IPLEX NX, оснащенных программным обеспечением InHelp, можно осуществлять комплексный мониторинг технического состояния внутренних узлов самолета и двигателя, делать многократные замеры найденных повреждений, генерировать иллюстрированные отчеты о проведенном контроле, архивировать и передавать по сети полученные результаты контроля. Это позволяет делать выводы о степени опасности и динамике развития дефектов и повреждений деталей, прогнозировать остаточный рабочий ресурс. Можно смело сказать, что качество изображения видеоскопов IPLEX NX пока не имеет себе равных в своем классе в мире.

Ручные вихретоковые дефектоскопы Nortec 600 очень просты в настройке и работе, обеспечивают уверенное обнаружение поверхностных и подповерхностных трещин металлической обшивки, внутри заклепочных и болтовых отверстий, на лопатках и деталях ГТД, узлах шасси, колесных дисках, силовых элементах планера и несущего корпуса. Комбинированные вихретоково-импедансные



Изображения камеры сгорания авиационного двигателя (слева) и лопатки компрессора ГТД (справа) – вид через видеоэндоскоп IPLEX RX



Дефектоскопы OLYMPUS в работе

авиационные дефектоскопы Omniscan ECA/Bond Tester позволяют наглядно отображать найденные трещины металлических деталей и расслоения композиционных материалов на двумерных сканах (по осям X и Y) – в проекции на экране монитора видна даже форма трещин, а также их расположение и размер. Большая площадь вихретокового матричного преобразователя (ECA) позволяет в десятки раз увеличить скорость сканирования обшивки, что особенно актуально для больших деталей типа фюзеляжей и ракетных баков. Дефектоскопы УЗК ФР Omniscan PA® визуально отображают информацию о толщине, внутренней коррозии, расслоениях металлов и композитов и о внутренних дефектах деталей по трем осям – X , Y и Z . При сканировании прибор записывает все полученные А-развертки на площади сканирования с шагом 0,8 мм. Эти дефектоскопы могут оснащаться различными механизированными и моторизированными сканерами для сплошного сканирования поверхностей и автоматической записи параметров и координат дефектов.

Все виды ручных диагностических приборов OLYMPUS выдерживают работу в жестких усло-

виях эксплуатации: под открытым небом, при действии летних и зимних температур, атмосферных осадков, обмерзания, запыления, вибрации, падений и ударов, электромагнитных помех. Большинство ручных приборов сертифицированы по военному стандарту NATO MIL-STD 810F/G. Все УЗК-дефектоскопы, толщиномеры и некоторые модели видеоскопов официально сертифицированы в РФ и Таможенном союзе и внесены в Госреестр средств измерений РФ, а также в реестры СИ ряда стран ТС и СНГ.

Техническая информация на русском языке и характеристики приборов неразрушающего контроля OLYMPUS представлены на корпоративном сайте компании. В Москве работает сервисный центр по ремонту и техническому обслуживанию оборудования OLYMPUS.

OLYMPUS MOSCOW

107023. г. Москва, ул. Электровзаводская, д. 27, стр. 8

Тел. +7 (495) 956-66-91. Факс: +7 (495) 730-21-57

<http://www.olympus-ims.com>

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЯ ФАЗИРОВАННЫМИ РЕШЕТКАМИ В АВИАСТРОЕНИИ



БОРИСОВ Юрий Васильевич

Ведущий инженер отдела NDT,
3-й уровень по УЗК
АО «ПЕРГАМ-ИНЖИНИРИНГ»,
Москва

Ускорение научно-технического прогресса в авиации — это в первую очередь значительное расширение номенклатуры применяемых материалов и технологий. С момента появления композитов в 1960-х гг. объем их использования в современных летательных аппаратах неуклонно растет. Благодаря своим качествам эти материалы вытеснили ряд металлических конструкций и заняли прочные позиции в авиастроении. В настоящее время доля композитов составляет 30–40%, а в ряде изделий — до 60%.

Применение композитов в авиации обусловлено их преимуществами:

- стойкость к коррозии;
- возможность получения деталей с заданными удельными характеристиками;
- снижение количества крепежа, массы планера и систем;
- увеличение ресурса планера;
- сокращение трудоемкости и циклов производства летательного аппарата.

При этом область применения композитов в авиастроении продолжает расширяться, а технологии производства постоянно совершенствуются. Это является положительным показателем, демонстрирующим, что продолжается прогресс в достижении давно желаемой рентабельности при сохранении всех преимуществ композитов по сравнению с металлическими конструкциями.



Рис. 1. Пример интегральной конструкции из композита

Основные типы конструкций из композитов в авиастроении это: монолитные; сотовые; интегральные.

Сегодня наиболее перспективны интегральные типы конструкций (рис. 1). Они позволяют существенно снизить трудоемкость изготовления крупногабаритных деталей из композитов за счет широкого внедрения автоматизации и сокращения числа сборочных операций.

В погоне за более высокими характеристиками и удешевлением циклов производства летательных аппаратов происходит постепенный переход от изготовления отдельных элементов конструкций к цельным несущим конструкциям из композитных материалов (рис. 2).

Использование композитных конструкций в силовых частях планера, например, позволяет увеличить длину и стреловидность крыла, тем самым повышая его экономическую эффективность.

Передовые производители в гражданском авиастроении в целях увеличения прибыли повсеместно внедряют конструкции из композитных материалов. Компании Boeing и Airbus в последних моделях самолетов успешно применяют крупногабаритные агрегаты, полностью выполненные из композитов.

В конструкции российских самолетов также широко используются композитные материалы. Например, в самолете Sukhoi Superjet 100 из них выполнены закрылки, створки шасси, обтекатели и др. Ведутся дальнейшие работы по увеличению доли композитов в планере самолета. Доля композитов в новом российском самолете МС-21 будет составлять 40%.

Активное внедрение композитных материалов в конструкции планера гражданской авиации дает очевидные экономические преимущества перед самолетами предыдущего поколения, а именно:

- повышение топливной эффективности за счет снижения массы;
- увеличение ресурса и срока эксплуатации;
- уменьшение расходов на техническое обслуживание;
- уменьшение количества деталей, узлов, стыков, крепежа в конструкции планера, что снижает конечную себестоимость производства самолета.

Требования к безопасности полетов в гражданской авиации становятся все более жесткими. При изготовлении и эксплуатации агрегатов из композитных материалов требуется тщательный контроль дефектов в конструкциях, которые могут привести к снижению несущей способности всего планера и вызвать катастрофические последствия.



Рис. 2. Примеры несущих конструкций, целиком выполненных из композитов

Внедрение перспективных конструкций невозможно без использования передовых методов неразрушающего контроля.

Сотовые конструкции состоят из двух тонких обшивок (несущие слои) и помещенного между ними заполнителя. Заполнитель соединяется с несущими слоями путем склейки. При наличии дефектов в сотовых конструкциях механические характеристики резко ухудшаются. Наиболее распространенные дефекты сотовых конструкций – потеря клеевого соединения обшивок с заполнителем и расслоения в обшивках. Дефекты могут быть как технологического, так и эксплуатационного происхождения. Основным способом выявления таких дефектов является акустический импедансный метод, который основан на применении изгибных волн. Общей смысл метода заключается в анализе изменения механического импеданса или входного акустического импеданса контролируемой сотовой конструкции (рис. 3).

Акустический импедансный метод был разработан специально для контроля многослойных конструкций и за десятилетия применения зарекомендовал себя как надежный и эффективный метод при обнаружении потери клеевого соединения в сотовых конструкциях.

В одной детали толщина обшивок, высота и материал сотового заполнителя в зависимости от прилагаемых нагрузок могут различаться, в зонах соединения с каркасом планера сотовые ячейки обычно заполняются специальным полимерным



Рис. 3. Импедансный контроль. Раздельно-совмещенный преобразователь

заполнителем. Очевидно, что разные зоны такой детали будут иметь различную жесткость, что различным образом влияет на распространение изгибных волн при проведении импедансного контроля. В связи с этим возникает необходимость:

- составлять сложные схемы контроля – технологические карты;
- использовать несколько вариантов настроек оборудования для одной детали;
- проводить разметку детали на зоны, а после контроля ее удалять;
- иметь большое количество калибровочных образцов для каждого типа сотовой конструкции.

Наличие такого большого количества операций увеличивает длительность технологического процесса, повышает утомляемость дефектоскописта и, как следствие, вероятность ошибки.

С увеличением доли композитов в конструкциях планера возросла и площадь, необходимая для проведения контроля. Операции контроля и оформления результатов становятся все более трудоемкими. В условиях повышения экономической эффективности большие временные затраты на тот или иной технологический процесс недопустимы.

Существует готовое решение по увеличению эффективности контроля сотовых конструкций, которое активно используется зарубежными производителями авиационной техники.

Система OmniScan MXB – это многоканальное оборудование, способное обеспечить проведение акустического импедансного контроля на восьми разных частотах в амплитудном и фазовом режимах с двухкоординатной записью карт дефектов в виде С-скана и функцией измерения их размеров (рис. 4).

Для сравнения возможностей системы OmniScan MXB использовался образец, изготовленный с применением двух разных сотовых заполнителей, в котором выполнены отражатели (рис.5, а).

Образец контролировали в амплитудном режиме на частоте 28 кГц. Результат показан на рис. 5, б. На С-скане видно, что при использовании одного режима на одной частоте выявляются зоны № 3 и 6 – соты с полимерным заполнителем. Контрольные отражатели, имитирующие дефекты типа рассло-

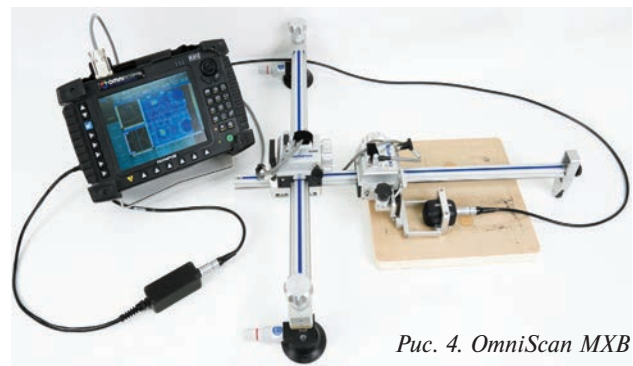


Рис. 4. OmniScan MXB

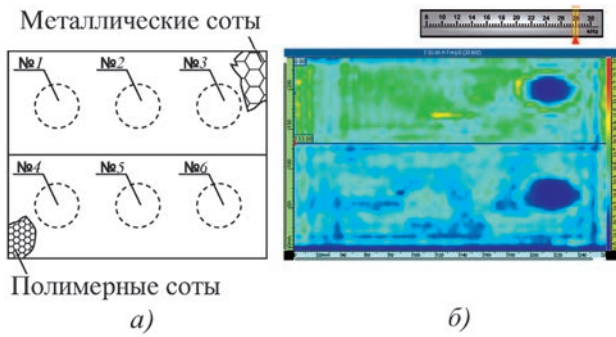


Рис. 5. Эскиз образца (а) и С-скан, полученный при контроле в амплитудном режиме на частоте 28 кГц (б): № 1 и 4 – зоны потери клеевого соединения с сотовым заполнителем; № 2 и 5 – расслоение в обшивке; № 3 и 6 – соты с полимерным заполнителем

ния в обшивке и потеря клеевого соединения не выявлены.

В продолжение эксперимента OmniScan MXB был настроен на два режима работы – амплитудный и фазовый, а так же три частоты контроля соответственно. Указанный образец был просканирован снова. Причем сканирование физически проводилось 1 раз, но данные с экспериментального образца снимались с использованием сразу шести настроек. Все шесть зон были выявлены (рис. 6).

При анализе данных ПО системы позволяет измерить размеры и площадь дефекта специально предназначенным функционалом. При этом точность измерений выше по сравнению со старым методом определения размеров дефекта путем сканирования от границы срабатывания АСД прибора к предполагаемому центру дефектной зоны (рис. 7).

При изготовлении цельных композитных конструкций существует большой риск образования технологических дефектов в различных зонах изгиба монолитных или радиусных зон в интегральных конструкциях. Основная проблема контроля цельных

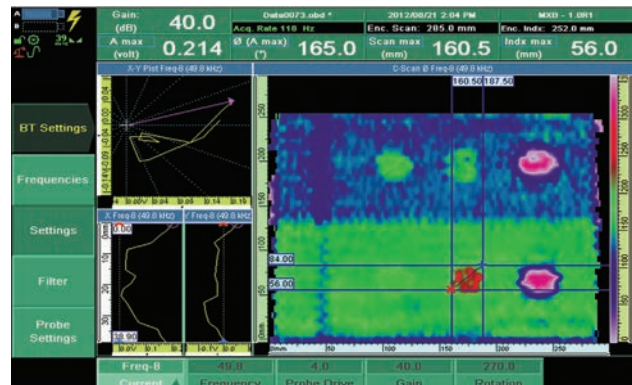


Рис. 7. Измерение размеров дефекта и его площади в OmniScan MXB

многослойных конструкций из композитных материалов состоит в том, что при ультразвуковом методе контроля в радиусных зонах невозможно обеспечить надежный акустический контакт преобразователя и поверхности. Такие зоны часто остаются без обследования ультразвуковым методом.

Дефект технологического происхождения в радиусных зонах композитных конструкций очень опасен. Приложенные нагрузки при эксплуатации вызывают развитие дефекта со временем. И это может привести к трагедии.

Ввиду высокой распространенности радиусных зон в современных композитных конструкциях авиационной техники перед производителями оборудования НК была поставлена задача, выполнение которой обеспечило бы полное решение этой проблемы.

Уже существует отработанное решение на основе ультразвукового метода с применением фазированных решеток. Конструкция преобразователя имеет вогнутую линейную фазированную решетку (рис. 8).

Контроль проводится вдоль оси изгиба на наружном или внутреннем диаметре с погружением в воду. Закон фокусировки в таких преобразователях

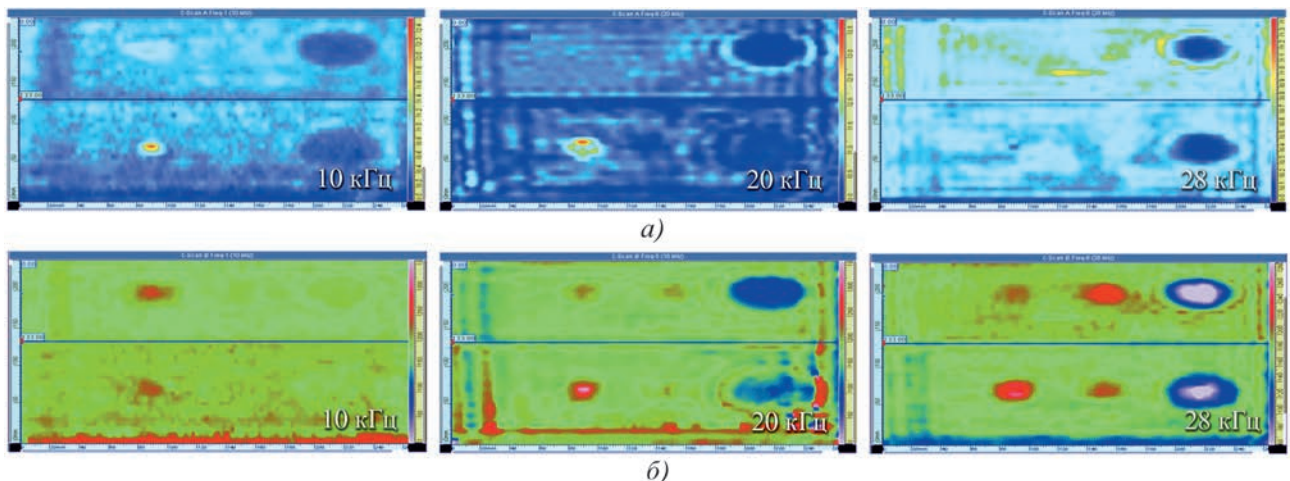


Рис. 6. Показания OmniScan MXB при работе в двух режимах на трех частотах: а – амплитудный режим; б – фазовый режим

рассчитан таким образом, чтобы все ультразвуковые пучки падали на искривленную поверхность под углом 90° . Это позволяет представлять информацию в привычном для технологии фазированных решеток формате A, B, S, C-сканов (рис. 9). Конвексные преобразователи подключаются к любому ультразвуковому дефектоскопу Olympus OmniScan.

Контроль композитов монолитной конструкции проводится ультразвуковым эхоимпульсным методом, очень эффективным для этой задачи. Но контроль многометровых композитных панелей ручным методом преобразователем $\varnothing 10 - 20$ мм с последующим составлением карт дефектов является крайне тяжелой задачей даже для целой бригады дефектоскопистов при условии непрерывной работы в несколько смен.

Многие изделия из композитов имеют большие относительно плоские зоны. При использовании ультразвуковых систем сканирования (рис. 10) с фазированными решетками до 128 элементов схема контроля больших площадей значительно упрощается. Такие операции, как поисковый и браковочный контроль, могут совмещаться в одну операцию. Сканирование с помощью системы можно проводить широкими полосами (шириной до 130 мм) за один проход. ПО оборудования формирует карту дефектов в виде C-скана всей зоны контроля, а в случае потери акустического контакта оборудование выдает звуковую и световую сигнализацию. Поэтому нет смысла все время смотреть на экран прибора при сканировании объекта контроля.

Подобные системы, которые были поставлены компанией «ПЕРГАМ-ИНЖИНИРИНГ», зарекомендовали себя в авиационной отрасли и уже успешно применяются в производстве нового российского самолета MC21 на авиационных заводах «КАПО Композит» и «АэроКомпозит-Ульяновск».

Для контроля дефектов типа расслоение в композитных панелях на заводах применяется система OmniScan MX2 WingScanner (рис. 11).

Эти системы позволяют эффективно формировать историю образования дефектов для каждой композитной панели. Данные можно хранить и накапливать в течение всего жизненного цикла композитной детали. Это позволяет следить за образованием и развитием дефектов в серийных изделиях. Влияние ошибочной интерпретации индикаций дефектоскопистом минимально. Накапливая архив данных контроля, можно формировать статистику по выявлению слабых зон деталей, где образуется наибольшее количество дефектов. Это, например, может быть полезно при проектировании новых композитных деталей или для предупреждения образования дефектов в конкретных местах на серийных деталях.

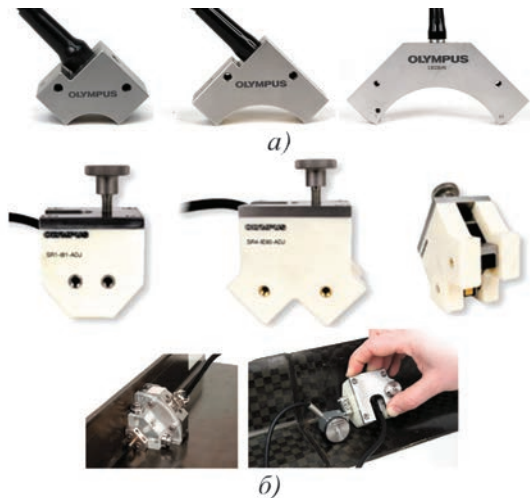


Рис. 8. Конвексные преобразователи. 16-; 32-; 64-элементная вогнутая линейная фазированная решетка (а) и иммерсионные призмы для контроля на внутреннем диаметре конвексными преобразователями (б)

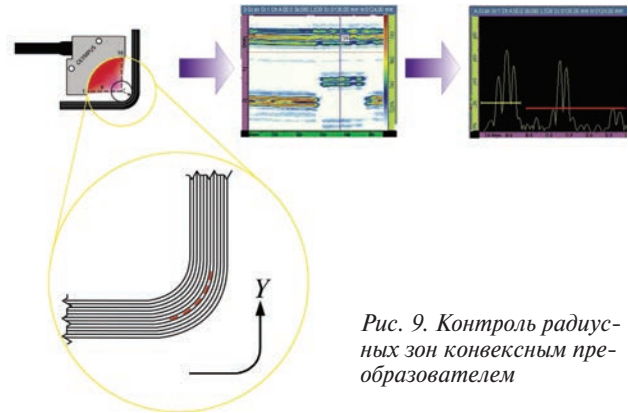


Рис. 9. Контроль радиусных зон конвексным преобразователем



Рис. 10. Системы ультразвукового картографирования дефектов OmniScan MX2 Glider

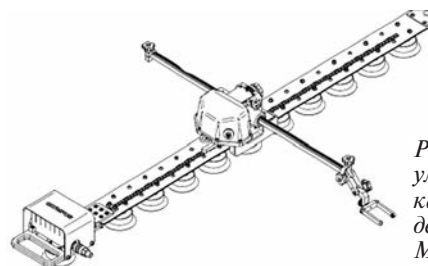


Рис. 11. Система ультразвукового картографирования дефектов OmniScan MX2 WingScanner

КОНТРОЛЬ СТРУКТУРЫ ЧУГУНА УЛЬТРАЗВУКОВЫМ ТОЛЩИНОМЕРОМ MICROGAGE III DLCW



БОГОМОЛОВ

Иван Александрович

Инженер, ООО «Панатест», Москва



СЕМЕРЕНКО

Алексей Владимирович

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

Одной из основных проблем при производстве чугунного литья является идентификация отливок с различной формой графита. Форма графита, содержащегося в чугуне, оказывает непосредственное влияние на механические свойства отливок.

Различают белый чугун, в котором углерод входит в химическое соединение с железом (цементит), и чугун, в котором углерод содержится в виде графита различной формы. Последний чаще всего применяется в промышленности, но иногда используется также белый чугун,

обладающий повышенной твердостью.

Серый чугун (СЧ) содержит включения графита пластинчатой формы, и он является наименее прочным. Высокопрочный чугун (ВЧ), наиболее прочный из чугунов, характеризуется шаровидной формой включений графита. Чугун с вермикулярной формой графита (ЧВГ) занимает промежуточное положение по прочности между СЧ и ВЧ. Появление чугуна с включениями шаровидного и вермикулярного графита расширило масштабы производства и применения чугуна, но и вызвало необходимость совершенствования методов НК.

Методы ультразвукового контроля (УЗК), широко применяемые в последние годы в ста-

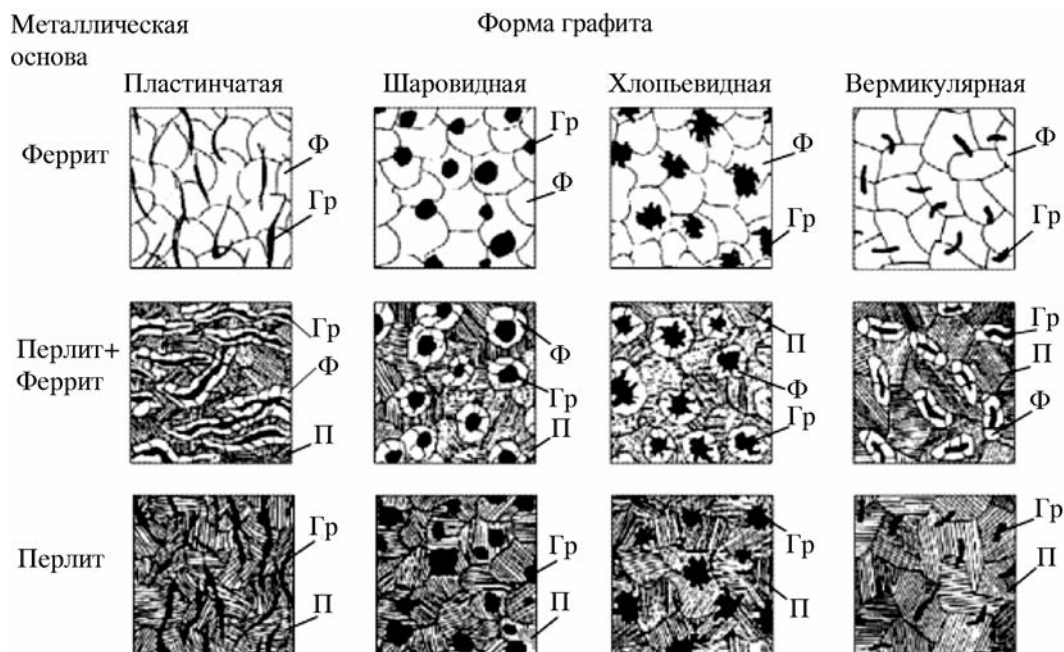


Рис. 1. Форма графита в отливках:
Гр – графит; П – перлит; Ф – феррит

лелитейной и сталепромышленности, не подходят для контроля чугунных отливок. Измерение характеристик и сравнительная оценка однородности формы графита является одной из перспективных областей применения ультразвука.

Обычно высокопрочный чугун получается путем модифицирования магниевым модификатором высокоуглеродистого чугуна с добавлением графитизаторов перед заливкой в форму или в момент заливки. Если модификатор оказывается неоднородным или же процесс заливки не был проведен должным образом, образуется лите с отклонениями в содержании шаровидного графита (и, соответственно, с нарушением механических свойств и твердости). Это может выражаться в наличии включений пластинчатого графита в отливке из чугуна с шаровидным графитом, что недопустимо. Из-за этих нарушений значительно изменяются механические свойства металла, поэтому требуется контроль чугуна с шаровидным графитом на однородность. При этом важную роль играет как распределение включений графита в отливке (они должны распределяться равномерно), так и форма этих включений (шаровидная, вермикулярная или пластинчатая, рис. 1).

Для определения формы графита, содержащегося в чугуне, могут быть использованы стандартные лабораторные разрушающие методы контроля (визуально – посредством микроскопа) и косвенные (механические) – проверка на прочность. Однако самые быстрые результаты, к тому же без разрушения объекта контроля, дает ультразвуковой (УЗ) метод.

Форма графита в чугуне оценивается по скорости и затуха-

нию продольных ультразвуковых волн. Установлено, что в чугуне с выпавшим графитом скорость ультразвука увеличивается при:

- снижении содержания графита;
- уменьшении размеров графитовых включений;
- изменении их формы от пластинчатой к шаровидной;
- относительном увеличении количества шаровидных графитовых включений;
- увеличении содержания перлита, цементита в металлической основе.

Экспериментально выбираются акустические характеристики, имеющие наибольшую корреляцию с исследуемыми параметрами чугуна. С учетом этой информации о графите (содержание, форма, размер) обычно получают по скорости ультразвука, а информацию о металлической основе (матрице) – по его затуханию.

Так как значения скорости ультразвука в высокопрочном чугуне с шаровидным графитом и в сером чугуне различаются, по результатам ее измерения может быть сделан вывод о содержании шаровидного графита в контро-

лируемой отливке. Точные значения скорости ультразвука зависят от химического состава сплава, его структуры и других технологических переменных. Значения скорости ультразвука следует всегда проверять на стандартных образцах из материала объекта контроля. При этом пользователь должен для каждого конкретного случая измерения составлять карту скорости ультразвука в зависимости от процентного содержания шаровидного графита.

Частным случаем применения УЗК является определение наличия включений пластинчатого графита в чугуне с шаровидным графитом. Так как скорость ультразвука в сером чугуне



Рис. 2. Комплект образцов из чугуна для ультразвуковой структуроскопии



Рис. 3. Отображение значения скорости на дисплее толщиномера

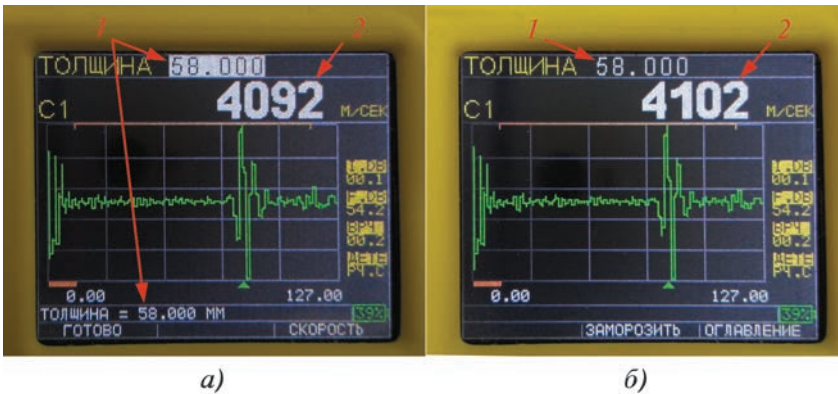


Рис. 4. Изображение экрана толщиномера в режиме настройки (а) и в режиме измерения (б):
1 – значение толщины; 2 – значение скорости

Значения скорости ультразвука в материале

Номер образца	Форма графита по ГОСТ 3443–77	Структура образцов*			Измеренное значение скорости, м/с
		Перлит, %	Феррит, %		
1А1	Гф 13	20	80	5330	
1А1Ф	Гф 13	0	100	5465	
1А4Ф	Гф 4	0	100	4135	
1А6Ф	Гф 2	0	100	3913	
1А6П	Гф 2	78	22	4046	
1А6	Гф 2	6	94	3984	

Химический состав образцов

Номер плавки	Содержание химических элементов (% по массе)								
	С	Si	Mn	Cr	Ni	Al	P	S	Mg
1А	2,97	3,07	0,46	0,14	0,99	1,11	0,05	0,004	0,062

Для получения шаровидной формы графита в чугуне использовали Ni–Mg лигатуру. Для получения различной формы графита при температуре 1623 К через каждые 10 мин. отбирали пробы чугуна.

* Образцы и сведения о них представлены Л.В. Воронковой (АО «НПО «ЦНИИТМАШ»).

ниже, чем в чугуне с шаровидным графитом, время прохождения ультразвука через отливку, содержащую включения серого чугуна, будет больше, чем через отливку, выполненную полностью из чугуна с шаровидным графитом. Для получения данных о других факторах, влияющих на свойства реальных отливок, всегда рекомендуем пользователю проводить настройку приборов на стандартных образцах из чугуна с известной структурой.

Скорость ультразвука нелинейно зависит от процентного

содержания шаровидного графита, и на нее влияет как процентное содержание графита, так и форма его включений. В любом случае ожидается, что в двух отливках, идентичных по процентному содержанию графита, скорость ультразвука будет значительно различаться, если одна отливка содержит графит пластинчатой формы (серый чугун), а другая – шаровидный (высокопрочный чугун).

В качестве объекта контроля на рис. 2 предоставлен набор образцов из чугуна одной плавки, но с разной формой гра-

фита. Геометрические размеры образцов – 58×31×28 мм.

Для проведения испытаний по контролю структуры чугуна был выбран прецизионный ультразвуковой толщиномер Microgagе III CDLW и преобразователь с частотой 2,25 МГц производства Sonatest Ltd, Великобритания.

Порядок работы с прибором следующий. Толщиномер калибруется, затем включается специальный режим «Измерение скорости». Преобразователь устанавливается на объект контроля, а в прибор вводится значение толщины в месте измерения (рис. 3, 4).

В процессе контроля можно изменять следующие параметры: начальное и конечное усиление, развертку, ВРЧ (временную регулировку чувствительности), задержку и затенение сигнала ПЭП, что позволяет увеличить соотношение сигнал/шум.

Важной особенностью толщиномера является возможность оперативного ввода значения толщины в процессе измерения.

Измеренные значения скорости ультразвука в материале приведены в таблице.

Выводы

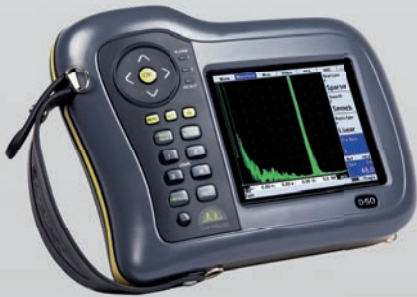
Результаты испытаний показали стабильную зависимость значений скорости УЗ от структуры чугуна, что позволяет провести разбраковку отливок на соответствие формы графита в чугуне ультразвуковым методом неразрушающего контроля.

Толщиномер Microgagе III рекомендовал себя как прибор, способный быстро и точно измерить скорость ультразвука в материале. Масса прибора составляет всего 230 г, что не создает проблем для работы с ним в течение всей рабочей смены.

УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ ДЕФЕКТОСКОПЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

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

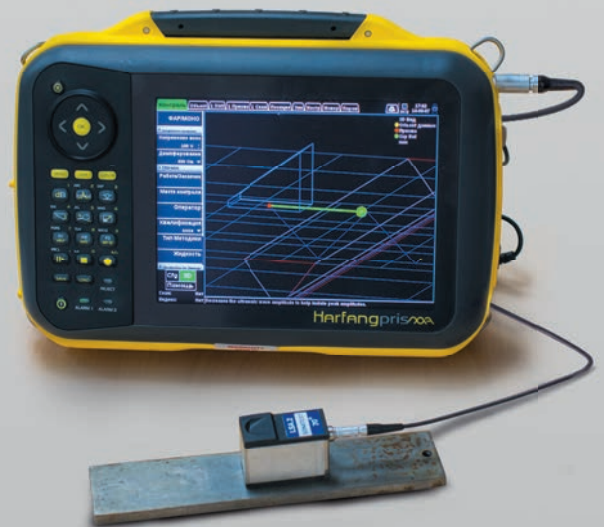
SONATEST 500M/D50



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

HARFANG PRISMA UT

*Ваша задача –
наше решение!*



SONATEST 700M/D70



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

Особенности:

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

СЕРТИФИКАЦИЯ ПЕРСОНАЛА НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ В СЕКТОРЕ «АВИАЦИЯ И КОСМОНАВТИКА» В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ НОВОЙ ВЕРСИИ СТАНДАРТА EN 4179 2014 ГОДА



БАТОВ

Георгий Павлович

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

Процедура сертификации персонала неразрушающего контроля зависит от того, в какой области и в соответствии с требованиями какой системы она проводится.

Существует два основных подхода к сертификации персонала неразрушающего контроля:

- сертификация в независимом от работодателя органе по сертификации (сертификация третьей стороной);
- сертификация работодателем.

В настоящее время обе процедуры широко используются и нет однозначного понимания, какая из них позволяет более достоверно оценить квалификацию специалиста. В случае сертификации третьей стороной специалист, прошедший подготовку и сертификацию, может не знать особенностей производимой работодателем продукции, исполь-

зуемых техник контроля и критериев браковки. При сертификации второй стороной возможны злоупотребления и несоблюдение процедур сертификации со стороны работодателя.

В РФ сертификация специалистов в Единой системе оценки соответствия системе (ЕСОС), системе Российского общества по неразрушающему контролю и технической диагностики (РОНКТД) и других системах проводится по сходным процедурам. Это объясняется тем, что основой для этих систем являются европейский стандарт EN 473 (в настоящее время отмененный) и международный стандарт ISO 9712. По сути эти два стандарта идентичны за исключением требований к минимальному стажу кандидата и количеству требуемых часов подготовки.

При неразрушающем контроле воздушных судов (ВС) и ракетно-космической техники стоимость ошибки слишком высока. Для сертификации персонала, проводящего неразрушающий контроль воздушных судов, разработан специализированный стандарт EN 4179 (Аэрокосмическая серия. Сертификация и утверждение персонала для неразрушающего контроля). В настоящее время действует версия стандарта EN 4179:2009, которая является обязательной для организаций, проводящих техническое обслуживание и ремонт ВС в странах Европейского союза.

Стандарт EN 4179 предусматривает сертификацию персонала работодателем под контролем национального совета по неразрушающему контролю в области авиации и космонавтики (NANDTB) или сторонней организацией под контролем NANDTB и работодателя. Такой подход, с одной стороны, обеспечивает проведение подготовки персонала с учетом особенностей изделий и технологий контроля, применимых работодателем, с другой стороны, работодатель не может бесконтрольно выписывать удостоверения. В отличие от стандартов ISO 9712 и SNT-TS-1A стандарт EN 4179 уделяет максимальное внимание не процедуре экзаменов и сертификации, а процедуре подготовки персонала, необходимым навыкам, занятиям и стажировкам, которые обучающиеся должны пройти. Курс подготовки индивидуален для каждого работодателя, так как меняется ассортимент изделий и применяемые технологии контроля.

В 2014 г. завершалась разработка новой версии гармонизированного международного стандарта EN 4179:2014/NAS 410. CEN (Европейский комитет по стандартизации) не утвердил этот стандарт. Несмотря на это, Европейское агентство по авиационной безопасности (EASA) приняло решение об обязательном использовании prEN 4179:2014 (опубликованного как предварительный стандарт).

EASA является надзорным органом за безопасностью воздушного транспорта и отвечает в целом за обеспечение безопасности полетов и действующую нормативную документацию. Так как один орган не в состоянии контролировать все сферы деятельности по обеспечению безопасности полетов, часть полномочий EASA делегировала вспомогательным структурам.

По предложению EASA, для контроля процедур подготовки и сертификации персонала НК в области авиации и космонавтики, аудита учебно-сертификационных центров работодателей и сторонних организаций – поставщиков услуг по подготовке и сертификации были созданы национальные советы по НК в области авиации и космонавтики. В целях координации деятельности советов создан форум национальных советов по НК в области авиации и космонавтики. Форум является рабочей группой при EFNDT (Европейской федерации по неразрушающему контролю) и собирается 2 раза в год. Совет по НК в ГА РФ является полноправным членом форума с 2007 г. В РФ действует отечественный стандарт ГОСТ Р 55252–2012, являющийся национальной версией EN 4179, председателем Совета по НК ГА РФ является заместитель руководителя Ространснадзора В.Б. Черток.

Обучение специалистов по НК ВС в РФ проводится согласно перечням специалистов авиационного персонала и осуществляется сейчас в соответствии с ФАП «Требования к образовательным организациям и организациям, осуществляющим обучение специалистов соответствующего уровня согласно перечням специалистов авиационного персонала. Форма и порядок выдачи документа, подтверждающего соответствие образовательных организаций и организаций, осу-



Заседание форума советов по НК в области авиации и космонавтики. Испания, Севилья 2015 г.



Аудит «НУЦ «Качество» Германским советом по НК в области авиации и космонавтики

ществляющих обучение специалистов соответствующего уровня согласно перечням специалистов авиационного персонала, требованиям федеральных авиационных правил», введенных приказом Минтранса от 29 сентября 2015 г. (зарегистрировано в Минюсте России 25 марта 2016 г. № 41576), действующих с 29 июня 2016 г.

Требования EASA являются обязательными для российских компаний, выполняющих международные перевозки, и компаний, эксплуатирующих ВС производства ЕС и США.

Так как НУЦ «Качество» проводит подготовку и прием экзаменов у специалистов, проводящих неразрушающий контроль зарубежных ВС производства ЕС и США (НУЦ «Качество» одобрен Национальным советом по НК в области авиации и космонавтики Германии (BDLI) как

поставщик услуг по подготовке и сертификации персонала НК), выполнение требований новой версии стандарта для нас тоже обязательно.

Последнее заседание форума проходило в Мюнхене (Германия) в рамках 19-й Международной конференции по неразрушающему контролю в июне 2016 г. В заседании форума со стороны Совета по НК в ГА РФ принимал участие секретарь Совета НК ГА РФ Г. П. Батов. Заседание совета было посвящено обсуждению с EASA трактовки требований нового стандарта и выработке общего подхода к процедуре сертификации персонала.

Представитель EASA на форуме Кармен Чарита подчеркнула важную роль национальных советов по НК в области авиации и космонавтики и подтвердила, что вся ответственность за сертификацию персонала, про-

водящего контроль воздушных судов, возложена на национальные советы. Кармен Чарита официально объявила о необходимости применения новой версии стандарта 4179 и разъяснила позицию EASA по вопросу сертификации персонала НК, работающего по PART 21 (производство деталей и узлов авиационной и космической техники). Было подтверждено, что процедура сертификации персонала, работающего по PART 21, должна быть гармонизирована с процедурой, используемой в PART 145 (эксплуатация ВС). То есть сертификация специалистов НК как при производстве, так и при эксплуатации воздушных судов должна проходить в соответствии с EN 4179 под контролем национальных советов.

В связи с требованием EASA использовать новую версию стандарта основной задачей форума советов было согласование с представителями EASA трактовки требований стандарта и утверждение процедур подготовки и приема экзаменов.

После обсуждения на форуме некоторых спорных вопросов по новому стандарту были приняты следующие решения.

- Специалист третьего уровня при сдаче экзамена на знание методов НК должен ответить на 70 тестовых вопросов по всем семи методам НК, представленным в стандарте (не

менее пяти вопросов по каждому методу).

- Руководства по НК (NDTM) или «Процедуры работодателя» должны быть подробными и адаптированными к организации, и считается некорректным, если NDTM просто ссылается на EN4179.
- NDTM должно пересматриваться каждый раз, когда добавляется новая техника (в существующем методе), и в руководстве должны быть определены объемы дополнительной подготовки, опыт или экзамены, которые необходимы для работы с этой техникой.
- Организации, использующие уровень 1 ограниченный, должны пересмотреть свои допуски к работам по НК, так как специалист не может обладать более чем тремя сертификациями на уровень 1 ограниченный.
- Специалисты не могут быть сертифицированы на 3-й уровень без предшествующей сертификации на 2-й уровень. Это требование должно быть добавлено в «Процедуру работодателя» и применяться для сертификации персонала после введения EN 4179.
- Ответственный специалист уровня 3 должен определять в NDTM раздел «Общие экзамены», которые могут проводиться внешним агентством, и дополнительные экзамены по специфике применения технологий НК работодателем.

- Работодатель должен разработать и внедрить документированный ежегодный процесс для оценки технического профессионализма по каждому методу в течение цикла сертификации персонала, производящего или проверяющего изделия. Работодатель должен добавить такую процедуру в NDTM (процедура не прописана в стандарте. Создана рабочая группа для разработки типовой процедуры проведения оценки компетентности).
- Ответственный специалист 3-го уровня всегда только одно лицо. Он не обязательно должен быть сертифицирован на все методы НК.
- Методики контроля утверждаются специалистом 3-го уровня. Если таких специалистов нет в штате организации, их можно привлекать по договорам.

Регулярное участие представителей НУЦ «Качество» в форуме советов (как членов Совета по НК ГА РФ) позволяет своевременно получать необходимую информацию об изменениях в процедурах сертификации персонала НК в области авиации и космонавтики.

Всю актуальную информацию можно найти на сайте Совета по НК в ГА РФ: www.nandtb.ru и дополнительную информацию – на сайте ООО «НУЦ «Качество».

Ответы на кроссворд, опубликованный в №3 (июль-сентябрь), 2016

По горизонтали: 1. Сканер. 3. Подрез. 5. Амплитуда. 6. Шум. 7. Пора. 10. Обнаружение. 12. Дефектометрия. 13. Сертификат. 15. Оценка. 21. Затухание. 22. Рэлей. 24. Узел. 25. Отбел. 27. Индикация. 30. Прожог.

По вертикали: 2. Центр. 4. Брызги. 7. Помеха. 8. Протектор. 9. Край. 11. Пучок. 14. Тень. 16. Вогнутость. 17. Кратер. 18. Усилитель. 19. Цикл. 20. Измерение. 23. Напряжение. 26. Вид. 28. Кварц. 29. Карта.