

Территория NDT

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ

2, 2020

апрель – июнь (34)

OLYMPUS®

Дефектоскоп OmniScan® X3



Прибор, которому можно доверять

Метод полной фокусировки (TFM) и полноматричный захват (FMC), а также поддержка 64-элементной апертуры

Улучшенная визуализация дефектов элементами фазированной решетки, включая инновационную функцию огибающей TFM и моделирование акустического воздействия в режиме TFM.

Возможность создания полной схемы сканирования, не упуская ни малейшей детали, с помощью средств визуализации ПО.



www.olympus-ims.com/omniscan-x3

Olympus и OmniScan являются зарегистрированными товарными знаками Olympus Corporation.



СОВМЕСТНЫЙ ПРОЕКТ ОДИННАДЦАТИ НАЦИОНАЛЬНЫХ ОБЩЕСТВ ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ

-ЛОВИТЕ!



ВСЁ ОБОРУДОВАНИЕ

OLYMPUS®

ПО ЦЕНАМ 2019!*

* курс 65 RUB за 1 USD

Предложение действительно до 1 Июля 2020 г.

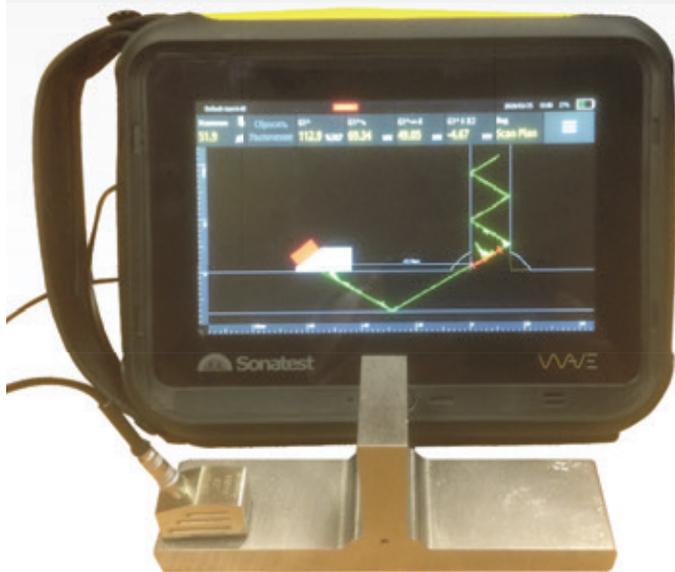


Дистрибьютор №1 по продажам промышленного оборудования OLYMPUS в РФ и странах СНГ*

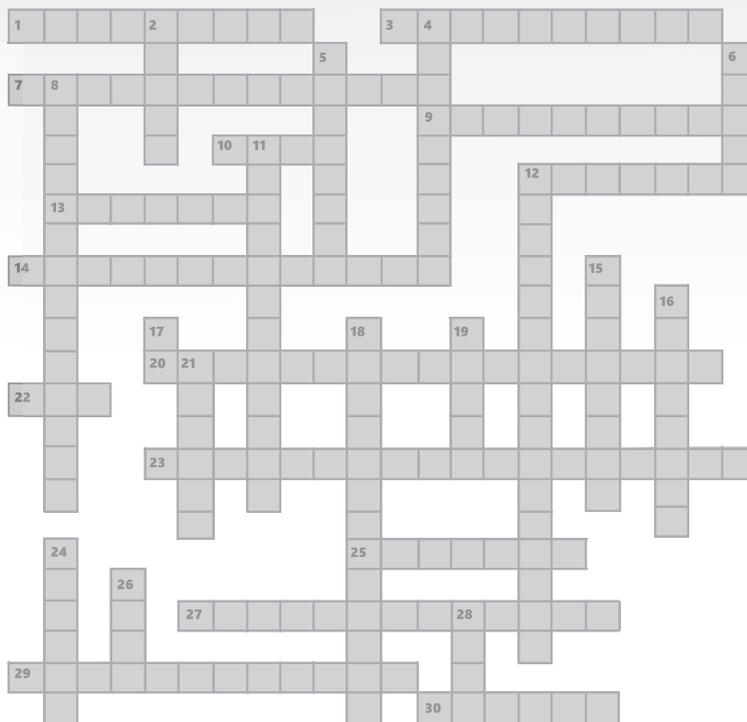
* по данным ООО «Олимпас Москва»

<http://pergam.ru/NDT>

Неразрушающий контроль



Контроль тавровых сварных соединений с помощью ультразвукового дефектоскопа Harfang Wave



По горизонтали:

1. Узел электронного блока, служащий для визуального (графического или текстового) представления информативных сигналов. **3.** Узел ультразвукового дефектоскопа, служащий для измерения отношения амплитуд сигналов, выражаемого обычно в децибелах. **7.** Документ, выдаваемый независимым органом, удостоверяющий, что специалист компетентен в осуществлении неразрушающего контроля одним или несколькими видами (методами) неразрушающего контроля в определенной области аттестации в соответствии с присвоенным уровнем квалификации. **9.** Способность аппаратуры надежно различать близко расположенные дефекты. **10.** Область рентгеновской трубки, через которую эмитируется излучение. **12.** Количество периодов колебаний в единицу времени. **13.** Жесткий или гибкий светонепроницаемый контейнер для размещения радиографической пленки или бумаги при экспозиции с усиливающим экраном или без него. **14.** Электронное устройство, позволяющее выявлять сигналы с амплитудой большей (или меньшей) определенного уровня. **20.** Электронное устройство, служащее для анализа спектра исследуемого сигнала. **22.** Плоский угловой отражатель, высота которого находится целиком в зоне акустического пучка, а длина выходит за его края. **23.** Площадь проконтролированной поверхности или количество объектов контроля, проверяемых в единицу времени. **25.** Форма пенетранта в виде молекулярной или коллоидной дисперсии люминофора, красителя или другого индикатора в жидком носителе. **27.** Узел электронного блока, задающий частоту следования импульсов возбуждения и согласующий по времени работу всех других электронных узлов. **29.** Промежуток времени между началом и концом импульса, измеренный при определенных уровнях относительно амплитуды импульса. **30.** Контрольный отражатель в виде паза.

По вертикали:

4. Отрицательный электрод рентгеновской трубки. **5.** Документ, содержащий краткое описание способов, приемов и режимов контроля объектов, правил использования оборудования и приборов, а также требований безопасности. **6.** Дефект поверхности в виде отслоения языкообразной формы, частично соединенного с основным металлом, образовавшегося от раската окисленных брызг, заплесков и грубых неровностей поверхности слитка, обусловленных дефектами внутренней поверхности изложницы. **8.** Выделение информационного (модулирующего) сигнала из модулированного колебания высокой (несущей) частоты. **11.** Образование, профессиональные знания, навыки и опыт, которые дают возможность специалисту профессионально выполнять неразрушающий контроль. **12.** Минимальный размер дефекта, обнаруживаемый при конкретных условиях контроля. **15.** Дефект поверхности, представляющий собой углубление неправильной формы и произвольного направления, образующееся в результате механических повреждений, в том числе при складировании и транспортировке металла. **16.** Физическая величина, характеризующая быстроту перемещения упругих волн в среде. **17.** Дефект поверхности, представляющий собой продольный выступ с одной или двух диаметрально противоположных сторон прутка, образовавшийся вследствие неправильной подачи металла в калибр, переполнения калибра или неправильной настройки валков и привалковой арматуры. **18.** Показатель неразрушающего контроля (количественный или качественный), связанный с вероятностями принятия безошибочных решений о наличии или отсутствии дефектов. **19.** Дефект поверхности, представляющий собой прикатанный продольный выступ, образовавшийся в результате закатывания уса, подреза, грубых следов зачистки и грубых рисок. **21.** Дефект поверхности в виде углубления, расположенного по всей длине или на отдельных участках проката и образовавшийся вследствие неправильной настройки привалковой арматуры или одностороннего перекрытия калибра. **24.** Экранированный проводник, соединяющий электронный блок с преобразователем или электронные блоки между собой. **26.** Соединение, при котором излучающий и приемный наклонные преобразователи располагаются на поверхности ввода рядом, а их акустические оси пересекаются в исследуемой точке объекта контроля. **28.** Область объекта, контролируемая по определенной методике (например, наклонным преобразователем, когда другие части объекта проверяют другими преобразователями или при другой настройке дефектоскопа).

ЮЛИЮ ВИКТОРОВИЧУ ЛАНГЕ — 95 ЛЕТ!



17 мая 2020 г. исполнилось 95 лет известному ученому в области акустических методов неразрушающего контроля, доктору технических наук, почетному члену Международной академии неразрушающего контроля и Академии электротехнических наук РФ, члену Научного совета по автоматизированным системам диагностики и испытаний РАН, участнику Великой Отечественной войны Юлию Викторовичу Ланге. В 18-летнем возрасте в 1943 г. его призвали в действующую армию, сначала на 3-й Украинский фронт, после тяжелого ранения и излечения он оказался в частях, дислоцированных в Иране, где и закончил службу в 1946 г.

В 1952 г. Юлий Викторович с отличием окончил Всесоюзный заочный политехнический институт – ВЗПИ (г. Москва).

Трудовая деятельность Ю.В. Ланге началась в 1946 г. в Московском энергетическом институте, затем продолжилась во Всесоюзном институте авиационных материалов (ВИАМ). Тогда в авиации начали применять сотовые конструкции, и ответом на запросы промышленности о необходимости поиска решения в их контроле явился вывод о применении низкочастотных изгибных колебаний. Ознакомившись с работами сотрудника Акустического института АН СССР д-ра физ.-мат. наук, проф. А.В. Римского-Корсакова в области исследования свойств музыкальных инструментов и измерения механических импедансов корпусов кораблей, Ю.В. Ланге предложил принципиально новый метод контроля по оценке реакции объекта контроля на преобразователь, возбуждающий в наружном слое изгибные волны звуковых частот, названный им импедансным. Реализацией метода стало устройство для контроля качества и однородности склейки изделий на основе определения механического импеданса контролируемого изделия.

В исследованиях импедансного метода и разработке опытного образца дефектоскопа принимали участие З.И. Манаева, В.Д. Давыдов и др. В далеком 1960-м году Ю.В. Ланге передал образец прибора под названием «ИКС» (испытатель клеевых соединений) на завод «Электроточприбор», г. Кишинев. Специалистами завода была выпущена опытная партия импедансного акустического дефектоскопа ИАД-1 (В.Т. Бобров и др.) и разработана новая конструкция электронного блока дефектоскопа ИАД-2 (А.Д. Гольден, С.Л. Яковис). С участием специалистов завода (С.М. Шварцман и др.) был разработан более совершенный дефектоскоп ИАД-3. Всего примерно за 10 лет было выпущено около тысячи импедансных дефектоскопов. Как вспоминает Юлий Викторович, до 1973 г. импедансный метод применялся только в СССР, однако после показа в 1972 г. дефектоскопа ИАД-3 на выставке в Лондоне, в 1973 г. британская фирма Inspection Instruments объявила о разработке дефектоскопа AFD-2, представлявшего собой практически точную копию ИАД-3, но выполненную на полупроводниках. С тех пор импедансный метод используется за рубежом под названием Mechanical Impedance Analysis (MIA) Method.

Наряду с импедансным в 1962 г. Ю.В. Ланге предложил велосиметрический метод НК, в основе которого лежит использование дисперсии скорости распространения антисимметричной волны Лэмба. Дефекты определяются по изменению фазы или времени распространения упругих волн. В исследовании велосиметрического метода принимали участие В.В. Мурашов, Н.В. Шишкина и др. Велосиметрический дефектоскоп УВФД-1, разработанный в 1965 г. совместно с ВНИИНК (канд. техн. наук С.А. Филимонов, В.В. Пахомов), в конце 1960-х гг. серийно выпускался заводом «Электроточприбор», г. Кишинев. Первые сведения о применении велосиметрического метода за рубежом появились лишь в 1970 г. (приборы Sondicator, Harmonic Bondtester и др.). Ю.В. Ланге теоретически и экспериментально исследовал динамическую гибкость сухого точечного контакта, которая определяет эксплуатационные возможности низко-

частотных методов контроля, усовершенствовал локальный метод свободных колебаний, разработал и исследовал несколько типов преобразователей низкочастотных акустических дефектоскопов.

Именно в ВИАМе, в котором он проработал более 20 лет, прошло формирование Юлия Викторовича как ведущего ученого в области неразрушающего контроля, основоположника принципиально нового импедансного метода контроля. Результаты исследований были доведены им до практической реализации: в течение многих лет кишиневское ПО «Волна» и МНПО «Спектр», г. Москва, серийно выпускали импедансные дефектоскопы, ими были оснащены все предприятия авиационной промышленности СССР.

По результатам оригинальных исследований в 1970 г. в диссертационном совете Всесоюзного научно-исследовательского института авиационных материалов, г. Москва, Ю. В. Ланге успешно защитил диссертацию по специальности 05.206 на соискание ученой степени кандидата технических наук на тему «Разработка и исследование акустических методов неразрушающего контроля многослойных конструкций».

В 1972 г. Ю.В. Ланге был приглашен на работу в НИИ интроскопии, где продолжил исследования низкочастотных акустических методов контроля, опубликовал свою монографию «Акустические низкочастотные методы и средства неразрушающего контроля многослойных конструкций». Результаты многолетних исследований были обобщены Юлием Викторовичем в 1984 г. в диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук на тему «Разработка теории и технических средств акустического контроля многослойных конструкций и изделий из пластиков», защищенной в диссертационном совете 05.11.13 НИИ интроскопии, г. Москва.

Д-р техн. наук Ю.В. Ланге является активным автором, им создано свыше 200 научных работ и около 20 патентов. Ю.В. Ланге – участник многих международных и отечественных симпозиумов и конференций. Его научные статьи и изобретения широко известны ученым и специалистам, список цитирования его работ составил более 1400 единиц, а индекс Хирша – 14. По данным РИНЦ, он входит в ТОП-100 самых цитируемых и ТОП-100 самых продуктивных российских ученых по направлению «ПРИБОРОСТРОЕНИЕ».

Большое внимание Ю.В. Ланге уделял подготовке специалистов высшей квалификации, много лет он являлся членом диссертационного совета Д520.010.01 при НИИИН МНПО «Спектр», под его руководством подготовлены и защищены 5 кандидатских диссертаций. Как член редколлегии и автор научных публикаций Ю.В. Ланге принимал активное участие в работе редакционных советов научных журналов «Контроль. Диагностика», «Дефектоскопия», «В мире неразрушающего контроля», в течение ряда лет был региональным редактором по Восточной Европе международного журнала Nondestructive Testing and Evaluation. Совместно с И.Н. Ермоловым Юлием Викторовичем подготовлен уникальный 3-й том справочника «Неразрушающий контроль» – книга «Ультразвуковой контроль», переведенная на английский язык. Значителен вклад Юлия Викторовича в развитие методологии неразрушающего контроля – он один из авторов ряда государственных стандартов СССР.

Ратные подвиги и научно-производственная деятельность Ю.В. Ланге отмечены высокими правительственными наградами – орденом Отечественной войны, медалью «За победу над Германией», двумя орденами Трудового Красного Знамени, медалями «За доблестный труд», «Ветеран труда».

Юлий Викторович – настоящий товарищ, интересный собеседник, прекрасный семьянин – вместе с супругой – Зинаидой Ивановной Манаевой они воспитывают уже правнуков.

**От имени Российского общества по неразрушающему контролю и технической диагностике,
ЗАО «НИИ интроскопии МНПО «Спектр»,
коллективов ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов»
и редакции журнала «Территория NDT», а также коллег и друзей
сердечно поздравляем Юлия Викторовича с юбилеем,
желаем неразрушаемого здоровья, благополучия и долгих лет жизни!**

Территория NDT

СОДЕРЖАНИЕ

№2 (апрель – июнь), 2020

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

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

Редакционный совет:
Азизова Е.А.
(Узбекистан, заместитель председателя УзОНК)
Аугутис В. (Литва)
Венгринович В.Л.
(Беларусь, председатель БАНК и ТД)
Зайтова С.А.
(Казахстан, президент СРО КАЗАХСТАНСКИЙ РЕГИСТР)
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)
Ткаченко А.А.
(Молдова, президент НОНКТД РМ)

Редакция:
Агапова А.А.
Клейзер Н.В.
Сидоренко С.В.

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 апреля 2020
Подписано в печать 25 мая 2020
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»
127273, г. Москва,
Сигнальный проезд, д. 19

ПОЗДРАВЛЯЕМ

Ю.В. Ланге – 95 лет	с. 2 обл.
В.М. Ушакову – 70 лет	3
В.В. Сухорукову – 85 лет	4
В.Ф. Тарабрину – 60 лет	6
Р.Г. Маеву – 75 лет	8
ООО «НПЦ «ЭХО+» – 30 лет	9

ИНТЕРВЬЮ НОМЕРА

Доверять людям и опираться на специалистов. Интервью с В.А. Сясько	10
---	----

ВЫСТАВКИ. СЕМИНАРЫ. КОНФЕРЕНЦИИ

XXII Всероссийская научно-техническая конференция по неразрушающему контролю и технической диагностике и VII Международный промышленный форум «Территория NDT 2020»	14
Отчеты о работе секций XXII Всероссийской конференции по неразрушающему контролю и технической диагностике	20
Базулин А.Е. Сообщение о вручении Национальной премии в области неразрушающего контроля и технической диагностики	36
Салон инноваций в области неразрушающего контроля, технической диагностики и мониторинга состояния промышленных объектов	40
Беседы на VII Международном промышленном форуме «Территория NDT 2020. Неразрушающий контроль. Испытания. Диагностика»	44
Крылова Д.О. Семинар в ЦНИИТМАШ для специалистов по электромагнитным методам неразрушающего контроля	50

МЕТОДЫ, ПРИБОРЫ, ТЕХНОЛОГИИ

Серия призм с фокусировкой по пассивной оси (PAF)	52
--	----

ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ

XVII Всероссийский конкурс специалистов неразрушающего контроля	56
--	----

НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ И СТАНДАРТЫ

Зайтова С.А. Общие проблемы межгосударственной системы стандартизации на примере деятельности МТК 515 «Неразрушающий контроль»	60
---	----

ИСТОРИЯ НК

Вопилкин А.Х. Ультразвуковая дефектометрия: от спектрального образа до когерентного изображения портрета дефектов. Часть 1. Ультразвуковая дефектометрия на основе спектрального и дифракционного образов	64
--	----

История НК. Заметки на полях	5, 55, 72
-------------------------------------	-----------

ВАЛЕНТИНУ МИХАЙЛОВИЧУ УШАКОВУ — 70 ЛЕТ



14 апреля 2020 г. исполнилось 70 лет научному руководителю Института неразрушающих методов исследования металлов (ИНМИМ) АО «Научно-производственное объединение по технологии машиностроения» – НПО «ЦНИИТМАШ» доктору технических наук Валентину Михайловичу Ушакову.

В 1974 г. Валентин Михайлович окончил физико-технический факультет Московского горного института по специальности «Физические процессы горного производства», специализация «Акустическая и ультразвуковая аппаратура» и по распределению был направлен в Центральный научно-исследовательский институт технологии машиностроения (ЦНИИТМАШ). С тех пор вся трудовая деятельность В.М. Ушакова тесно связана с ЦНИИТМАШ, в котором он прошел путь от инженера до научного руководителя ИНМИМ. В 1983 г. в диссертационном совете при ЦНИИТМАШ Валентином Михайловичем успешно защищена кандидатская, а в 2004 г. – диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.02.11 на тему «Развитие методов и разработка средств и способов ультразвукового контроля изделий с криволинейной поверхностью».

Глубокое понимание процессов ультразвукового (УЗ) контроля позволило Валентину Михайловичу выполнить комплекс исследований акустического тракта дефектоскопа при контроле изделий с криволинейной поверхностью. На основе результатов и выводов исследований им установлены закономерности формирования акустического поля наклонных преобразователей УЗ-контроля изделий со сферической и цилиндрической поверхностью. В.М. Ушаковым впервые показано влияние поляризации поперечных волн на выявляемость несплошностей (в том числе наиболее опасных – трещин) в объектах контроля с криволинейной поверхностью. Им предложены принципы исследования, разработки и изготовления пьезоэлектрических преобразователей для УЗ-контроля изделий со сферической и цилиндрической поверхностью, что позволило выработать системный подход к разработке новых типов ПЭП, в том числе хордовых.

На основании полученных научных результатов В.М. Ушаковым разработаны и внедрены в атомной энергетике нормативные документы, в частности «Методика ультразвукового контроля сварных соединений стальных труб с толщиной стенки 2 – 6 мм», «Методика ультразвукового контроля шпилек фланцевых разъемов оборудования АЭС» и др. В 2009 г. Валентин Михайлович совместно с сотрудниками ЦНИИТМАШ работал в комиссии Ростехнадзора РФ по расследованию причин аварии на Саяно-Шушенской ГЭС. Возглавляемый им коллектив подготовил материалы по результатам исследования неразрушающими методами контроля элементов конструкции гидроагрегатов ГЭС. В.М. Ушаков принял участие в составе рабочей группы в разработке документов «Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии», «Правила контроля металла оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок» (НП-084-15 и НП-105-18).

Валентин Михайлович активно занимается научной работой, он автор 107 публикаций и более 10 авторских свидетельств СССР и патентов РФ на изобретения, руководит подготовкой студентами дипломных работ и диссертаций соискателями ученых степеней, под его руководством защищены две диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук.

От имени Российского общества по неразрушающему контролю и технической диагностике, ЗАО «НИИ интроскопии МНПО «Спектр», коллектива ИНМИМ АО «НПО «ЦНИИТМАШ», редакции журнала «Территория NDT», а также коллег и друзей сердечно поздравляем Валентина Михайловича с юбилеем, желаем неразрушаемого здоровья, благополучия и новых творческих достижений!

ВАСИЛИЮ ВАСИЛЬЕВИЧУ СУХОРУКОВУ — 85 ЛЕТ



Известный ученый в области электромагнитных методов и средств неразрушающего контроля, доктор технических наук, профессор Василий Васильевич Сухоруков родился 23 мая 1935 г. в Воронеже. В 1958 г. он окончил факультет электровакуумной техники и специального приборостроения Московского энергетического института (МЭИ). В период 1958 – 1961 гг. он работал на Реммашзаводе в Перово Московской области, а в 1963 г. окончил аспирантуру на кафедре общей электротехники МЭИ. В 1964 г. он перешел в МЭИ на кафедру общей электротехники (ныне кафедра диагностики и информационных технологий).

В 1966 г. в диссертационном совете при МЭИ В.В. Сухоруков защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук на тему «Дефектоскопия проводящих тел методом вихревых токов с использованием проходных датчиков», в 1979 г. — диссертацию по специальности 05.11.13 на соискание ученой степени доктора технических наук на тему «Основы теории и проектирования вихретоковых дефектоскопов с проходными преобразователями». В 1981 г. ему присвоено ученое звание профессора.

В 1988 г. Василий Васильевич организовал кооператив по производству и продаже приборов неразрушающего контроля, который выпустил новый продукт — вихретоковый толщиномер медных покрытий в отверстиях печатных плат «ИНТРОМЕТ ИТМ-10», который в модернизированном варианте успешно поставляется потребителям во всем мире до сих пор. В 1991 г. совместно с американской компанией Transonic Systems Inc. им было создано СП «ИНТРОН ПЛЮС», разработавшее магнитный дефектоскоп стальных канатов «ИНТРОС», первый образец которого был поставлен Норильскому горно-металлургическому комбинату в 1992 г. Дефектоскоп (или измеритель износа стальных канатов) предназначен для магнитного неразрушающего контроля канатов любых конструкций, изготовленных из стальной ферромагнитной проволоки, в процессе их производства и эксплуатации, стальных канатов подъемных сооружений космодрома Байконур. С тех пор более 1300 приборов «ИНТРОС» поставлено потребителям в России и СНГ, а также более чем в 70 странах мира. Кроме того, компания создала и успешно поставляет на мировые рынки магнитные дефектоскопы резиновых конвейерных лент «ИНТРОКОН» и стальных резервуаров «ИНТРОКОР», а также выполняет НИР и ОКР в области магнитного неразрушающего контроля по заказам потребителей.

Разработки, выполненные под руководством В.В. Сухорукова, широко используются во многих отраслях промышленности и в строительстве в России и за рубежом.

В 2003 г. В.В. Сухоруков стал единственным учредителем и владельцем компании ООО «ИНТРОН ПЛЮС». В 2005 г. фирма по заказу АО «Транснефть» приняла участие в разработке магнитного внутритрубного прибора-дефектоскопа «МДСкан» для диагностики состояния магистральных нефтепроводов. Направление внутритрубной диагностики развивается аффилированной компанией «ИНТРОН ВТД». В 2006 г. в «ИНТРОН ПЛЮС» создана и аттестована лаборатория неразрушающего контроля, выполняющая обследование и диагностику состояния промышленных объектов, применяющих стальные канаты, резиновых ленты, стальных резервуаров и сосудов, используемых на опасных производственных объектах и сооружениях. Лабораторией проконтролировано более 100 тыс. км канатов в разных странах, подготовлено более 1000 специалистов. Среди объектов контроля: ванты моста на острове Русский (Владивосток), оттяжки труб газовых факелов (Катар), провода ЛЭП через фьорды (Норвегия) и многое другое.



К 75-ЛЕТИЮ ВЕЛИКОЙ ПОБЕДЫ



П.К. Ощепков, 1934 г.

В апреле 1932 г. П.К. Ощепкова призвали в ряды Красной Армии (одногодичником). В зенитном артполку в Пскове он окончил курсы красных командиров как прошедший до этого программу высшей допризывной подготовки при вузе. Там же П.К. Ощепков внес ряд рационализаторских предложений, некоторые из которых были опубликованы в «Вестнике ПВО» № 11 за 1932 г. Его правильные критические мысли об отставании техники зенитной артиллерии и техники ПВО вообще явились причиной перевода П.К. Ощепкова в Центральный аппарат Наркомата обороны. В управлении ПВО РККА он последовательно занимал должности инженера экспертно-технического сектора, начальника конструкторского бюро, начальника и главного инженера опытного сектора в системе ПВО Москвы. Таким образом, столкнувшись с проблемой обнаружения самолетов, П.К. Ощепков предложил способ ее решения с использованием электромагнитных волн для разведки воздушного противника. Это был 1932 год.

До 1930-х гг. в противовоздушной обороне для определения местоположения самолетов использовались звуковые пленгаторы, позволявшие определять направление прихода звука, излучаемого мотором самолета, и оптические прожекторы.

*Продолжение
см. на стр. 55 и 72*

Благодаря профессионализму Василия Васильевича, качественному и ответственному выполнению должностных обязанностей, его целеустремленности и лидерских качеств, ООО «ИНТРОН ПЛЮС» заслуженно стало мировым брендом на рынке приборов и услуг по контролю канатов, достигло значительных успехов и заняло достойные позиции на рынке производства товаров и продукции. В последние годы В.В. Сухоруков активно развивает новое направление — техническое диагностирование состояния канатов путем мониторинга автоматизированными средствами неразрушающего контроля.

Участник Рейтинга генеральных директоров В.В. Сухоруков занимает третье место в отрасли «Производство товаров и продукции» по Москве по состоянию на 23 декабря 2019 г.

Он имеет III уровень квалификации по электромагнитному, магнитному и вихретоковому видам контроля, является автором 15 монографий, более 200 публикаций, более 50 авторских свидетельств и патентов на изобретения, участником международных и отечественных симпозиумов и конференций по НК и ТД.

Большое внимание В.В. Сухоруков уделяет подготовке специалистов высшей квалификации. Вместе с профессором В.Г. Герасимовым он много энергии вложил в создание инженерной специальности по неразрушающему контролю в стране, много лет отдал подготовке инженеров и ученых в МЭИ (подготовил 8 кандидатов технических наук), длительное время был членом диссертационного совета Д520.010.01 при НИИИН МНПО «Спектр», в настоящее время является членом редакционного совета журнала «Контроль. Диагностика».

Научная деятельность доктора технических наук, профессора В.В. Сухорукова в 1997 г. была отмечена Государственной премией Российской Федерации в области науки и техники за участие в работе по созданию методов и средств неразрушающего контроля.

Как активный член Академии электротехнических наук РФ академик В.В. Сухоруков награжден медалью «За заслуги в электротехнике» (2002 г.). Он единственный в России член Международной организации исследователей надежности стальных канатов OIPREES, один из победителей конкурса Международного комитета по неразрушающему контролю и технической диагностике, проводившегося в преддверии 19-й Международной конференции по НК (Мюнхен) в номинации им. Павловского за выдающийся вклад в продвижение НК на международном уровне и в номинации «За вклад в области обучения и сертификации в НК».

От имени Российского общества по неразрушающему контролю и технической диагностике, ЗАО «НИИ интроскопии МНПО «Спектр», коллектива ООО «ИНТРОН ПЛЮС» и редакции журнала «Территория NDT», а также коллег и друзей сердечно поздравляем Василия Васильевича с юбилеем, желаем неразрушаемого здоровья, благополучия и новых творческих достижений!

ВЛАДИМИРУ ФЕДОРОВИЧУ ТАРАБРИНУ — 60 ЛЕТ



19 мая 2020 г. исполнилось 60 лет кандидату технических наук, генеральному директору акционерного общества «Фирма «ТВЕМА» Владимиру Федоровичу Тарабрину.

В 1984 г. В.Ф. Тарабрин окончил Московский ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени институт инженеров железнодорожного транспорта – МИИТ (с 1993 г. Московский государственный университет путей сообщения) и приступил к работе на Московской железной дороге (МЖД), где прошел трудовой путь от мастера дистанции гражданских сооружений до начальника строительного управления.

В 1986 – 1988 гг. В.Ф. Тарабрин служил в рядах Советской Армии, после чего вернулся в структуру МЖД и увлекся системами неразрушающего контроля (НК) в СХМНУ «Электроника». Эта организация стала основой созданного В.Ф. Тарабриным в 1994 г. акционерного общества АО «Фирма «ТВЕМА», которое с начала своего существования тесно сотрудничает с ОАО «РЖД», железными дорогами стран СНГ и крупнейшими российскими промышленными предприятиями.

Основной продукцией компании являются: высокотехнологичное оборудование специального назначения, электронная аппаратура, программно-математическое обеспечение, приборы НК, системы промышленного телевидения, системы позиционирования на базе GPS. При проектировании и производстве наряду с инновационными теоретическими разработками в области НК фирмой «ТВЕМА» используются новейшие технологии, что позволило существенно повысить достоверность контроля.

АО «Фирма «ТВЕМА» является единственным в мире производителем, имеющим в линейке продукции все виды средств диагностики железнодорожной инфраструктуры и выполняющим все виды работ по созданию, производству и обслуживанию этих средств в 32 странах на четырех континентах. Научные исследования, производство и многолетняя эксплуатация около 400 мобильных контрольно-измерительных средств (автоматрисы, вагоны-дефектоскопы, вагоны-путеизмерители, вагоны-лаборатории различного типа, мобильные лаборатории диагностики на комбинированном ходу, инфраструктурные диагностические поезда и вагоны) обеспечили лидирующее положение АО «Фирма «ТВЕМА» в оснащении отечественных и зарубежных железных дорог и метрополитенов современными средствами диагностики. В целях снижения негативного влияния так называемого человеческого фактора и повышения производительности контроля в связи с тенденцией развития скоростного движения специалистами фирмы при непосредственном участии В.Ф. Тарабрина выполнены исследования и разработки с привлечением интеллектуальных технологий.

На основе выполненных исследований в диссертационном совете Д520.010.01 при ЗАО «НИИИИ МНПО «Спектр» в 2006 г. В.Ф. Тарабриным была защищена диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук на тему «Исследование акустических методов, создание мобильных систем и технологии технической диагностики железнодорожных рельсов», специальность 05.11.13. Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий.

Благодаря профессионализму Владимира Федоровича, качественному и ответственному выполнению должностных обязанностей, целеустремленности и лидерским качествам АО «Фирма «ТВЕМА» достигло значительных успехов и заняло достойные позиции на рынке производства товаров и продукции, а участник Рейтинга генеральных директоров Владимир Федорович Тарабрин занял второе место в отрасли «Производство товаров и продукции» по Москве по состоянию на 7 января 2020 г.

Решение возникших в последние годы задач по выявлению дефектов рельсов на скорости до 140 км/ч обеспечивается за счет того, что в состав дефектоскопной системы входят многоканальные аппаратно-программные комплексы, технология ультразвукового НК рельсов, основанная на адаптивном пороге, включающая влияние на результаты контроля квалификации оператора и нестабильного акустического контакта, и другие прогрессивные решения. Специалистами фирмы серьезное внимание уделяется комплексированию методов НК. Так, на основе этой технологии изготовлен первый в России трехвагонный диагностический инфраструктурный комплекс «ИНТЕГРАЛ», предназначенный для комплексной диагностики объектов железнодорожной инфраструктуры.

В настоящее время продукция фирмы «ТВЕМА» применяется на железных дорогах Германии, Польши, Чехии, Венгрии, Сербии, Израиля, Турции, Китая, Монголии, Гвинеи, Ливии, Украины, Беларуси, Туркменистана, Армении, Казахстана и Индии.

Развитие компании сопровождается постоянным притоком молодых специалистов. «ТВЕМА» регулярно привлекает к разработкам студентов старших курсов профильных московских вузов, которые впоследствии вливаются в коллектив компании и зачастую выходят в ней на ключевые позиции. В 2009 г. на базе фирмы «ТВЕМА» в Москве открылось негосударственное общеобразовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Центр подготовки специалистов технической диагностики». Наряду с сотрудниками ОАО «РЖД» и российских промпредприятий в центре обучаются представители железных дорог стран СНГ и дальнего зарубежья. В центре подготовлено около 8000 специалистов, включая представителей стран, использующих диагностическую технику фирмы. Только за последние четыре года здесь было обучено около 200 специалистов диагностики московского, бакинского, пекинского и алматинского метрополитенов.

В.Ф. Тарабрину удалось создать поистине творческий коллектив, результаты исследований, как правило, публикуются совместно, оригинальные технические решения патентуются. Всего им опубликовано более 50 научных статей и докладов, получены 18 патентов на изобретения и 12 патентов на полезную модель.

За 30 лет АО «Фирма «ТВЕМА» под руководством и при непосредственном участии В.Ф. Тарабрина разработаны, освоены в производстве и поставлены на железные дороги ОАО «РЖД» более 400 мобильных, 3000 съемных технических средств для мониторинга и диагностики железнодорожной инфраструктуры, многие из которых не имеют аналогов в мировой практике. Продукция АО «Фирма «ТВЕМА» составляет почти 70 % эксплуатируемого парка ОАО «РЖД» в области диагностики, применение которой позволяет в режиме реального времени выявлять предотказные состояния, острodefектные рельсы и отступления от норм содержания инфраструктуры, угрожающие безопасности движения поездов. Под руководством и при непосредственном участии В.Ф. Тарабрина проведены за последние два года разработки и начата поставка ОАО «РЖД» всей технологической цепочки инновационных средств диагностики на основе цифровых технологий. Это вагонные комплексы для работы в составе поезда «СПРИНТЕР – ИНТЕГРАЛ», самоходные «СЕВЕР – ИНТЕГРАЛ» для уточняющего контроля, паспортизации, приемки отремонтированных километров, мобильные комплексы на комбинированном ходу серии ЛДМ для малодетальных линий и станционных путей, съемные дефектоскопы и путеизмерители, электронные шаблоны для проведения осмотров пути.

Сегодня АО «Фирма «ТВЕМА» — это динамично развивающийся международный холдинг с управляющей компанией и высокотехнологичной производственной базой в Москве, филиалами в России и региональными представительствами в Германии, Франции, Индии, Китае, Украине и Эстонии.

За достигнутые успехи в трудовой и научной деятельности кандидат технических наук В.Ф. Тарабрин награжден двумя правительственными наградами — медалями, знаками «За отличие в службе» и «За заслуги в развитии ОАО «Российские железные дороги» 1-й и 2-й степени.

**От имени Российского общества по неразрушающему контролю и технической диагностике,
ЗАО «НИИ интроскопии МНПО «Спектр», коллективов АО «Фирма «ТВЕМА»
и редакции журнала «Территория NDT», а также коллег и друзей
сердечно поздравляем Владимира Федоровича с юбилеем,
желаем неразрушаемого здоровья, благополучия и новых творческих достижений!**

РОМАНУ ГРИГОРЬЕВИЧУ МАЕВУ — 75 ЛЕТ



Роман Григорьевич Маев родился 23 мая 1945 г. в Москве. В 1969 г. он закончил Московский инженерно-физический институт (МИФИ) с красным дипломом по специальности теоретическая ядерная физика. В 1973 г. Р.Г. Маев защитил диссертацию в области теории фотопроводимости полупроводников в ФИАН им. П.Н. Лебедева АН СССР, и в 1978 г., уже в качестве кандидата физико-математических наук был назначен заведующим лабораторией биофизической интроскопии в Институте химической физики АН СССР. В 1984 г. Роман Григорьевич участвовал в создании в Московском физико-техническом институте (МФТИ) нового факультета биологической и медицинской физики, в рамках которого он организовал кафедру медицинской биофизики. В 1987 г. Роман Григорьевич основал и возглавил Центр акустической микроскопии Академии наук СССР.

В 1994 г. Р.Г. Маев в рамках межправительственной программы научно-технического обмена был командирован в Канаду, где позднее основал и возглавил научно-исследовательский Институт диагностической визуализации (Университет г. Виндзор, Онтарио, Канада).

В 2002 г. Р.Г. Маев защитил докторскую диссертацию в Научном центре уникального приборостроения РАН по теме «Методы акустической микроскопии исследования микроструктуры, физико-химических свойств материалов» и в том же году ВАК РФ присвоил ему ученую степень доктора физико-математических наук, а в 2005 г. — звание профессора-физика.

В 2003 г. Р.Г. Маев основал компанию Tessonics Group (Бирмингем, США), которую он возглавляет по настоящее время. Выпустив на основе собственных результатов академических научных разработок свой первый коммерческий ультразвуковой анализатор качества точечной сварки (RSWA) в 2005 г., компания за три года стала мировым лидером на этом рынке. Сегодня филиалы Tessonics Group работают в 12 странах.

Роман Григорьевич Маев является лауреатом многочисленных национальных и международных премий за инновации, научные открытия и изобретения. Им опубликовано шесть монографий, он является редактором и соавтором 3 монографий, автором более 590 публикаций, автором 32 международных патентов. Под руководством Романа Григорьевича получили образование более 270 студентов и аспирантов, многие из которых занимают руководящие посты в академических и промышленных организациях в самых разных странах по всему миру.

За годы научной деятельности доктор Маев был адъюнкт-профессором многих известных университетов, включая такие, как Оксфорд (Британия), Джон Хопкинс (США), Монреаль (Канада), Киото (Япония) и др. Он является членом редакционных советов ряда журналов, в том числе Research in Non-destructive Evaluation (ASNT) (США), Insight (BINDT) (Великобритания), Metal Forming (Польша). Помимо этого по приглашению ряда престижных международных журналов Р.Г. Маев, в качестве Honorary Guest Editor (приглашенного редактора) вовлечен в подготовку специальных тематических выпусков.

Научные интересы доктора Маева охватывают широкий круг дисциплин: теоретические основы физики твердого тела и физической акустики, экспериментальные исследования в области ультразвуковой и нелинейной акустики, цифровой визуализации высокого разрешения, наноструктурные свойства современных материалов и биоматериалов, аддитивные технологии, теория распространения волн в слоистых структурах, контрольно-измерительные приборы в медицинской диагностике, а также создание новых эффективных методов анализа предметов искусства и культурного наследия.

Р.Г. Маев избран Fellow of IEEE (США), и IEEE Distinguished Lecturer, а также Fellow of BINDT (Великобритания), Fellow of CINDE (Канада). С 2005 г. Р.Г. Маев возглавляет программные комитеты целого ряда престижных международных научных форумов, конференций и симпозиумов.

С 2008 г. по настоящее время Р.Г. Маев является почетным консулом Российской Федерации в Канаде (Виндзор, Онтарио). За заслуги в развитии международных связей Р. Г. Маев в 2017 г. награжден Государственным орденом Дружбы, имеет также медали и почетные ведомственные награды (МИД РФ).

В 2019 г. Роман Григорьевич Маев избран иностранным членом Российской академии наук по отделению нанотехнологий и информационных технологий РАН.

С 2019 г. Р.Г. Маев является вице-президентом РОНКТД, курируя вопросы координации развития международных научных проектов Российского общества по неразрушающему контролю и технической диагностики (РОНКТД).

От имени Российского общества по неразрушающему контролю и технической диагностике, ООО «Константа», редакции журнала «Территория NDT», а также коллег и друзей сердечно поздравляем Романа Григорьевича с юбилеем, желаем крепкого здоровья, счастья и дальнейших творческих успехов!

ООО «НПЦ «ЭХО+» — 30 ЛЕТ



2 апреля 2020 г. исполнилось 30 лет компании ООО «Научно-производственный центр неразрушающего контроля «ЭХО+» (НПЦ «ЭХО+»), резидента Технопарка «СТРОГИНО». Своей деятельностью она внесла значительный вклад в повышение безопасной эксплуатации атомных энергоблоков.

Учредителем и бессменным генеральным директором НПЦ «ЭХО+» является проф., д-р техн. наук Алексей Харитонович Вopilкин.

Основное направление работ компании связано с разработкой, производством и эксплуатацией автоматизированных комплексов для ультразвукового голографического контроля (АУЗК) сварных соединений (СС) и основного металла АЭС, с визуализацией и измерением параметров дефектов с высокой разрешающей способностью. Знание реальных размеров дефектов позволяет оценивать эксплуатационный ресурс сварных соединений, планировать ремонт забракованных сварных соединений в сжатые сроки, не допускать критических и аварийных ситуаций, уменьшать потери на ремонт.

За эти годы в компании разработано и выпускается большая линейка автоматизированных комплексов ультразвукового контроля промышленно опасных объектов, в первую очередь АЭС, повысивших их эксплуатационную надежность. В этих разработках предложены и реализованы самые передовые идеи и алгоритмы, такие как фазированные антенные решетки, 3Д-С-САФТ, когерентная ультразвуковая голография и др. Под руководством А.Х. Вopilкина НПЦ «ЭХО+» вырос в ведущую в своей области компанию, в которой работают талантливые ученые и разработчики, в том числе 3 доктора технических наук, 4 кандидата наук. За эти годы выпущено и внедрено более 120 комплектов систем, разработано и аттестовано 38 методических указаний. По сути создано новое научно-техническое направление, а именно ультразвуковая дефектометрия, которая позволяет не только повышать эксплуатационную надежность объектов, но и проводить оценку остаточного ресурса. Продукция НПЦ «ЭХО+» эксплуатируется на всех российских и ряде зарубежных АЭС. Разработки компании неоднократно награждались дипломами и медалями на российских и международных выставках. За 30 лет существования компании удалось решить ряд важных для атомной отрасли задач, направленных на повышение безопасной эксплуатации энергоблоков.

Разработки НПЦ «ЭХО+» дают значительный технико-экономический эффект на АЭС, исчисляемый многими сотнями миллионов рублей, за счет уменьшения объема необоснованного ремонта и, как следствие, сокращения простоя энергоблоков, снижения дозозатрат на операторов, повышения производительности контроля и др. В последние годы активно развиваются и внедряются новейшие технологии, основанные на применении ультразвуковых антенных решеток, с помощью которых создан автоматизированный комплекс с полным циклом автоматизации, обеспечивающий сведение к нулю субъективность оператора — человеческий фактор.

В 2007 г. трое сотрудников коллектива удостоены Премии Правительства РФ (руководитель творческого коллектива А.Х. Вopilкин) за «Создание и промышленное внедрение технологии комплексной диагностики, методов и импортзамещающих приборов с целью снижения аварийных ситуаций на потенциально опасных объектах».

В 2015 г. 23 сотрудника компании награждены различными наградами Корпорации «Росатом».

В 2018 г. А.Х. Вopilкин удостоен благодарности Президента РФ В.В. Путина.

Краткие итоги работы компании таковы: разработано три поколения автоматизированных комплексов «Авгур»; поставлено на промышленно опасные объекты 120 комплексов; разработано и аттестовано 42 методики контроля; продиагностировано 325 000 погонных метров сварных соединений; опубликовано 235 статей, в том числе 7 монографий; защищено 2 кандидатских и 2 докторских диссертации. Получено 10 патентов на свои разработки.

Российское общество по неразрушающему контролю и технической диагностике, издательский дом «Спектр», редакции журнала «Территория NDT» и «Контроль. Диагностика» поздравляют коллектив ООО «Научно-производственный центр неразрушающего контроля «ЭХО+» с юбилеем и желают процветания, больших творческих успехов, создания и реализации новых разработок.

ДОВЕРЯТЬ ЛЮДЯМ И ОПИРАТЬСЯ НА СПЕЦИАЛИСТОВ



На отчетно-выборной конференции РОНКТД, состоявшейся 2 марта 2020 г. в Москве, президентом общества был избран доктор технических наук, профессор Владимир Александрович Сясько. Владимир Александрович уже много лет является членом правления РОНКТД. В этом номере мы впервые публикуем интервью с ним как с президентом российского общества.

Владимир Александрович, расскажите о себе. Как развивалась ваша карьера? Какие события и люди повлияли на вас в профессиональном плане? Кого вы считаете своим учителем и почему?

Родился я в 1958 г. в селе Назарово Красноярского края.

В 1980 г. получил высшее образование, большую часть времени проработал сначала по договорам, а потом как штатный сотрудник ЦНИИ технологии судостроения (с 1980 по 2006 гг.) в 404-й лаборатории, где докторов и кандидатов было больше, чем во всем остальном институте! Занимался вопросами автоматизации НК крупногабаритных объектов — АПЛ различных проектов. С различными приборами и системами объездил всю страну — от СМП (Северодвинск) до Звездочки (Большой Камень, Приморский край).

Учителя в науке: Сергей Васильевич Илюшин (научный руководитель по кандидатской диссертации) и Анатолий Иванович Потапов (научный консультант по докторской диссертации). Благодаря каждому из них мне удалось поставить и решить достаточно сложные новые научные задачи и освоить производство новых высокотехнологичных приборов и систем на базе этих научных решений. В 1991 г. вместе со своим товарищем Александром Сергеевичем Булатовым основали фирму «Константа». Первые несколько лет существования фирмы нередко стоял вопрос — получить зарплату или, например, заказать разводку новой платы для прибора. При этом и в институте тогда платили — только чтобы штаны не свалились. Было очень тяжело, но есть что вспомнить.

Вы доктор технических наук, профессор кафедры приборостроения Санкт-Петербургского горного университета, генеральный директор ООО «Константа», заместитель председателя технического комитета ТК 371 «Неразрушающий контроль», член научно-технического совета Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии, член двух диссертационных советов (по специальности 05.11.13 при Санкт-Петербургском горном университете и по специальности 05.11.01 при ВНИИМ им. Д.И. Менделеева), гл. редактор журнала «В мире неразрушающего контроля», президент РОНКТД. Как вам удается справляться со всеми вопросами и задачами?

Когда я был молодым, работал так, что дым шел из ушей, при этом ничего не успевал. Часто, глядя на старших товарищей, я недоумевал, как они все успевают и еще находят время поговорить о поэзии и политике? Лет пятнадцать назад понял — это все большой опыт, приобретение которого объяснить невозможно, он либо есть, либо нет!

Вы являетесь одним из основателей компании «Константа». Расскажите об истории ее создания и направлении деятельности.

Кратко история развития нашей компании выглядит так: от трех сотрудников (один из них бухгалтер) в углу жутко холодного большого лабораторного помещения почти до ста человек, с офисами, лабораториями, сборочными производствами, цехами, контрагентами... Направление деятельности: электромагнитная и ультразвуковая толщинометрия, комплексный контроль покрытий и материалов, твердометрия, вихретоковая и ультразвуковая дефектоскопия, расходомерия.

Какое решение вашей компании можно назвать флагманским, в чем его особенность?

Наша особенность — многофункциональные электромагнитные толщиномеры функциональных покрытий. Мы можем измерять толщину практически всех типов покрытий в диапазоне от десятых долей микрометра до сотен миллиметров.

Самый востребованный продукт, прибор и т.п.? Особенности применения? Причины популярности?

Из нашей продукции самыми популярными являются толщиномеры покрытий «КОНСТАНТА К5» и «КОНСТАНТА К6», которые применяются во всех отраслях промышленности более чем в тридцати странах.

С какими трудностями вам пришлось столкнуться? Самые запомнившиеся трудности и победы над ними.

Наверное, самая большая трудность та, что пришла сейчас — коронавирус, задача не только сохранить предприятие, но, прежде всего, живых людей. Если все мы победим и быстро восстановимся — это будет для всех самая большая победа!

В № 3, 2019 «Территория NDT» в должности и.о. президента вы уже говорили о целях и задачах, которые сейчас стоят перед обществом НК. Изменились ли они? Что самое важное на данном этапе?

Цели и задачи прописаны в уставе, однако всегда есть нюансы. Удалось оптимизировать структуру РОНКТД, избрали новое правление, треть членов обновили, появились молодые амбициозные специалисты. Главное — решить вопросы финансовой стабильности, развития региональных отделений, достойно провести все наши научно-технические мероприятия, налаживать международные связи, попытаться получить право на проведение Всемирной конференции — 2028 в Санкт-Петербурге.

Какое значение имеют всероссийская конференция и форум «Территория NDT» для специалистов НК?

Как бы ни развивались виртуальные технологии, но они никогда не заменят живое общение людей всех возрастов и квалификаций. Поэтому всероссийская конференция и форум «Территория NDT» для специалистов НК — это важные мероприятия, способствующие налаживанию взаимоотношений специалистов и фирм, зарождению личных контактов.

Какие решения, на ваш взгляд, необходимы для еще большего повышения эффективности таких мероприятий?

Эффективность — это очень сложный вопрос, но главное — высокий научный, технический и человеческий имидж общества.

Кто составляет основную аудиторию конференции?

В основном заседания конференции посещают научные сотрудники и специалисты-практики.

Какие задачи можно решить с помощью конференций?

На конференции можно решить любые задачи — все зависит от состояния «серого вещества» конкретного специалиста.

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

Судя по выступающим на пленарных заседаниях и уровню их докладов, сам факт проведения этого мероприятия и обеспечение его высокого уровня способствуют привлечению внимания к неразрушающему контролю. Также об этом говорит список концернов, госкорпораций, фирм, НИИ, министерств, специалисты которых принимали участие в конференции как докладчики и слушатели.

Насколько традиционные методы НК способны решать вопросы, связанные с применением новых материалов и ужесточением требований к проведению контроля и условий эксплуатации объектов?

С 1979 г., когда вышел стандарт по видам и методам НК, число новых методов можно было пересчитать по пальцам одной руки, скорее, следовало говорить о совершенствовании методов, технологий, методик и принципов построения средств НК. Сейчас, конечно же, прогресс очень большой, но когда мы произносим «Индустрия 4.0», то подразумеваем новую высокую ступень в требованиях к развитию НК, МС и ТД.

Каковы основные тенденции и перспективы развития новых методов и технологий НК? За какими технологиями будущее?

Будущее за технологиями, обеспечивающими многопараметровость, бесконтактность, локальность, достоверность и производительность НК.

С какими главными проблемами в области контроля и диагностики мы столкнемся в ближайшие годы?

Среди таких проблем можно назвать развитие автономных первичных измерительных преобразователей, объединенных беспроводными каналами связи с виртуальными облачными моделями, встраиваемых в умные производства и кибер-физические системы с элементами машинного интеллекта для принятия решений и мониторинга состояния.

Самые актуальные вопросы ТК 371.

Актуальные задачи ТК 371 состоят в налаживании работы подкомитетов и переходе на современные принципы разработки стандартов с учетом международного опыта.

Российская сфера неразрушающего контроля является одной из самых передовых и успешных в мире. Как наши достижения науки в области НК представлены сегодня за рубежом? Как это сделать еще лучше?

При разработке приборов необходимо задачу обязательного выхода на международный рынок считать требованием номер один.

Какие решения, на ваш взгляд, необходимы для повышения эффективности приборов НК?

Главное — анализ рынка и умение заглянуть на несколько лет вперед, отсюда будут и решения.

Что может стать стимулом развития новых технологий на рынке НК?

Желание быть лучшим в науке, технике и бизнесе.

Как вы можете оценить современные средства и технологии НК? За какими технологиями будущее?

Будущее за технологиями, обеспечивающими многопараметровость, бесконтактность, локальность и производительность НК.

Как вы думаете, нужна ли государственная поддержка развития технологий и средств НК?

Необходимо снижение налогов для всех, что позволит выделять деньги на новые разработки и подготовку кадров, адресная господдержка — это заведомо проигрышная попытка поднять слабых и бестолковых со связями до уровня независимых, толковых и сильных.

Какие задачи стоят сейчас перед вузами при подготовке специалистов в области НК и ТД?

Главное, чтобы у ребят было понимание, что хорошая учеба и знания откроют им все двери.

Что самое важное сейчас для подготовки специалистов НК?

Возможность передачи опыта от старших.

Если бы вы могли начать все заново, имея накопленный опыт, выбрали бы вновь то же направление или пошли бы по другому пути?

Если бы я сейчас начинал снова свой путь, то не считал бы, что впереди еще много времени, и изначально шел бы работать к ведущим научным специалистам.

Небольшой блиц-опрос, хотелось бы услышать ваше личное мнение:

Ваше жизненное кредо?

Доверие людям и опора на специалистов.

Самые значительные, на ваш взгляд, события в истории НК.

— Открытие рентгеновских лучей;

— появление и развитие технологий и программных продуктов для моделирования систем «измерительный преобразователь — объект контроля», которые станут базой для перспективных приборов, обеспечивающих многопараметровый НК и МС.

Самая лучшая книга в области УЗК?

Справочник в 2-х томах «Приборы для неразрушающего контроля материалов и изделий и системы» под редакцией В.В. Ключева (в свое время, конкретно для меня).

Самая лучшая российская или зарубежная выставка или конференция, в которой Вы принимали участие.

XXII Всероссийская научно-техническая конференция по неразрушающему контролю и технической диагностике, где я возглавлял программный комитет.

Кто, на ваш взгляд, внес самый значительный вклад в развитие методов УЗК?

Самый значительный вклад в ультразвуковой контроль внесла советская система, которая началась с подготовки студентов квалифицированными, хорошо оплачиваемыми преподавателями и оканчивалась принятием в министерских кабинетах постановлений о развитии, подготовленных ведущими специалистами и научными сотрудниками гражданских и оборонных отраслей промышленности.

Какие компании российские или зарубежные вы бы назвали лидерами в области НК?

Лидерами можно назвать все компании, которые без государственной подпитки обеспечивают свое финансовое благополучие и развитие, их все знают по участию в выставках, публикациям в ведущих журналах и докладам на конференциях.

Назовите лучший интернет-ресурс или научный журнал.

Наиболее часто используемый мной последние несколько лет интернет-ресурс — ndt.net.

Владимир Александрович, большое спасибо за интервью. Желаем вам успеха и процветания, а также, возглавляя РОНКТД, решить как можно больше важных задач, стоящих сейчас перед Российским обществом НК.

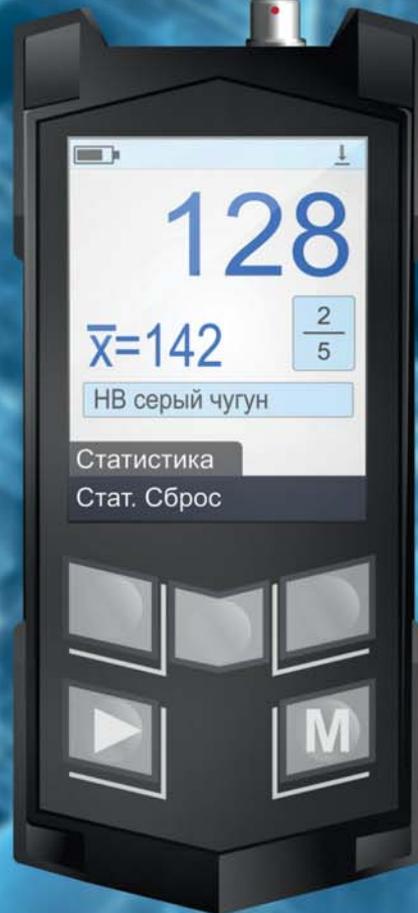
КОНСТАНТА®

приборы неразрушающего контроля

Константа КТ

портативный многофункциональный твердомер,
реализующий три стандартизированных метода измерений

Leeb



Ultrasonic Contact
Impedance (UCI)

PortableRockwell (PR)

office@constanta.ru
constanta.ru

XXII ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКЕ И VII МЕЖДУНАРОДНЫЙ ПРОМЫШЛЕННЫЙ ФОРУМ «ТЕРРИТОРИЯ NDT 2020»



Генеральный спонсор
форума и конференции



Официальный спонсор
форума и конференции

КОНСТАНТА[®]
приборы неразрушающего контроля

С 3 по 5 марта в Москве прошли XXII Всероссийская научно-техническая конференция по неразрушающему контролю и технической диагностике и VII Международный промышленный форум «Территория NDT 2020».

На пленарном заседании были представлены доклады, отражающие актуальные и перспективные для участников темы и задачи:

- **«Перспективы и вызовы четвертой промышленной революции для приборостроения и метрологии в области НК и ТД»** (С.С. Голубев, заместитель руководителя Росстандарта), посвященный вопросам унификации подходов к разработке умных измерительных преобразователей, каналов и протоколов связи, интеллектуальных систем обработки информации с возможностью самотестирования и удаленной поверки, а также системы метрологического обеспечения многоуровневых цифровых моделей с соответствующей организационно-правовой системой и инженерно-технической инфраструктурой;

- **«Неинвазивные технологии анализа объектов культурного наследия»** (Р.Г. Маев, международный академик РАН), в котором обобщен большой личный опыт исследования с использованием передовых технологий неразрушающего контро-



Торжественное открытие форума



С.С. Голубев



Р.Г. Маев



И.Е. Крымский



А.В. Макаренко

ля (НК) всемирно известных произведений искусства в России и за рубежом;

- «Цифровая трансформация бизнеса как залог устойчивого роста в условиях цифровой экономики. Государственная поддержка проектов отраслей экономики и социальной сферы» (И.Е. Крымский, ведущий советник управления цифровых технологий при правительстве РФ) о едином подходе к старту процесса цифровой трансформации бизнеса, о котором должна задуматься каждая компания, ставящая перед собой цель успешного функционирования и развития в условиях цифровой экономики будущего;
- «Машинный интеллект и анализ сложных данных в задачах неразрушающего контроля» (А.В. Макаренко, сотрудник Института проблем управления РАН) о возможностях глубоких нейросетей при обработке всего спектра данных НК и ТД при решении обратных задач, их архитектуре и структурно-статистической вариативности.

Пленарное заседание завершилось награждением лауреатов Национальной премии в области неразрушающего контроля и технической диагностики, определенных экспертным советом, возглавляемым академиком РАН профессором Н.П. Аlesiным. Лауреатами премии стали:

- **В.П. Вавилов** (Томский политехнический университет) в номинации «За выдающийся вклад в научно-исследовательскую деятельность в области НК и ТД»;
- **А.С. Булатов, А.Е. Ивкин и С.А. Сясько** (ООО «Константа») в номинации «За выдающийся вклад в развитие способов и технологий НК, разработку новых приборов и систем НК и ТД»;
- **В.А. Смолянский** (Томский политехнический университет) в номинации «Премия молодому специалисту (до 35 лет) за достижения в области НК и ТД».





Конференция включала 11 секций по видам и методам НК, а также по объектам и задачам применения:

- акустический контроль;
- акустико-эмиссионный контроль;
- электромагнитный контроль;
- контроль характеристик и НДС материалов;
- неразрушающий контроль, мониторинг состояния и Индустрия 4.0;
- неразрушающий контроль на транспорте, в энергетике и гражданском строительстве;
- цифровая радиография и компьютерная томография;
- автоматизированный и роботизированный контроль;
- оптический контроль;
- неразрушающий контроль композиционных материалов;
- терагерцовый и радиоволновой контроль.

Руководителями секций выступили ведущие ученые из Москвы, Санкт-Петербурга, Ижевска, Томска, Новосибирска, Челябинска, Виндзора (Канада). В работе конференции приняли участие ученые и практики не только из России, но и иностранные гости из Германии, Канады, Чехии, Беларуси и ряда других стран СНГ.

К сожалению, делегация Китайского общества НК по понятным причинам не смогла очно посетить конференцию, но тезисы их докладов опубликованы в сборнике трудов конференции. Всего с докладами выступили более 120 участников, вместе со слушателями в конференции приняли участие более 300 специалистов.

Все заседания прошли в живой творческой атмосфере, было много вопросов и обсуждений, основной трудностью для модераторов было вписаться во временные рамки, обозначенные регламентом. Приятно отметить, что большую часть выступающих составили молодые специалисты. В частности, на секции «Неразрушающий контроль, мониторинг состояния и Индустрия 4.0» с ориги-



нальными докладами выступила делегация аспирантов, возглавляемая ректором Южно-Уральского государственного университета профессором А.Л. Шестаковым.

Всем желающим будет предоставлена возможность публикации тезисов в издании, рецензируемом SCOPUS.

Новым для конференции была специальная Студенческая программа, в рамках которой студенты из нескольких вузов заслушали не только пленарные доклады, но и специально подготовленные доклады профессоров В.П. Вавилова (Томск), В.А. Сясько (Санкт-Петербург), В.Л. Венгриновича (Беларусь) и Д.А. Седнева (Томск) о личном опыте в науке, путях развития методов и оборудования НК, а также перспективных задачах, которые предстоит решать молодому поколению. Специально для студентов была организована экскурсия по выставке оборудования.

Одновременно с конференцией прошел VII Международный промышленный форум «Территория NDT. Неразрушающий контроль. Испытания. Диагностика 2020», объединяющий выставку технологий и оборудования НК и ТД и серию круглых столов по отраслевым проблемам. В выставке приняли участие 63 компании: разработчики, поставщики оборудования неразрушающего контроля и диагностики, сервисные компании, учебные и сертификационные центры, специализированные издания, национальные общества.

Среди компаний-участников как постоянные, так и новые экспоненты: АКС, «Алтес», «Интерюнис-ИТ», «Константа», «Луч», «Мелитэк», НИИИИ МНПО «Спектр», СертиНК ФГАУ НУЦСК при МГТУ им. Н.Э. Баумана, НПЦ «Промприбор», «Ньюком-НДТ», «ТиВиЭн Технолоджи», «Олимпас Москва», «Мега-НК», «Алькор», «Машпроект», НУЦ «Качество», «Просек Рус», «Синтез НПФ», «Севмортех», «Галас НДТ», NOVOTEST, НПЦ «ЭХО+», Томский политехнический универ-





ситет, ЦНИИСМ, «Физприбор», «Энергодиагностика» и многие другие.

В рамках деловой программы форума традиционно прошла серия круглых столов по вопросам применения приборов и технологий в ОПК и космической отрасли, на железнодорожном транспорте, в сварочном производстве, а также по вопросам риск-ориентированного технического диагностирования и мониторинга технических устройств, обучению, аттестации и сертификации персонала в области НК, отраслевой стандартизации и метрологии. Общее ежегодное заседание ТК 371 «Неразрушающий контроль» объединило представителей всех двенадцати подкомитетов.

С большим успехом был проведен первый «Салон инноваций и стартапов» в области НК, целью которого было выявление лучших разработок, направленных на повышение информативности и достоверности НК, автоматизацию процессов и цифровизацию технологий НК, повышение безопасности при проведении работ по НК в различных отраслях промышленности. На заочном этапе, проходившем с ноября 2019 по февраль 2020 гг., было рассмотрено более 30 заявок, для участия в очном этапе и представлении на форуме экспертным советом было отобрано 20 лучших.

Финальная оценка разработок осуществлялась авторитетным жюри под председательством академика РАН Н.П. Алёшина. В состав жюри вошли представители государственных корпораций и компаний, предприятий топливно-энергетического комплекса, железнодорожной, авиационно-космической отрасли, а также Минобрнауки и Минпромторга. Каждая разработка оценивалась минимум тремя членами жюри по следующим критериям: степень готовности, актуальность, востребованность на внутреннем рынке, конкурентоспособность на внешнем рынке, экономический эффект, инвестиционная привлекательность, качество презентации.





В итоге победителями «Салона инноваций и стартапов» стали:

- 1-е место: **Универсальный дефектоскоп на фазированных решетках «АВГУР-АРТ» (ООО «НПЦ «ЭХО+»)** – Алексей Харитонович Вopilкин, Дмитрий Сергеевич Тихонов, Андрей Евгеньевич Базулин, Евгений Геннадиевич Базулин, Георгий Валерьевич Тишин;
- 2-е место: **Прибор для контроля качества точечной сварки – новое решение с использованием многоканальных датчиков (ООО «Тессоникс»)** – Роман Григорьевич Маев, Сергей Александрович Титов, Алексей Владимирович Богаченков, Руслан Григорьевич Рахутин;
- 3-е место: **Преобразователь акустической эмиссии повышенной надежности (Тольяттинский государственный университет)** – Игорь Анатольевич Растегаев, Алексей Валериевич Данюк, Алексей Юрьевич Виноградов, Дмитрий Львович Мерсон.

Выставка, как всегда, привлекла большое число посетителей – потенциальных покупателей экспонируемой продукции. За три дня форум посетило 1475 человек – руководители компаний, начальники лабораторий, ведущие специалисты, инженеры из различных отраслей деятельности, ответственные за выбор и внедрение технологий НК и диагностики на предприятиях. Из них 47% составили специалисты из Москвы и Московской области, 51% – представители других регионов: Центральный федеральный округ (Воронеж, Калуга, Липецк, Рязань, Тула, Ярославль), Северо-Западный федеральный округ (Калининград, Мурманск, Северодвинск, Петрозаводск, Санкт-Петербург), Приволж-

ский федеральный округ (Нижний Новгород, Казань, Ижевск, Набережные Челны, Самара, Пермь, Уфа), Уральский федеральный округ (Екатеринбург, Тюмень, Сургут, Магнитогорск, Тюмень, Челябинск), Сибирский федеральный округ (Томск, Красноярск, Новосибирск, Барнаул, Омск), Дальневосточный округ (Владивосток, Хабаровск), 2% – Казахстан, Украина, Беларусь, Узбекистан.

По отзывам участников, форум «Территория NDT 2020» и научно-техническая конференция в этом году продемонстрировали очень высокий уровень научных презентаций и дискуссий, привлекли большое количество специалистов со всей России, что и позволило многим участникам найти новых клиентов и заключить выгодные контракты.

Важно отметить спонсорскую поддержку компаний:

- ООО «ТКС» – генеральный партнер РОНКТД,
- ООО «АКС» – генеральный спонсор форума и конференции,
- ООО «Константа» – официальный спонсор форума и конференции.

Благодарим участников и посетителей конференции и форума, коллектив руководителей секций, модераторов круглых столов, партнеров, спонсоров и желаем всем творческих успехов и плодотворной работы!

*Председатель оргкомитета XII Всероссийской научно-технической конференции по НК и ТД
В.А. Сясько, профессор, президент РОНКТД
Коллектив дирекции РОНКТД*

ОТЧЕТЫ О РАБОТЕ СЕКЦИЙ XXII ВСЕРОССИЙСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКЕ

СЕКЦИЯ № 1. АКУСТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ

Руководители:

ВОПИЛКИН Алексей Харитонович,
д-р техн. наук, профессор, ООО «НПЦ «ЭХО+», Москва

БАДАЛЯН Владимир Григорьевич,
д-р, техн. наук, ООО «НПЦ «ЭХО+», Москва

ШЕВАЛДЫКИН Виктор Гаврилович,
д-р техн. наук, ООО «АКС», Москва

Заседания секции № 1 «Акустический контроль» проходили все три дня конференции. На эту секцию было заявлено 23 доклада. Но, к сожалению, не все докладчики смогли присутствовать и сделать доклад. Возможно, сказалась и общая мировая обстановка с эпидемией. В частности, наши коллеги из Китая не приехали. Отсутствовали и некоторые докладчики из России. Всего с докладами выступили 16 специалистов.



В.Г. Шевалдыкин, В.Г. Бадалян



А.Х. Вopilкин (на фото слева)

Темы докладов весьма разнообразны — от теоретических и экспериментальных по ультразвуку до представления новой техники, методик ультразвукового контроля и их применения на практике. В одном из докладов были представлены результаты применения акустических микроскопов для контроля углепластиков. Вполне в духе времени несколько докладов были посвящены возможным применениям ультразвуковых антенных решеток для контроля разных объектов, причем не только из металла, но и из бетона.

Из теоретических докладов следует отметить сообщение К.Е. Аббакумова и А.В. Вагина из СПб-ГЭТУ «ЛЭТИ», Санкт-Петербург, «Формирование акустического тракта на нормальных SH-волнах для обнаружения дефектов в изделиях с искривленной формой поверхности». В нем рассмотрены особенности распространения нормальных волн различных поляризации в цилиндрических изделиях (в стенках труб) в сравнении с плоскими объектами.

Близкая к этому докладу тема была рассмотрена в докладе Ю.В. Мышкина, О.В. Муравьевой, С.А. Королева, А.А. Понькина, Т.С. Чухланцева из ФГБУ ВО «ИжГТУ им. М.Т. Калашникова», Ижевск, и С.Ю. Ворончихина, АО «ИнтроСкан Технологии», г. Чайковский, «Влияние анизотропии свойств материала и геометрии трубы на скорости распространения нормальных SH-волн». В этой работе путем моделирования методом конечных элементов и экспериментально исследованы скорости SH-волн для трубы магистрального трубопровода. Рассмотрено влияние на скорость направления ее распространения, геометрии трубы, текстурной и геометрической анизотропии. Показано, что наибольшее влияние на скорость SH-волны при отклонении ее траектории от направления вдоль образующей до угла в 90° оказывает геометрическая анизотропия трубы. Но к этому влиянию неизбежно добавляется действие анизотропии свойств материала трубы. Эти влияния необходимо учитывать в алгоритмах обработки сигналов дефектоскопов волноводного ультразвукового контроля.



А.Е. Базулин



Ю. В. Мышкин



К.Е. Аббакумов

Очень яркое и насыщенное физическим смыслом сообщение сделал А.А. Марков, ОАО «Радиоавионика», Санкт-Петербург, на тему «Новый информативный признак сигналов от дефектов при ультразвуковом скоростном контроле». Высокая скорость перемещения ультразвуковых преобразователей относительно рельса, которая используется при скоростном контроле рельсов в пути, вызывает значительные отклонения несущей частоты эхосигналов от частоты заполнения зондирующих импульсов, вызванные эффектом Доплера. Причем из-за некоторой ширины диаграммы направленности наклонного ультразвукового преобразователя сама доплеровская частота эхосигнала от любого отражателя в рельсе обладает девиацией, достигающей 14% от среднего значения доплеровского сдвига. И именно анализ этой частотной модуляции принимаемых сигналов позволяет вести обнаружение возможных дефектов в рельсе с высокой помехоустойчивостью.

При ультразвуковом контроле объектов с помощью антенных решеток, установленных на призму, в принимаемых решеткой сигналах присутствуют значительные реверберационные помехи. В реконструированных изображениях при сканировании объекта контроля они проявляются в виде неподвижных, но флюктуирующих по яркости и форме образов, маскирующих реальные образы отражателей. С одним из способов борьбы с такими помехами на конференции выступил Е.Г. Базулин, ООО «Научно-производственный центр «ЭХО+», Москва, «Уменьшение уровня реверберационных шумов методом декорреляции при ультразвуковом контроле антенными решетками». Метод основан на компенсации коррелированных помех в принимаемых сигналах, т.е. на вычислении оценки коррелированной помехи и вычитания ее из прини-

маемого сигнала. На модельном эксперименте было показано применение этого метода для повышения качества изображения.

Специалисты Научно-производственного центра «ЭХО+» представили еще два доклада.

А.Е. Базулин с коллегами Е.Г. Базулиным, А.Х. Вовилкиным и Д.С. Тихоновым представил одну из последних разработок этой компании в докладе на тему «Ручной дефектоскоп «АВГУР-АРТ Р» — универсальное средство для РУЗК, МУЗК и АУЗК». В этом дефектоскопе с большим и ярким экраном реализованы все применяемые в настоящее время технологии визуализирующего ультразвукового контроля: методы фазированных решеток, цифровой фокусировки апертуры и дифракционно-временной метод. Программное обеспечение прибора позволяет использовать все разновидности алгоритмов визуализации внутренней структуры объектов контроля. Качество получаемых изображений аналогично качеству приборов ведущих зарубежных фирм.

Второй доклад авторов Д.С. Тихонова, Е.Г. Базулина, А.В. Бутова, А.В. Заушицына и С.В. Ромашкина «Новые технологии ультразвукового контроля аустенитных сварных соединений» представил Д.С. Тихонов. Аустенитные сварные соединения отличаются существенной анизотропией упругих свойств материала в объеме соединения и изменяющейся скоростью ультразвука в зоне шва по отношению к основному металлу. Поэтому для контроля таких соединений предпочтительно использовать продольные волны, более устойчивые к искривлению траектории распространения, чем поперечные волны. Наиболее эффективно вести контроль с помощью антенных решеток, особенно матричных, используя алгоритмы цифровой фоку-



сировки апертуры. В ходе доклада были приведены изображения реальных сварных соединений, полученные на действующих промышленных объектах.

Ультразвуковая томография продолжает осваивать новые области неразрушающего контроля. Ее применение для контроля изделий, получаемых по технологии трехмерной печати, рассмотрено в докладе специалистов из Санкт-Петербурга на тему «Ультразвуковая томография изделий, полученных методами аддитивных технологических процессов», Л.Ф. Гордеева, ПГУПС, В.А. Быченко, И.В. Беркутов, ООО «НТЦ «Эталон», И.Е. Алифанова, Университет ИТМО, Д.С. Сергеев, ООО «НТЦ «Эталон». Авторы разработали автоматизированную установку иммерсионного контроля, реализующую метод прохождения (теневой) и эхометод. Контроль колеса турбины, изготовленного методом селективного лазерного сплавления, показал высокую чувствительность к обнаружению моделей дефектов разных размеров и ориентации в объекте со сложной геометрией и шероховатой поверхностью.

Ультразвуковая микроскопия, являясь по сути разновидностью эхоимпульсной томографии, предоставляет уникальные возможности для исследования микроструктуры оптически непрозрачных материалов. Устройству, возможностям и областям применения такой техники был посвящен весьма интересный и обстоятельный доклад «Дефекты в углепластике, выявляемые методами акустиче-

ской микроскопии», Ю.С. Петронюк, Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН, Москва, Научно-технологический центр уникального приборостроения РАН, Москва, В.М. Левин, Научно-технологический центр уникального приборостроения РАН, Москва, Т.Б. Рыжова, Центральный аэрогидродинамический институт им. проф. Н.Е. Жуковского, г. Жуковский, Московская область. Акустические микроскопы работают на частотах 50 – 100 МГц и обеспечивают пространственное разрешение порядка 50 мкм на глубинах до 5 мм. Глубина зависит от рабочей частоты и свойств контролируемого материала. Для получения изображения объект контроля сканируют сфокусированным пучком по всем трем координатам. Из полученного массива данных выводят на экран изображения В и С типа с таким разрешением, что можно детально рассмотреть отдельные волокна, например, углепластика, обрывы их или микропористости, где отсутствует связующее. Эта техника является прекрасным средством для исследования материалов при их проектировании, испытаниях и отладке технологии производства.

В.Г. Шевалдыкин, ООО «Акустические Контрольные Системы», Москва, в докладе «Применение головных волн в ультразвуковой томографии» показал возможность реконструкции изображений металлических объектов с использованием акустических схем с поперечными и головными волнами. В этом способе реконструкции не используются

отражения ультразвука от донной поверхности объекта контроля. Способ может найти применение при контроле приповерхностных зон основного металла и сварного шва при отсутствии или глубоко залегающей донной поверхности.

Электромагнитно-акустический (ЭМА) способ возбуждения и приема ультразвуковых волн давно и успешно применяется в ультразвуковых толщиномерах и автоматизированных дефектоскопических установках. Этот способ позволяет легко возбуждать в металле поперечные волны, распространяющиеся по нормали к поверхности, с любым направлением вектора поляризации. Отсутствие промежуточных контактных сред позволяет выполнять прецизионные акустические измерения объемных скоростей ультразвука, а по ним вычислять упругие постоянные материала, что очень важно для диагностики работающего оборудования. В докладе В.Т. Боброва, В.М. Бобренко, ЗАО «НИИ интроскопии МНПО «Спектр», Москва, и А.В. Гульшина, АО «НПО ЭНЕРГОМАШ им. акад. В.П. Глушко», Москва, «Акустический экспресс-способ измерения упругих констант металла потенциально опасных высокона-

груженных конструкций, работающих в экстремальных условиях» была изложена суть предложенного и запатентованного способа измерений упругих констант. Показаны осциллограммы принимаемых сигналов, по временам задержки которых видно, что скорости волн разных поляризаций отличаются, что позволяет оценивать также текстурную анизотропию материала. Приведены результаты измерений скорости и упругих констант в некоторых сталях ответственного назначения и в сплаве Д16Т.

Разнообразие тем докладов и объектов контроля еще раз доказывает практическую неограниченность сфер применения ультразвука для неразрушающего контроля материалов и изделий. Подробнее ознакомиться с докладами, представленными на конференцию, можно в прекрасно изданном сборнике трудов конференции «Трансформация неразрушающего контроля и технической диагностики в эпоху цифровизации. Обеспечение безопасности общества в изменяющемся мире».

*Отчет подготовили
А.Х. Вopilкин, В.Г. Шевалдыкин*

СЕКЦИЯ № 2. АКУСТИКО-ЭМИССИОННЫЙ КОНТРОЛЬ

Руководители:

БЕХЕР Сергей Алексеевич,

канд. техн. наук, Сибирский государственный университет путей сообщения (СГУПС), Новосибирск

МУРАВЬЕВА Ольга Владимировна,

д-р техн. наук, ФГБОУ ВПО «ИжГТУ им. М.Т. Калашникова», Ижевск

РАЗУВАЕВ Игорь Владимирович,

канд. техн. наук, ЗАО «НПО «Алькор», Дзержинск

Работа секции «Акустико-эмиссионный контроль» проводилась в рамках трех заседаний 3–4 марта 2020 г. Интерес научного сообщества к секции оказался достаточно высоким, сравнимым с традиционно широко представленными секциями «Акустический контроль» и «Электромагнитный контроль», о чем свидетельствует количество заявленных докладов – 17, а также участвующих в работе секции докладчиков и слушателей – более 40 человек.



С.А. Бехер, О.В. Муравьева



И.В. Разуваев



С.И. Буйло



В.В. Чернова



В.В. Носов

Всего на секции заслушали и обсудили 14 докладов по всем основным направлениям развития акустико-эмиссионного (АЭ) метода: научно-исследовательские работы и методическое обеспечение, нормативно-правовое регулирование, разработка диагностических комплексов, преобразователей и программного обеспечения, опыт диагностирования реальных производственных объектов. Примечательно, что многие доклады были представлены молодыми учеными и специалистами.

В обзорном докладе председателя ТК371/ПК9 канд. техн. наук И.В. Разуваева (ЗАО «НПО «Алькор») освещены основные вопросы и выполнен анализ современного состояния и перспектив развития метода АЭ в нашей стране и за рубежом. Показано, что уровень отечественных АЭ-систем и методик контроля в целом соответствует мировому уровню, а дальнейшая работа сообщества российских специалистов АЭ-контроля должна быть направлена на гармонизацию нормативных документов с европейскими и международными стандартами, созданием правил и норм в области контроля новых современных материалов.

Обобщенный опыт ростовской школы акустико-эмиссионного контроля был отражен в докладе д-ра физ.-мат. наук С.И. Буйло и соавторов (Институт математики, механики и компьютерных наук им. И.И. Воровича ФГАОУ ВО ЮФУ): теория инвариантов, основанная на пуассоновской модели источников АЭ, способы восстановления потока событий, методические вопросы и результаты диагностики теплоизоляции объектов космической отрасли. Д-ром техн. наук В.В. Носовым с соавторами (Санкт-Петербургский горный университет) представлены результаты комплексных исследований проблем определения ресурса опасных про-



изводственных объектов по результатам диагностирования методом АЭ.

Результаты акустико-эмиссионного контроля образцов и элементов авиационных конструкций, изготовленных из композитных материалов, представлены коллективом авторов ФГУП «СибНИИ им. С.А. Чаплыгина» д-ра техн. наук Л.Н. Степановой, канд. техн. наук С.И. Кабановым и В.В. Черновой. Получена устойчивая локация дефектов в режиме реального времени при прочностных испытаниях композитных материалов, установлена связь параметров разрушения структуры углепластика с изменением основных информативных параметров сигналов АЭ.

Новые перспективные направления исследований, связанные с решением методических вопросов акустико-эмиссионного контроля, прозвучали в докладах д-ра техн. наук С.А. Бехера с соавторами и д-ра техн. наук А.Л. Боброва с соавторами (Сибирский государственный университет путей сообщений СГУПС), канд. техн. наук Т.Б. Петерсен

(ООО «Диапак»), канд. техн. наук В.А. Барат с соавторами (ООО «ИНТЕРЮНИС-ИТ»). Намечены направления исследований в областях: спектральный анализ сигналов АЭ, вероятностные модели оценки достоверности результатов контроля, кластеризация по пространственной корреляции параметров сигналов АЭ, совершенствование критериев оценки технического состояния по результатам АЭ-контроля.

Особое внимание заслужили доклады, отражающие опыт производственного контроля на Кемеровском АО «Азот» (А.Г. Медведев с соавторами, г. Кемерово), а также доклады, связанные с разработкой методик и результатами контроля таких нестандартных объектов, как опоры контактной сети объектов (В.С. Фадеев, А.В. Никитин), запорная арматура ядерных энергетических установок (А.С. Стеклов) и др.

Отчет подготовили

О.В. Муравьева, С.А. Бехтер, И.В. Разуваев

СЕКЦИЯ № 3. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ КОНТРОЛЬ

Руководители:

КОСТИН Владимир Николаевич,

д-р техн. наук, ИФМ УрО РАН, Екатеринбург

СМОРОДИНСКИЙ Яков Гаврилович,

д-р техн. наук, профессор, ИФМ УрО РАН, Екатеринбург

СЯСЬКО Владимир Александрович,

д-р техн. наук, Санкт-Петербургский горный университет, ООО «Константа», Санкт-Петербург

Секция объединила доклады по трем видам НК: магнитному, вихретоковому и электрическому, ряд докладов был посвящен комплексному многопараметровому контролю с использованием в том числе и других видов НК.

Открыл работу секции доклад нашего коллеги из Беларуси д-ра техн. наук С.Г. Сандомирского «Повышение достоверности определения физико-механических свойств материалов по результату измерения их магнитных параметров», посвященный вопросам магнитного структурного анализа материалов, основанном на наличии связей между физико-механическими и магнитными свойствами, определяемыми структурой металла (напряжениями, распределением диспергированных частиц в матрице сплава, дефектов в кристаллической решетке, величиной зерна и др.), формируемой при термических обработках для выяснения влияния относительной и приведен-



В.Н. Костин



Я.Г. Смородинский



В.А. Сясько



Н.П. Кодак



С.Г. Сандомирский

ной погрешностей двухпараметрового косвенного измерения параметра на достижимое значение коэффициента корреляции между результатами его измерения и истинными значениями.

Большой интерес представил доклад А.В. Михайлова, Ю.Л. Гобова и Я.Г. Смородинского «Электромагнитно-акустические преобразователи для контроля магистральных трубопроводов», в котором подробно изложены результаты разработки нового поколения ЭМА-преобразователей, а также методик и систем сканирования объектов трубопроводного транспорта, позволившей исключить необходимость поперечного сканирования поверхности трубы при ультразвуковом контроле. Изложены практические результаты работы и технические характеристики разработанной системы контроля труб большого диаметра.

Достаточно редко на конференциях рассматриваются доклады по электрическому контролю. В представленном докладе В.А. Сясько и А.С. Мусихина «Электроискровой импульсный контроль функциональных диэлектрических покрытий толщиной от 25 мкм и более» показано,

что в области электрического контроля еще есть возможности оптимизации методов, в том числе достаточно широко применяемого электроискрового для контроля покрытий малой толщины, начиная от 25 мкм и выше. В докладе на основании теоретического анализа процессов искрообразования показаны возможности существенного увеличения чувствительности и приведены практические результаты электроискрового импульсного дефектоскопа, а также нового поколения электродов к нему.

Приятно было заслушать доклад наших коллег-метрологов из ВНИИМ им. Д.И. Менделеева Е.Б. Брюховецкой и А.Е. Ивкина «Контроль электромагнитных свойств металлических покрытий для обеспечения достоверности и повышения точности результатов измерений вихретоковых толщиномеров», в котором рассмотрены проблемы обеспечения единства измерений толщины металлических покрытий и результаты разработки распределенного эталонного комплекса свойств покрытий. В состав его вошли установки для измерения:

- толщины покрытия;
- удельной электрической про-

водимости покрытия;

- удельной электрической проводимости основания;
- относительной магнитной проницаемости основания.

Перспективным развитием данного направления является разработка нормативной документации на меры свойств покрытий с нормированием метрологических и технических характеристик, разработка поверочной схемы, в которой будут нормированы параметры, оказывающие влияние на результаты измерений вихретоковых толщиномеров.

Ряд докладов был посвящен актуальным проблемам и направлениям развития вихретокового контроля:

- доклад авторов И.В. Терехина и Е.А. Славинской «Импульсный вихретоковый контроль двухслойных немагнитных изделий накладным вихретоковым преобразователем», посвященный проблеме отдельного контроля электропроводности двухслойных электропроводящих структур;
- доклад Е.Г. Щукиса, А.Г. Жданова, В.П. Лунина и др. «Классификация и параметризация вихретоковых сигналов», позволивший по-новому взглянуть на

проблему многочастотного вихретокового НК и на вопросы обеспечения его достоверности с использованием алгоритмов нечеткой логики при обработке измерительной информации;

- доклад А.С. Крюкова, Е.Г. Шукиса, Н.О. Кодака и В.П. Лунина «Исследование и разработка комплекса вихретокового контроля оболочек тепловыделяющих элементов», в котором подробно изложены результаты разработки системы для выявления малоразмерных дефектов твэлов;
- доклад И.В. Терехина и Е.А. Славинской «Разработка вихретокового метода контроля уровня жидкой стали в сортовом кристаллизаторе», в котором рассмотрены вопросы разработки методики и аппаратуры вихретокового контроля уровня расплавленного металла при непрерывном литье; подробно описана теория, моделирование и принципы измерения, отличительные особенности измерительных преобразователей и практические результаты при использовании.

Традиционно большой интерес представляют вопросы магнитного контроля объектов РЖД. Теоретические и практические вопросы импульсного магнитного контроля изделий из ферромагнитных материалов, особенно магнитомягких, проанализированы в докладе П.А. Шарина, А.В. Чуприна, В.А. Чуприна и Т.А. Сосницкой «Контроль магнитомягких ферромагнитных материалов импульсным магнитным полем», в котором рассмотрена теория импульсного намагничивания таких материалов и показаны пути решения проблемы: выбора амплитуды импульсов намагничивания, их длительности и скважности. Разработано оборудование, обеспечивающее требуемую достоверность при контроле подвижного состава, технические характеристики которого подроб-



но изложены. В докладе А.Г. Антипова и А.А. Маркова «Намагничивающая система дефектоскопа с использованием колес в качестве магнитных полюсов» фундаментально проанализированы проблемы создания оптимальных по исполнению систем намагничивания и использующих колеса как их элементы, выполнено их моделирование и исследование характеристик опытного экземпляра, показавшее перспективность предлагаемых решений.

Два доклада наших коллег из Беларуси (В.Е. Антонюка и С.Г. Сандомирского «Анализ однородности распределения магнитных свойств в тонкостенных дисках для прогнозирования стабильности их формы» и С.Г. Сандомирского «Неразрушающий магнитный контроль физико-механических свойств ответственных крепежных изделий машиностроения и авиастроения») посвящены практическому использованию магнитного контроля на предприятиях республики для контроля остаточных напряжений деталей различного назначения и физико-механических свойств (в том числе твердости) крепежных изделий машино- и авиастроения.

С большим интересом были заслушаны доклады специалистов ведущего производителя оборудования для магнитного контроля стальных канатов фирмы «ИНТРОН +» Д.А. Слесарева, И.И. Шпакова и А.В. Семенова, в которых был обобщен опыт проектирования, производства и использования систем на конкретных объектах не только в нашей стране, но и за рубежом. При этом было отмечено, что более широ-

кое внедрение систем мониторинга технического состояния канатов требует разработки новых нормативно-технических документов и регламентов, которые будут учитывать дополнительные возможности таких систем и регламентировать их применение персоналом объектов, где используются стальные канаты.

Специалисты ООО «Константа» В.А. Сясько, А.Е. Ивкин и А.Ю. Васильев в докладе «Совершенствование магнитоиндукционного метода неразрушающего контроля толщины покрытий» традиционно уделили внимание проблемам разработки магнитных толщиномеров защитных покрытий и поделились опытом аппаратной и программной борьбы с мешающими параметрами, достижениями в оптимизации параметров геометрически подобных первичных измерительных преобразователей и моделировании систем измерительный преобразователь – многослойный объект контроля.

Объединение нескольких направлений исследований и разработок в рамках одной секции позволило специалистам, особенно молодым, шире посмотреть на проблемы трех видов НК, использующих электромагнитное поле в различных его проявлениях. Следует отметить возросший научный уровень докладов после нескольких лет провалов, за что хочется поблагодарить наших ведущих специалистов и подрастающую смену.

*Отчет подготовили
В.Н. Костин, Я.Г. Смородинский,
В.А. Сясько*

СЕКЦИЯ № 4. КОНТРОЛЬ ХАРАКТЕРИСТИК И НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ МАТЕРИАЛОВ

Руководители:

ФЕДОРОВ Алексей Владимирович,

д-р техн. наук, Университет ИТМО,

Санкт-Петербург

ГОГОЛИНСКИЙ Кирилл Валерьевич,

д-р техн. наук, Санкт-Петербургский

горный университет, ООО «Константа»,

Санкт-Петербург

МУРАВЬЕВ Виталий Васильевич,

д-р техн. наук, профессор, ИжГТУ

им. М.Т. Калашникова, Ижевск

Заседание секции № 4 «Контроль характеристик и напряженно-деформированного состояния материалов» состоялось 3 марта 2020 г. На секцию было заявлено 13 докладов, представлено 9 докладов. В работе секции приняло участие более 20 слушателей, активно участвовавших в обсуждении представленных докладов.

Тематика докладов охватывает широкий круг вопросов, посвященных теоретическим и экспериментальным исследованиям различных средств и методов неразрушающего контроля (НК) параметров напряженно-деформированного состояния (НДС) и измерения механических характеристик материалов и изделий, в том числе ультразвуковых, электромагнитных, акустоэми-

сионных, а также методов твердометрии. Кроме того, в ряде докладов обсуждался опыт практического применения разработанных методик и оборудования для контроля технического состояния различных объектов, включая трубопроводы, железнодорожные пути, бетонные конструкции и др.

В докладе И. Алифановой с соавторами В.А. Быченком, И.В. Беркутовым «Акустические методы контроля механических напряжений в толстостенных трубах» были представлены два метода на основе эффекта акустоупругости: УЗ-метод с генерацией двух взаимно-поляризованных поперечных и одной продольной ультразвуковых волн и лазерно-ультразвуковой метод с генерацией головной подповерхностной волны. Рассмотрены вопросы метрологического обеспечения и подтверждения характеристик разработанных средств контроля.

В докладе Л.А. Пасманика с соавторами «Применение метода акустоупругости для оценки остаточных сварочных и монтажных напряжений» рассмотрены вопросы практической реализа-

ции способа оценки остаточных сварочных напряжений в металле шва сварных соединений трубопроводов, использующий способность метода на основе эффекта акустоупругости обеспечивать измерение значений мембранных напряжений.

Д.В. Шитов в своем докладе с соавторами А.В. Жуковым и А.Н. Кузьминым «Оценка напряженно-деформированного состояния с помощью метода акустической эмиссии» рассмотрел возможность применения методов акустической эмиссии для оценки параметров НДС металлических конструкций и устройств, находящихся в эксплуатации, в том числе сосудов и участков магистральных газопроводов. Сделан вывод о возможности использования данного метода для предотвращения наступления предельных состояний.

В весьма обширном исследовании М.Р. Тютина и Л.Р. Ботвины, представленном в докладе «Исследование кинетики поврежденности конструкционных сталей с использованием физических параметров неразрушающего контроля», изучены вопро-





Д.В. Шитов

сы взаимосвязи деформации и разрушения конструкционных материалов на различных стадиях нагружения с физическими характеристиками, регистрируемыми широко применяемыми методами неразрушающего контроля. Данная работа представляет значительный интерес с точки зрения анализа перспектив применения различных методов НК для решения задач контроля механических характеристик и НДС.

Вопросы практического применения электромагнитного метода НК на основе эффекта Баркгаузена рассмотрены в докладе В.М. Хаткевича «Контроль напряженно-деформированного состояния рельсовой плети, основанный на эффекте Баркгаузена». Представлено устройство для определения фактической температуры закрепления, позволяющее осуществлять контроль напряженно-деформированного состояния рельсовой плети бесстыкового пути. Приведены результаты натурных экспериментов, подтвердившие эффективность данного технического решения.



В докладе Л.В. Волковой, А.В. Платунова и В.В. Муравьева «Разработка технологий оценки технического состояния рельсов с использованием ультразвуковых волн» представлены результаты разработки технологии оценки технического состояния рельсов, основанной на оценке напряженного состояния рельсов эхоимпульсным поляризационно-временным методом, а также результаты применения зеркально-теневого метода для контроля пера подошвы рельса.

В докладе А.В. Козлова «Определение упругих свойств материалов при поверхностном прозвучивании» представлены результаты лабораторных исследований акустического метода определения упругих параметров материала при поверхностном прозвучивании с помощью пары преобразователей с сухим точечным контактом. Полученные результаты подтверждают, что точность такого метода сопоставима со статическими методами определения упругих модулей и составляет порядка 1–10% измеряемой величины. Практическая ценность представленных результатов основана на применении в данном исследовании серийно выпускаемого оборудования. В процессе обсуждения были отмечены проблемы метрологического обеспечения данного вида измерений.

Комплексный метод НК дефектности диэлектрических материалов и изделий, в том числе изоляторов, конструкционных органических диэлектриков,

бетонных конструкций, основанный на контактном акустическом зондировании предмета контроля и бесконтактной регистрации электромагнитного отклика на такое воздействие с последующим амплитудно-частотным анализом электромагнитного сигнала, представлен в докладе А.А. Беспалько, А.П. Суржикова, Д.Д. Данна, Е.К. Помишина и М. Петрова «Акустико-электрический неразрушающий контроль дефектности диэлектрических материалов». Приведены результаты математического моделирования и лабораторных исследований.

К.В. Гоголинский с соавторами А.Д. Ашировой и А.А. Никазовым в докладе «Возможности применения портативных твердомеров для неразрушающего контроля механических свойств покрытий» представил результаты анализа применимости наиболее распространенных портативных твердомеров, в том числе динамических (Либа), ультразвуковых (УЗ) и портативных Роквелла (ПР), для измерения твердости различных типов покрытий. Полученные результаты подтверждают возможность применения УЗ- и ПР-твердомеров для НК защитных покрытий, в том числе гальванических на основе хрома, химически осажденного никеля, а также различных керамических и твердосплавных покрытий толщиной от нескольких десятков микрометров и более.

Отчет подготовил
К.В. Гоголинский

СЕКЦИЯ № 5. НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ, МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ И ИНДУСТРИЯ 4.0

Руководители:

МАЕВ Роман Григорьевич,

академик РАН, д-р физ.-мат. наук, профессор, Институт диагностической визуализации исследований в Виндзоре, Онтарио, Канада, ООО «Тессоникс», Москва

СЯСЬКО Владимир Александрович,

д-р техн. наук, Санкт-Петербургский горный университет, ООО «Константа», Санкт-Петербург

ГОГОЛИНСКИЙ Кирилл Валерьевич,

д-р техн. наук, Санкт-Петербургский горный университет, ООО «Константа», Санкт-Петербург

Революционные преобразования современного производства ставят перед специалистами в области НК и ТД много вопросов — от утилитарных до философских. Так и эта, впервые проводимая в рамках конференции, секция является первым небольшим шагом на пути к достижению глобальных целей — разработки принципов построения и реализации распределенных сетей связанных автономных измерительных преобразователей, образующих большие системы в пределах инфраструктуры распределенных умных про-

изводств, а также развития инженерных дисциплин в области физики методов НК, приборостроения, программирования как основы обеспечения долговременного функционирования этих систем на базе реалистичных многоуровневых моделей, встроенных в кибер-физические системы, использующих машинное обучение как основу реализации принципов искусственного интеллекта при переходе от выходного НК к сплошному мониторингу состояния (МС) и обеспечению системы достоверной ТД. В рамках работы секции рассмотрены принципы построения измерительных преобразователей, их метрологического обеспечения, а также валидации моделей, вопросы стандартизации. Часть докладов посвящена практической реализации измерительных преобразователей и систем, отвечающих принципам инициативы «Индустрия 4.0». Были представлены доклады, в том числе академика РАН Р.Г. Маева (Канада), ректора Южно-Уральского университета профессора А.Л. Шестакова, вице-президента Фраунгоферовского института неразрушающего контроля профессора Б. Валеске (Германия), вице-президента Китайского общества неразрушающего контроля профессора Лю Сонгпина, ученых из ВНИИМ им. Д.И. Менделеева и других специалистов. Программа работы секции состояла из двух частей:

- I. Общие вопросы развития средств и методов НК в эпоху 4-й промышленной революции;
- II. Интеллектуальные измерительные системы и датчики.

В первой части секции «Общие вопросы развития средств и

методов НК в эпоху 4-й промышленной революции» было представлено 11 докладов.

Доклад Р.Г. Маева «NDE 4.0. New Approaches for “Zero-Defective” Mass-Manufacturing Production Using Ultrasonic Real-Time Monitoring of Bonded Joints Quality Based on Deep Learning Neural Network for Machine Learning Algorithms» был посвящен анализу перспективных концепций исключения ошибок при неразрушающем контроле на примере автоматизированного анализа качества точечной сварки в реальном времени (в процессе сварки) с помощью ультразвукового В-сканирования формирующегося свариваемого металла с помощью глубокого обучения, позволяющего классифицировать сварные швы (хорошие, приемлемые или плохие) и вносить корректирующие поправки в сварочный процесс, что делает революционным сам процесс сварки и его мониторинга с элементами технической диагностики.

В докладе Б. Валеске «NDT4.0 – Assistance Systems, Interfaces and Networked NDT Processes with Sensor and Data Intelligence for Services and Automated Devices in Digital Environments» выполнен анализ систем НК в изменяющемся промышленном производстве, что позволяет позиционировать его как NDT 4.0 – логическую составную часть Industry 4.0. Представлен обзор выполненных работ в следующих областях: универсальных платформ и электронных интерфейсов со стандартизованным форматом данных, технологий генерации информации, передовых методов обработки измерительной информации с использованием машинного об-



Р.Г. Маев



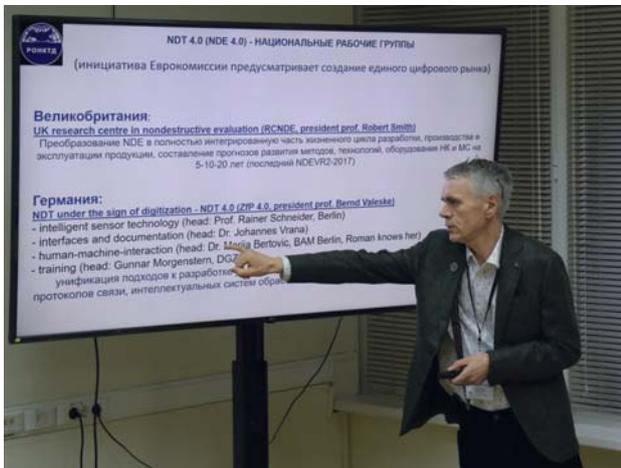
учения и искусственного интеллекта. Представлены первые демонстрационные проекты, представляющие возможности концепций NDT 4.0: интеллектуальная модульная система человеко-машинной помощи с интегрированным интерфейсом для выполнения тестов, документирования тестовых данных и оценки данных; ультразвуковая и вихретоковая системы с развитым интерфейсом для взаимодействия человека с машиной и межмашинной связи; интегральный монокристаллический датчик, реализующий концепцию «все на чипе» для хранения информации об изделии, настроек и результатов контроля; система объединения данных испытаний с многоуровневой моделью объекта и производственного процесса в едином формате с использованием открытых унифицированных интерфейсов для ультразвуковых, вихретоковых и микроволновых систем. Представлены прототипы разработок модулей для умных производств.

Доклад В.А. Сясько и К.В. Голинского «Актуальные цели и задачи метрологии и приборостроения в области неразрушающего контроля, технической диагностики и мониторинга состояния, связанные с тенден-

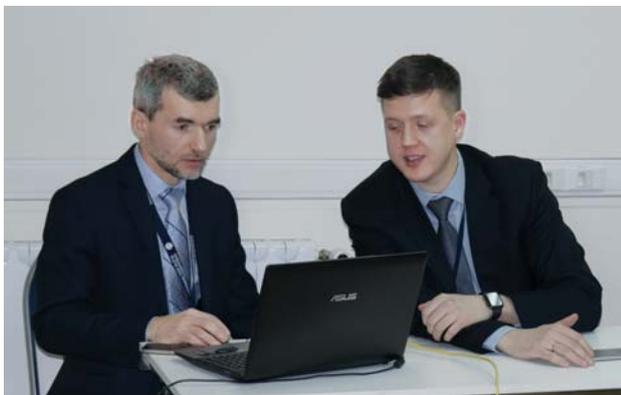
циями цифровизации промышленности и экономики» является завершающим в исследованиях, посвященных указанным в названии проблемам, применительно к интенсивно развивающимся умным распределенным производствам. Рассмотрены проблемы и задачи объединения в единую распределенную сеть средств измерения (СИ) и средств НК разных производителей, создания систем НК, функционирующих без человека, выработки единых подходов разработки, аттестации и применения цифровых моделей «система НК – объект контроля» и разработки соответствующих стандартов и принципов метрологического обеспечения, в частности: разработки и внедрения методических основ и технических решений при создании интеллектуальных многопараметрических датчиков; разработки новых методов метрологического обеспечения многопараметрических измерений, включая измерения при НК, в целях повышения достоверности результатов НК, а также автоматической адаптации средств НК к изменению параметров контролируемого объекта или окружающей среды; разработки стандартов на методы и средства самодиагностики и автокоррек-

ции СИ и средств НК, функционирующих в автоматическом режиме, а также их метрологического обеспечения; разработки средств и методов метрологического обеспечения цифровых моделей и встраивания виртуальных СИ и эталонов в цепь прослеживаемости; разработки стандартов для аттестации (верификации и валидации) цифровых моделей объектов контроля и средств НК.

В рамках двухстороннего научно-технического сотрудничества российского и китайского национальных обществ был представлен доклад Лю Сонгпина и Лю Фейфей «China Society of Non-Destructive Testing. Basic Technical Consideration and Action for Industry 4.0 in Composites NDT&E Direction», в котором помимо общих вопросов, касающихся перехода от традиционного НК к НК 4.0, подробно рассмотрены проблемы развития технологий производства композитных материалов до уровня Индустрии 4.0, в связи с которыми возникли новые практические требования к инновационным технологиям НК. Рассмотрены решения в области исследований, разработки и применения методов и систем НК композитов, проанализированы и обобщены некоторые основные



В.А. Сясько



К.В. Гоголинский, А.А. Кирьянов

технические идеи и последние действия в области NDT&E 4.0 для Индустрии 4.0 умных производств авиационной техники.

С фундаментальным докладом «Развитие метрологии в контексте четвертой промышленной революции» выступили сотрудники ВНИИМ им. Д.И. Менделеева Р.Е. Тайманов и К.В. Сапожников. В докладе были рассмотрены следующие вопросы: расширение спектра величин, требующих измерения и мониторинга их состояния (переход к многопараметрическим измерениям, усложнение моделей, необходимость мониторинга характеристик пространственно-разнесенных объектов, увеличение числа каналов измерения и объема данных при необходимости виртуальных испытаний систем и расширения межповерочного интервала при обеспечении требуемой достоверности информации); автоматизация метрологического обеспечения в процессе эксплуатации (стремительно увеличивающееся число датчиков многоканальных распределенных систем измерения не должно приводить к снижению достоверности результатов при условии расширения межповерочных интервалов и

условии выполнения самокалибровки и самовосстановления характеристик). Приведен пример и подробно описаны характеристики первых в мире измерительных систем с функциями самоконтроля — прямыми и диагностическими, в основу которых положено обеспечение избыточности различного типа в целях контроля критических составляющих погрешности и ее корректировки. Рассматриваемое направление актуально для всех видов измерений, а также НК. В будущем при широком использовании СИ и МИС с МСК, а также встроенных в аппаратуру серийных квантово-механических эталонов для большей части СИ периодическая поверка или калибровка не потребуется. Достаточно будет через 10–15 лет заменять их как морально устаревшие.

Четвертая промышленная революция предполагает более широкое применение информационных технологий путем трансформации предприятия в цифровое. В ПАО «Газпром нефть» цифровую трансформацию рассматривают как важнейший фактор роста, чему был посвящен доклад А.А. Кирьянова «Актуальные цели и задачи метрологии в нефтегазодобывающей отрасли в эпоху цифровизации». До 2030 г. компания предполагает создание собственной единой цифровой платформы и переход на управление бизнесом на основе данных с помощью искусственного интеллекта, в том числе в области измерений, НК и МС технологического оборудования. При этом главными вопросами будут: метрологическое обеспечение цифровой платформы (при обеспечении самодиагностики, самокалибровки, дистанционной поверки); построение защищенных распределенных информационно-измерительных систем на основе облачных вычислений; метрология цифровых двойников на основе моделирования процессов и объектов). За последние два года компания реализовала успешные проекты в области внедрения систем с искусственным интеллектом, предиктивной аналитики, а также технологии блокчейн. Высокую эффективность показали первые разработки цифровых двойников скважин, буровых и нефтеперерабатывающих установок, что позволяет использовать полученные результаты для выработки решений в области обеспечения единства измерений для развития цифровых технологий в области измерений, НК и МС.

Важным направлением развития систем НК и МС является использование риск-ориентированного подхода. Комплексный подход к проблеме обеспечения надежности технологического оборудования с применением этого подхода проанализирован А.Б. Самохваловым («Технико-экономическая модель планирования неразрушающего контроля с использованием риск-ориентированных

подходов») на примере обобщенной модели технического обслуживания и НК сосудов давления, насосов и компрессоров, учитывающей конструктивные особенности, условия эксплуатации, механизмы возникновения повреждений, виды отказов и их последствия, с учетом стратегии технического обслуживания и диагностики, истории техобслуживания и блока планирования. Предложенная модель реализована для установки первичной переработки нефти. Модель составлена для предприятий нефтеперерабатывающей отрасли с использованием методик RBI и RCM, но с учетом соответствующих модификаций может применяться более широко. Полученная информация использована для оптимизации планов применения НК в рамках предприятия в целях увеличения эффективности диагностики и технического обслуживания оборудования, снижения рисков и повышения надежности технологических процессов.

В докладе Г.Я. Буймистряка «Неразрушающий контроль изделий на основе встраиваемой интеллектуальной волоконно-оптической сенсорики» рассмотрены возможности интеллектуализации НК изделий, производимых с помощью передовых аддитивных технологий, состоящие в обеспечении диагностического самоконтроля исправности (достоверности показаний) и метрологического самоконтроля погрешности (точности измерений) встроенных малоразмерных волоконно-оптических датчиков (микронного и субмикронного размера) в процессе их эксплуатации при контроле недопустимых внутренних напряжений. Основным посылом является то, что выходные сигналы волоконно-оптических сенсоров по своей физической природе мультимодальны (изменяемыми параметрами являются взаимосвязанные амплитуда, фаза, частота и поляризация их сигналов), что позволяет за время, меньшее времени изменения большинства контролируемых процессов, калибровать (градуировать) датчики в отсутствие эталонов, изменяя с помощью перестраиваемых оптико-электронных элементов один из четырех параметров при условном постоянстве других. Показано, что разработка и применение технологий сенсорного слияния многопараметровой информации от волоконно-оптической сенсорной сети малоразмерных и нервоподобных интеллектуальных датчиков является ключевой тенденцией развития систем оптического НК.

«Концепция мобильного модульного материало-ведческого комплекса на основе AR-технологий для нужд образования, производства и неразрушающего контроля» была рассмотрена коллективом авторов из Рыбинского государственного технического университета (М.А. Ганzenым, К.А. Во-

робьевым, А.В. Михрютиной, В.В. Мусиновым и Р.А. Серовым), предлагающим использовать технологии дополненной реальности (AR) в процессе обучения студентов технических специальностей, в том числе в области НК. При применении комплекса в учебном процессе предполагается взаимное обучение студента и слабого искусственного интеллекта под контролем тьютора (опытного преподавателя). При этом система генерирует набор возможных ответов, а студент итерационным методом выбирает оптимальное решение. Таким образом, одновременно в интерактивном режиме происходит обучение и студента, и системы искусственного интеллекта (аналог нейросети). При применении в промышленности в базу данных комплекса могут быть загружены цифровые двойники технологий сборки, дефектоскопии и ремонта ответственных изделий (в качестве примера авторами доклада рассматривались современные и перспективные газотурбинные двигатели).

Весьма содержательным представляется материал исследований коллектива авторов А.А. Маркова, Е.А. Максимовой, Н.В. Полонского (ОАО «Радиоавионика») «Мониторинг развития дефектов рельсов при многоканальном ультразвуковом контроле». Оценка сигналов от дефектов рельсов усложняется тем, что диагностические средства осуществляют многоканальный и многометодный контроль. Кроме того, средства разрабатываются разными производителями, имеют разные схемы ультразвукового прозвучивания и разную специфику отображения дефектоскопических сигналов. Для их оценки предлагается использовать интегральные параметры, охватывающие контролируемые параметры на основании типовых моделей дефектов. С применением разработанной на основании данного подхода методики были проанализированы десять реальных развивающихся дефектов разного типа в головке рельсов с момента их развития до изъятия рельсов. Результаты исследования показали, что, используя предлагаемый параметр, можно усовершенствовать алгоритмы автоматической расшифровки сигналов от дефектов на фоне шумов и ложных отражений в процессе МС и принятия решений. Предложенные подходы могут применяться при мониторинге развития дефектов и в других отраслях НК.

Доклад Е.В. Абрамовой «Оценка теплозащитных параметров ограждающих конструкций зданий и сооружений в условиях их эксплуатации тепловым методом. Методики контроля» посвящен практической реализации системы мониторинга сопротивления теплопередачи в условиях нестационарных условий окружающей среды на основе многоуровневых моделей «дефектоскоп/ограждающая конструкция», учитывающих основные



К.В. Гоголинский, выступает И.И. Федосов

требования существующей и перспективной нормативной документации, и разработки единой технологии контроля с учетом современной теории и практики теплового контроля.

Во второй части секции «Интеллектуальные измерительные системы и датчики» было представлено шесть докладов.

Перспективы применения концентрационных элементов (одножильных кабелей из меди или нержавеющей стали) для задач измерения уровня однофазных или двухфазных жидких сред (например, пар–вода) и реализации метрологического самоконтроля кондуктометрических и емкостных уровнемеров дискретного типа рассмотрены в докладе А.А. Калашникова «Уровнемеры с функцией метрологического самоконтроля на основе концентрационного эффекта».

«Особенности измерения силы совокупным методом» для больших значений силы (свыше 1 МН) рассмотрены сотрудниками ВНИИМ им. Д.И. Менделеева А.Ф. Остривным и И.Ю. Шмигельским. Описываемый метод совокупных измерений силы заключается в одновременном нагружении измеряемой силой нескольких предварительно отградуированных силоизмерительных датчиков, находящихся между двумя жесткими плоскостями. В условиях эксплуатации неизбежно появление систематических погрешностей, связанное с нестабильностью их градуировочных характеристик. Основными влияющими факторами при выявлении систематической погрешности каждого отдельного датчика в группе являются геометрия силовведения и возможное перераспределение силы. Соблюдение условий компланарности позволяет путем сравнения показаний датчиков между собой с применением специальной математической модели выявлять появление систематической погрешности измере-

ний и на этой основе в течение длительного времени эксплуатации обеспечивать метрологический самоконтроль измерительной системы.

Четыре доклада были представлены группой студентов и аспирантов Южно-Уральского государственного университета и их научным руководителем А.Л. Шестаковым.

И.И. Федосов, А.Л. Шестаков сделали доклад «Концепт системы диагностики датчиков температуры». Рынок средств измерения температуры составляет более 20% мирового рынка устройств для измерений и испытаний. Статистические данные показывают, что до 15% аварий энергетического оборудования вызваны выходом из строя измерительных систем, в том числе средств измерения температуры. В работе предложен концепт системы диагностики контактных средств измерения температуры, который позволит увеличить точность и надежность измерения температуры при сохранении простоты внедрения и низкой стоимости владения для пользователя. Система основана на получении дополнительной диагностической информации и будет совместима с существующими типами контактных средств измерения температуры и интерфейсами взаимодействия с АСУТП. Основными элементами новизны системы являются диагностические модели для одной или группы термопар на основе классических математических моделей и моделей, управляемых данными, критерии оценки текущего состояния термопары и качества теплового контакта с объектом измерения, метод компенсации дополнительной погрешности, метод оценки остаточного эксплуатационного ресурса.

С докладом «Разработка модели искусственной нейронной сети для диагностирования и прогнозирования состояний колонны бурильных труб на предмет риска возникновения прихватов» выступили Ш.Ш. Кодиров, А.Л. Шестаков. Наиболее распространенным и трудоемким видом аварий в процессе бурения скважин является прихват бурильной колонны — непредвиденный процесс при сооружении скважин, характеризующийся потерей подвижности колонны труб или скважинных приборов при приложении к ним максимально допустимых нагрузок с учетом запаса прочности труб и применяемого оборудования. На основе искусственных нейронных сетей разработана модель диагностирования и прогнозирования прихватов на стадии проектирования строительства и в процессе бурения скважины на основании анализа шестнадцати параметров с их бинаризацией. В разработке полученной модели диагностирования и прогнозирования применялись важные и обобщающие косвенные диагностические показатели, позволяющие прогнозировать все виды прихватов колонн бурильных труб. Представленный

способ преобразования элементов входных данных позволяет полученной модели нейронной сети адаптироваться к новым выборкам, в том числе от скважин различных месторождений. Экспериментальным способом обоснована архитектура сети и выявлены наилучшие гиперпараметры, а также комбинация активационных функций, благодаря которым получена оптимальная модель для решения данной задачи. При этом модель позволяет провести процедуру диагностирования и прогнозирования прихватов на стадиях проектирования и в процессе бурения скважины, в результате чего будут минимизированы риски возникновения непредвиденных аварий.

В.В. Синицин, А.Л. Шестаков представили доклад «Метод получения информации о техническом состоянии исполнительного механизма с его вращающегося вала». Крутильные колебания в ряде случаев несут важную диагностическую информацию о состоянии машины. Авторами разработан, изготовлен и исследован прототип (экспериментальный образец) датчика ускорений, который содержит три равноудаленных от центра вала одноосевых акселерометра, расположенных в одной плоскости. Датчик ускорений, обладающий высокой чувствительностью к собственным частотам механической системы и закрепляемый на валу машины-симулятора, раскручивается двигателем симулятора от состояния покоя до заданной частоты вращения, позволяет обнаруживать зарождающиеся дефекты механизмов и прогнозировать их состояние.

«Диагностика технического состояния датчика давления штуцерного исполнения» описана в докладе Е.С. Туговой, О.Ю. Бушуева, Д.Д. Салова, Е.А. Бобкова. Штатная электроника датчиков давления позво-



За столом А.Л. Шестаков, А.А. Кирьянов



ляет обнаружить ряд неисправностей чувствительного элемента, но не проблемы, происходящие с механико-гидравлической системой датчика давления (точечная коррозия или вытекание жидкости). В работе исследовались датчики для измерения избыточного давления – изменения состояния механико-гидравлической системы. Испытания проводили на гидропроливочном стенде при разных значениях давления рабочей среды, далее данные с них записывались и обрабатывались. Статистические характеристики исправных и неисправных модулей сравнивали между собой. В результате было установлено, что среднеквадратичное отклонение (СКО) кодов на выходе АЦП в случае исправных датчиков в технологическом процессе зависит от значения давления рабочей среды, и, напротив, при наличии неисправности (вытекание жидкости более 10 %) СКО становится минимальным

и не зависит от входного давления. Таким образом, СКО может служить признаком возникновения данного вида неисправности при наличии достаточного уровня шума в системе.

По результатам работы секции принято решение об организации рабочей группы, целями которой будет являться формирование задач и программы работы в области стандартизации и метрологического обеспечения распределенных СИ, систем НК и МС, а также систем моделирования, сбора и обработки измерительной информации для кибер-физических систем и перспективных умных производств.

*Отчет подготовили
В.А. Сясько, К.В. Гоголинский*

Отчеты по другим секциям конференции, а также отчеты по круглым столам форума читайте в №3 (июль-сентябрь), 2020 «Территория NDT»



СООБЩЕНИЕ О ВРУЧЕНИИ НАЦИОНАЛЬНОЙ ПРЕМИИ В ОБЛАСТИ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ

В рамках форума «Территория NDT 2020» в торжественной обстановке была вручена Премия в области неразрушающего контроля и технической диагностики, учрежденная Российским обществом по неразрушающему контролю и технической диагностике в 2019 г.

В соответствии с Положением о Национальной премии в области неразрушающего контроля и технической диагностики, утвержденной президентом РОНКТ, экспертным советом рассмотрены оценочные листы кандидатов на премию РОНКТД.

В адрес организационного комитета в период с 13 ноября 2019 г. по 31 января 2020 г. поступили анкеты кандидатов:

- 1) Премия за выдающийся вклад в научно-исследовательскую деятельность в области НК и ТД – 7 кандидатов;
- 2) Премия за выдающийся вклад в развитие способов и технологий НК, разработку новых приборов и систем НК и ТД – 4 кандидата;
- 3) Премия молодому специалисту (до 35 лет) за достижения в области НК и ТД – 6 кандидатов.

В работе экспертной комиссии на этапе рассмотрения оценочных листов приняли участие восемь экспертов: Н.П. Алёшин, А.Х. Вopilкин, В.П. Вавилов, Г.Я. Дымкин, Н.Н. Коновалов, А.А. Самокрутов, Я.Г. Смородинский, В.В. Сухорук.

Премия за выдающийся вклад в научно-исследовательскую деятельность в области НК и ТД

Кандидат	Тема	Оценка	Место
СЯСЬКО Владимир Александрович	Теория и методы создания электромагнитных приборов контроля толщины покрытий и стенок изделий	33,6	3
ШЕВАЛДЫКИН Виктор Гаврилович	Ультразвуковая эхоимпульсная томография железобетонных объектов	35,3	2
САНДОМИРСКИЙ Сергей Григорьевич	Аналитическое описание и статистическое обоснование взаимосвязей магнитных свойств сталей и чугунов, формирование новых структурочувствительных магнитных параметров из параметров предельной петли магнитного гистерезиса, анализ их структурной чувствительности с учетом точности определения, разработка на этой основе новой концепции магнитной структуроскопии для ее использования для повышения достоверности неразрушающего контроля твердости, механических свойств и структуры ответственных изделий машиностроения и металлургии	24,1	6
БАЗУЛИН Евгений Геннадиевич	Получение высококачественного изображения отражателей с использованием ультразвуковых антенных решеток	33,1	4
КОЗИНКИНА Алла Ивановна	Определение деформационных характеристик и концентрации деформационных дефектов по сигналам акустической эмиссии (АЭ) в материалах и конструкциях при действии силовых нагрузок	20,8	7
НИКИТИН Алексей Константинович	Способ загоризонтной локации объектов на металлической поверхности	25,9	5
ВАВИЛОВ Владимир Платонович	Разработка теоретических основ, методологии и аппаратуры теплового неразрушающего контроля	37,0	1

Премия за выдающийся вклад в развитие способов и технологий НК, разработку новых приборов и систем НК и ТД

Кандидат	Тема	Оценка	Место
БУЛАТОВ Александр Сергеевич, ИВКИН Антон Евгеньевич, СЯСЬКО Владимир Александрович	Совершенствование электромагнитных методов, разработка, освоение производства и широкое применение приборов комплексного неразрушающего контроля покрытий серий «Константа» и «Корона»	34,0	1
НИКИТИН Алексей Константинович	Способ загоризонтной локации объектов на металлической поверхности	24,3	3
СЕДНЕВ Дмитрий Андреевич	Проект «Система комплексной томографии ответственных пространственно-сложных фасонных деталей»	27,9	2
ТИМОХИНА Наталья Юрьевна, РЯБОВ Александр Викторович	Контроль ответственных изделий современными методами НК	22,1	4

Премия молодому специалисту (до 35 лет) за достижения в области НК и ТД

Кандидат	Тема	Оценка	Место
КАРПОВ Денис Федорович	Разработка и совершенствование методов и средств теплового контроля и технической диагностики ограждающих конструкций зданий и сооружений, инженерных систем, установок и их элементов, комплекса теплофизических свойств строительных и теплоизоляционных материалов, изделий, компонентов природной среды	19,0	4
МЫШКИН Юрий Владимирович	Методы и средства повышения эффективности акустического контроля труб	20,2	3
МИХАЙЛОВ Алексей Вадимович	Электромагнитно-акустические преобразователи для контроля магистральных трубопроводов	20,3	2
РАФИКОВ Рафик Хайдарович	Способ определения диаграммы направленности пьезоэлектрического преобразователя и устройство для его осуществления	14,4	6
КУЗНЕЦОВ Антон Олегович	Устройство определения положения и идентификации мало-размерных металлических включений в изделиях из композитных материалов	18,4	5
СМОЛЯНСКИЙ Владимир Александрович	Микрофокусный источник жесткого тормозного гамма-излучения для промышленной рентгенографии и томографии высокого разрешения	23,1	1



Лауреаты премии: В.А. Смолянский, В.П. Вавилов, В.А. Сясько, А.С. Булатов, А.Е. Ивкин

По итогам работы экспертного совета

- Премия за выдающийся вклад в научно-исследовательскую деятельность в области НК и ТД присуждена Владимиру Платоновичу Вавилову, д-ру техн. наук, заведующему научно-производственной лабораторией «Тепловой контроль», ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности. Тема: Разработка теоретических основ, методологии и аппаратуры теплового неразрушающего контроля;
- Премия за выдающийся вклад в развитие способов и технологий НК, разработку новых приборов и систем НК и ТД присуждена коллективу (ООО «КОНСТАНТА») в составе: Александр Сергеевич Булатов (зам. генерального директора), Антон Евгеньевич Ивкин (начальник отдела перспективных разработок), Владимир Александрович Сясько (генеральный директор). Тема: Совершенствование электромагнитных методов, разработка, освоение производства и широкое применение приборов комплексного неразрушающего контроля покрытий серий «Константа» и «Корона»;

- Премия молодому специалисту (до 35 лет) за достижения в области НК и ТД присуждена Владимиру Александровичу Смолянскому, научному сотруднику научно-производственной лаборатории «Бетатронная томография крупногабаритных объектов», ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет». Тема: Микрофокусный источник жесткого тормозного гамма-излучения для промышленной рентгенографии и томографии высокого разрешения.

В соответствии с Положением о Национальной премии лауреатам были вручены памятные значки, дипломы и денежная премия от РОНКТД.

Премии вручал председатель экспертного совета академик РАН Николай Павлович Алёшин.

Благодарим соискателей и экспертов за участие, поздравляем лауреатов и напоминаем, что вручение наград премии в следующем году приурочено к времени проведения форума «Территория NDT 2021», сбор заявок уже начал.

*Секретарь организационного комитета
Национальной премии в области неразрушающего
контроля и технической диагностики,
канд. техн. наук БАЗУЛИН Андрей Евгеньевич*

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ:

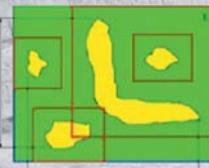
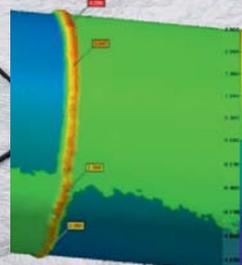
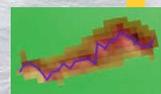
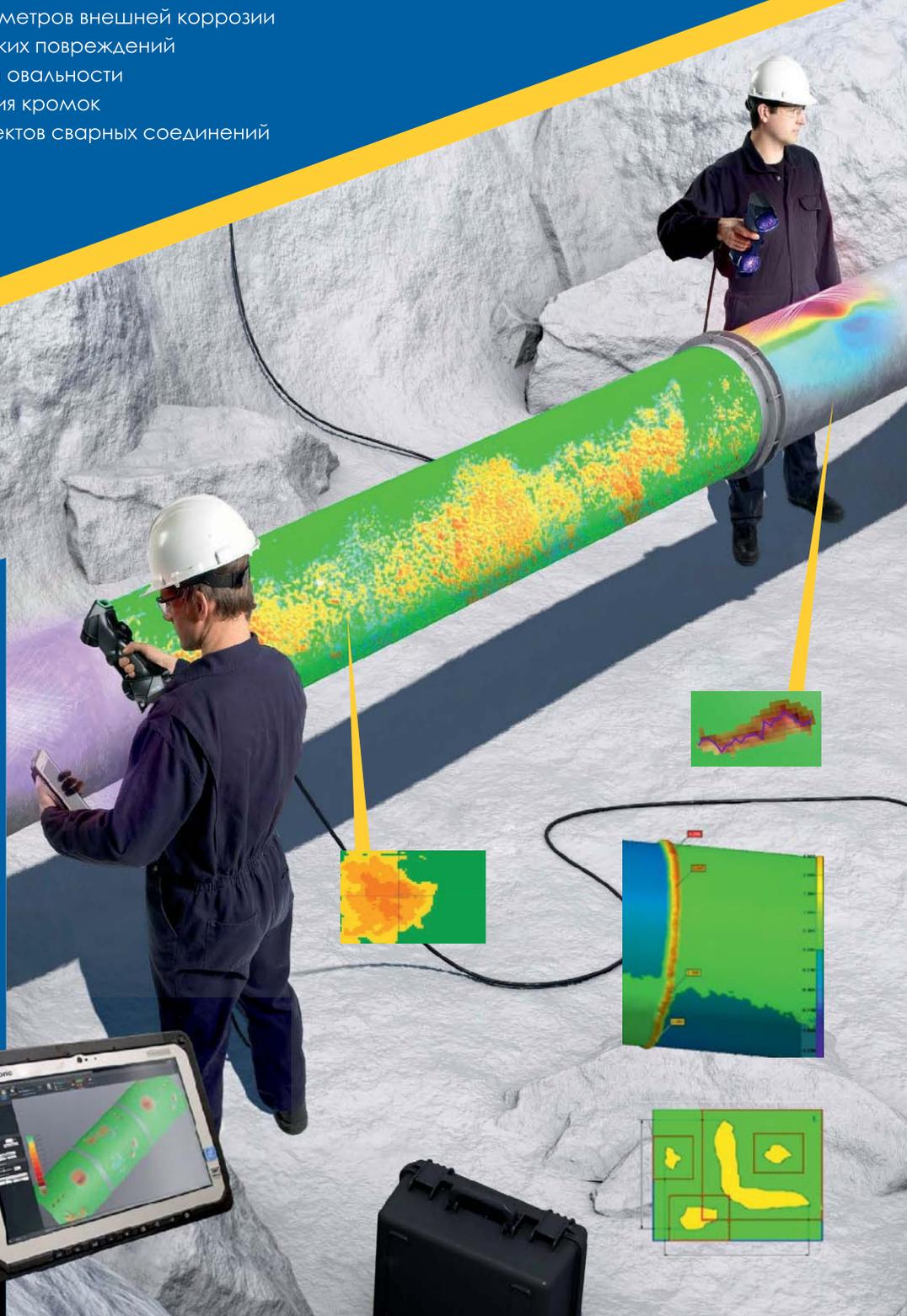
- › Автоматическое измерение параметров внешней коррозии
- › Измерение различных механических повреждений
- › Определение прямолинейности и овальности
- › Изменение параметров смещения кромок
- › Измерение геометрических дефектов сварных соединений



- › Высокая скорость сканирования
- › 3D отображение в реальном времени
- › 100% цифровая запись данных в файл
- › Автоматический анализ данных коррозии
- › Точность до 0,025мм
- › Длина одного скана до 18 метров
- › Отсутствие подвижных частей в конструкции сканера
- › Не требует специальной подготовки оператора

Pipcheck

идеальное решение для эффективной оценки внешних повреждений трубопроводов и сварных соединений



САЛОН ИННОВАЦИЙ В ОБЛАСТИ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ, ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ И МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ



Спонсор
салона инноваций



НИИИ МНПО «СПЕКТР»
RII MSIA «SPECTRUM»

В период с 3 по 5 марта 2020 г. в рамках форума «Территория NDT. Неразрушающий контроль. Испытания. Диагностика» впервые был организован «Салон инноваций в области неразрушающего контроля, технической диагностики и мониторинга состояния промышленных объектов». Участниками салона стали 20 разработчиков, отобранных на предварительном этапе экспертным советом РОНКТД.

В рамках салона были представлены разработки, направленные на автоматизацию процессов и цифровизацию технологий неразрушающего контроля в различных отраслях промышленности, а также на повышение информативности и достоверности работ по неразрушающему контролю и оценке технического состояния промышленных объектов:

1. Универсальный дефектоскоп на фазированных решетках «АВГУР-АРТ» (ООО «НПЦ «ЭХО+») – Алексей Харитонович Вopilкин, Дмитрий Сергеевич Тихонов, Андрей Евгеньевич Базулин, Евгений Геннадиевич Базулин, Георгий Валерьевич Тишин;
2. Способ беспороговой автоматической интеллектуальной регистрации сигналов акустиче-

ской эмиссии устройством неразрушающего контроля (ООО «Интерюнис-ИТ») – Вера Александровна Барат, Сергей Владимирович Елизапов;

3. Система подачи контактной жидкости НРПОС «Нерпа» (ООО «Спецкиберприбор») – Юрий Иванович Гнетнев;
4. Программный комплекс для автоматической обработки данных акустической эмиссии АЕ strategy (ООО «Стратегия НК») – Дмитрий Витальевич Шитов, Антон Валерьевич Жуков;
5. Способ контроля технического состояния машины по параметрам собственных колебаний (ООО «Газпром трансгаз Нижний Новгород») – Анатолий Анатольевич Решетов, Николай Александрович Захаров;

6. Внутритрубный сканер-дефектоскоп a2072 in-troscan (ООО «АКС») – Андрей Анатольевич Самокрутов, Станислав Юрьевич Ворончихин, Юрий Анатольевич Седелев, Виктор Гаврилович Шевалдыкин, Антон Владимирович Козлов, Максим Васильевич Заец;
7. Weld web (ООО «Высокие технологии в промышленности») – Тигран Мгерович Галоян;
8. Комплект устройств для ориентации ультразвуковых преобразователей (ООО «Ижконтрольсервис») – Константин Александрович Балобанов;
9. Способ диагностирования электрического оборудования электровозов серии ЧС-6, ЧС-200. (филиал ООО «ЛокоТех» – «Северный полигон») – Денис Владимирович Федоров;
10. Дефектоскоп электромагнитно-акустический прутков «ДЭМА-П» (ФГБОУ ВО «ИжГТУ им. М.Т. Калашникова») – Ольга Владимировна Муравьева, Кирилл Владимирович Петров, Юрий Владимирович Мышкин, Виталий Васильевич Муравьев, Виктор Анатольевич Стрижак, Андрей Васильевич Пряхин, Андрей Борисович Ефремов;
11. Автоматический визуально-измерительный сканер «АВИКскан» («ТиВиЭн Технолоджи») – Артём Сергеевич Шляев;
12. Способ активного неразрушающего контроля композиционных материалов, содержащих углеродное волокно, с применением индукционного нагрева (ООО «НУЦ «Качество») – Георгий Павлович Батов;
13. Устройство для измерения геометрических параметров объектов (ФГУП «ВНИИМС») – Леон Сергеевич Бабаджанов, Марианна Леоновна Бабаджанова, Аркадий Гайкович Данелян;
14. Мобильное приложение НК-консультант («Интертек Рус») – Алексей Евгеньевич Моташков, Павел Александрович Ильин;
15. Установка автоматизированного ультразвукового эхоимпульсного контроля рельсов УКР-25 (АО «НИИ мостов») – Григорий Яковлевич Дымкин, Дмитрий Вячеславович Кособоков, Алексей Андреевич Шелухин, Илья Зусевич Этинген;
16. Преобразователь акустической эмиссии повышенной надежности (Тольяттинский государственный университет) – Игорь Анатольевич Растегаев, Алексей Валериевич Данюк, Алексей Юрьевич Виноградов, Дмитрий Львович Мерсон;
17. Отечественный комплекс для промышленной цифровой радиографии (ООО «ПРОДИС. НДТ») – Артем Олегович Устинов, Кирилл Александрович Багаев;





Академик Н.П. Алёшин

18. Развитие функциональных возможностей высокоскоростного магнитного (MFL) метода контроля рельсов (ОАО «Радиоавионика») – Анатолий Аркадиевич Марков, Андрей Геннадиевич Антипов;
19. ЛАБ 365 – программное обеспечение (ООО «Лаборатория 365») – Даниел Петрович Ротарь, Дмитрий Андреевич Кулицкий;
20. Прибор для контроля качества точечной сварки – новое решение с использованием многоканальных датчиков (ООО «Тессоникс») – Роман Григорьевич Маев, Сергей Александрович Титов, Алексей Владимирович Богаченков, Руслан Григорьевич Рахутин.

Оценивало разработки авторитетное жюри под председательством академика РАН Н.П. Алёшина. В состав жюри вошли представители государственных корпораций и компаний, предприятий топливно-энергетического комплекса, железнодорожной, авиационно-космической отрасли: д-р техн. наук В.Т. Бобров (ЗАО «НИИИИ МНПО «Спектр»), канд. техн. наук А.С. Генералов (ВИАМ), М.В. Григорьев (ФГУП «НПО «Техномаш»), д-р техн. наук А.Г. Ефимов (ЗАО «НИИИИ МНПО «Спектр»), д-р техн. наук Н.Н. Коновалов (АО



Работа жюри



Универсальный дефектоскоп на фазированных решетках «АВГУР-АРТ»

«НТЦ «Промышленная безопасность»), канд. техн. наук В.В. Котельников (ТПП РФ), канд. техн. наук Л.Ю. Могильнер (ООО «НИИ Транснефть»), д-р техн. наук В.С. Никитин (АО «ОСК»), канд. техн. наук А.Н. Разыграев (ИНМИМ АО «НПО «ЦНИИТМАШ»), канд. техн. наук Ю.Р. Соيفер (АО «ВНИИЖТ»), канд. техн. наук А.В. Шипилов (ПАО «Газпром»), д-р техн. наук А.Е. Шубочкин (ЗАО «НИИИИ МНПО «Спектр»).

С разработками участников салона ознакомились представители Минобрнауки (А.М. Романов, Департамент государственной научной и научно-технической политики) и Минпромторга (Х.А. Джамалдинов, Департамент станкостроения и инвестиционного машиностроения), которые также приняли участие в итоговом заседании жюри.

Каждая разработка оценивалась минимум тремя членами жюри по следующим критериям:

- степень готовности;
- актуальность;



И.А. Растегаев, Р.Г. Рахутин, Р.Г. Маев, Д.И. Галкин, А.Х. Вopilкин, А.Е. Базулин

- востребованность на внутреннем рынке;
- конкурентоспособность на внешнем рынке;
- экономический эффект (создание высокотехнологичных рабочих мест, сокращение затрат на операции по контролю качества, импортозамещение, потенциал применения для целей цифровой трансформации);
- инвестиционная привлекательность;
- технико-экономический эффект (повышение достоверности и повторяемости контроля, прослеживаемости результатов, производительности контроля);
- качество презентации.

Свои оценки члены жюри проставляли на портале <http://expert.niinn.ru>, специально разработанном для салона.

По мнению жюри, лучшими разработками, представленными на «Салон инноваций в области неразрушающего контроля, технической диагностики и мониторинга состояния промышленных объектов», стали:

1. Универсальный дефектоскоп на фазированных решетках «АВГУР-АРТ» (ООО «НПЦ «ЭХО+») – Алексей Харитонович Вopilкин, Дмитрий Сергеевич Тихонов, Андрей Евгень-

- евич Базулин, Евгений Геннадиевич Базулин, Георгий Валерьевич Тишин;
2. Прибор для контроля качества точечной сварки – новое решение с использованием многоканальных датчиков (ООО «Тессоникс») – Роман Григорьевич Маев, Сергей Александрович Титов, Алексей Владимирович Богаченков, Руслан Григорьевич Рахутин;
3. Преобразователь акустической эмиссии повышенной надежности (Тольяттинский государственный университет) – Игорь Анатольевич Растегаев, Алексей Валериевич Данюк, Алексей Юрьевич Виноградов, Дмитрий Львович Мерсон.

Материал предоставлен организаторами салона инноваций

БЕСЕДЫ НА VII МЕЖДУНАРОДНОМ ПРОМЫШЛЕННОМ ФОРУМЕ «ТЕРРИТОРИЯ NDT 2020. НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ. ИСПЫТАНИЯ. ДИАГНОСТИКА»



Мэтью ДАВИСОН,
региональный менеджер компании Sonatest Ltd,
Великобритания

Ваша компания является партнером ООО «Панатест». Расскажите о своей работе, сотрудничестве с ООО «Панатест» и направлении деятельности вашей компании.

Компания Sonatest Ltd является производителем ультразвукового оборудования для неразрушающего контроля с 1958 г. Мы специализируемся только на ультразвуковых методах неразрушающего контроля и выпускаем наши приборы на основе трех принципов: простота, возможности и надежность. Это позволяет нам создавать современное оборудование, удовлетворяющее требованиям специалистов по неразрушающему контролю.

В России нас представляет ООО «Панатест». Это надежная и стабильная компания, предлагающая высокий уровень технической поддержки своим клиентам. Мы высоко ценим сотрудничество с нашим российским дистрибьютором.

Расскажите об оборудовании, которое вы представляете на выставке?

В последние годы ООО «Панатест» оказывал нам поддержку в разработке прибора с фазированной антенной решеткой Harfang Veo.

На этой выставке мы демонстрируем новый ультразвуковой классический дефектоскоп Harfang Wave. Эта модель является интерактивным прибором, что облегчает интерпретацию результатов контроля и позволяет избежать неправильной диагностики из-за ложных эхосигналов.

Много ли посетителей было на стенде? Что вы можете сказать о квалификации посетителей?

К стенду шел постоянный поток посетителей — специалистов различных отраслей промышленности. ООО «Панатест» представляет несколько интересных мировых брендов: Creaform, Testex, Rohmann, а также Sonatest. Это привлекло специалистов, интересующихся различными методами неразрушающего контроля, так как всегда интересно поучаствовать в дискуссиях о возможностях других технологий в решении своих задач.

Как часто вы участвуете в выставках и форумах за рубежом и в России?

Sonatest активно работает со своими дистрибьютерами, и мы посещаем различные мероприятия по всему миру, чтобы поддержать наших партнеров по мере необходимости. Я работаю в компании Sonatest уже 6 лет, и это всего лишь мой второй приезд в Россию. Этого недостаточно, и в будущем я намерен бывать здесь чаще. Честно говоря, ООО «Панатест», являясь сильным партнером, работает совершенно самостоятельно, и Sonatest старается поддерживать высокие стандарты работы компании ООО «Панатест».

Ваше мнение о форуме «Территория NDT 2020». Какова атмосфера на форуме?

Не зная русского языка, мне сложно было участвовать в дискуссиях. Тем не менее я считаю, что атмосфера на форуме была деловой. Мне нравится

знакомиться с новыми разработками и обсуждать новые технологии.

Что сейчас происходит на рынке неразрушающего контроля? Как он будет развиваться? Каковы перспективы развития неразрушающего контроля в России? Во всем мире?

По моему мнению, развитие бизнеса в области неразрушающего контроля до сего времени шло активно и, по прогнозам, это будет продолжаться еще много лет. Развитие НК будет идти до тех пор, пока будет развиваться мировая экономика.

Есть у вас пожелания организаторам?

В целом форум мне очень понравился. Хотел бы отметить, что на некоторых выставках организаторы выделяют посетителям место, где можно было бы посидеть и обсудить технические и деловые вопросы за чашкой кофе. Это было бы приятным дополнением к предоставляемым возможностям форума.

Я хотел бы поблагодарить организаторов и вспомогательный персонал, подготовивший выставку. Мне было очень приятно участвовать в этом мероприятии.



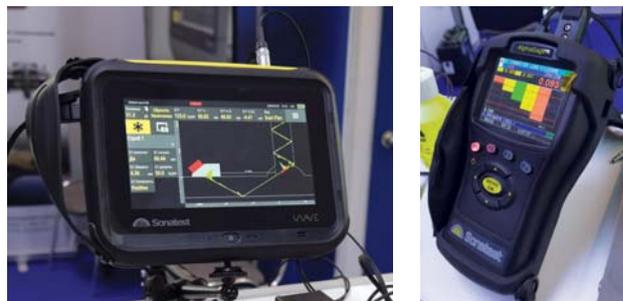
СЕМЕРЕНКО Алексей Владимирович,
руководитель отдела средств НК и ТД, ООО «Панатест», Москва

Алексей Владимирович, как проходит форум для ООО «Панатест»? Что вы можете отметить особо?

ООО «Панатест» представляет фирму Sonatest с 2006 г. Хочется особенно отметить, что Sonatest всегда уделял большое внимание модернизации мо-

дельного ряда производимого оборудования, что позволяет ему оставаться одним из лидеров среди поставщиков средств неразрушающего контроля на мировой рынок. В числе последних новинок хотелось бы отметить ультразвуковой толщиномер Alphagage+ и ультразвуковой дефектоскоп Harfang Wave.

Alphagage+ сочетает возможности толщиномера, предназначенного для измерения остаточной толщины объектов, подверженных коррозии и эрозии, и толщиномера для прецизионных измерений. Прибор позволяет одновременно измерять толщину покрытия и основания, работает с ручными сканерами для сплошного контроля профиля дна объекта.



Большой интерес специалистов на выставке был проявлен к дефектоскопу Harfang Wave. Этот прибор является классическим ультразвуковым дефектоскопом, но обладает рядом инновационных особенностей. К ним относятся:

- интерактивная программа «Интерскан», позволяющая воспроизводить геометрические формы объекта на дисплее дефектоскопа. А в сочетании с программой отслеживания траектории луча в реальном времени и наложением А-скана на построенную траекторию «Интерскан» визуализирует места нахождения отражателей и помогает отличать сигналы от дефектов от сигналов от геометрических особенностей объекта контроля;
- управление дефектоскопом Harfang Wave, осуществляемое полностью с помощью сенсорного дисплея. Попадание на дисплей дефектоскопа воды, контактной жидкости не оказывает заметного влияния на работоспособность прибора. При этом оператор с одинаковым успехом может работать как в перчатках, так и без них;
- специализированное ПО, позволяющее конфигурировать меню прибора для различных применений. Пользователь дефектоскопа может создавать с нуля, а потом и корректировать структуру меню, которое не имело бы лишних элементов управления работой прибора и в то же время полностью соответствовало требованиям технологии контроля конкретного объекта. Данный подход уменьшает время на освоение технологии контроля и вероятность ошибок оператора;

- мощный генератор зондирующих импульсов (500 В);
- возможность беспроводного доступа по каналу Wi-Fi, что облегчает выполнение настройки, обновление программного обеспечения, получение и передачу данных. Прибор может быть интегрирован в систему ЕАМ предприятия для мониторинга и управления процессом контроля;
- возможность подключения камеры и микрофона для документализации объекта и результатов контроля.

Пользуясь случаем, хотелось бы поблагодарить Мэтью за участие в выставке, а организаторам пожелать успехов в проведении последующих мероприятий.



ВАСИЛЬЕВ Андрей Викторович,
сооснователь форума «Дефектоскопист.ру»,
генеральный директор VR Expo World, Москва

В который раз вы на форуме «Территория NDT»? Я третий раз посещаю этот форум.

Ваше мнение о форуме «Территория NDT 2020».

У меня самое благоприятное впечатление от форума 2020 г. Все возникающие по ходу проведения вопросы решаются оперативно. Благодарю дирекцию РОНКТД за прекрасную организацию форума.

Какова, по-вашему, атмосфера на форуме?

Атмосфера форума позитивная, дружественная, располагает к продуктивному взаимодействию участников.

Какое значение имеет это мероприятие для специалистов НК?

Мероприятия такого уровня интересны специалистам отрасли, важно, что они имеют возможность делиться своим мнением и наработками за год.

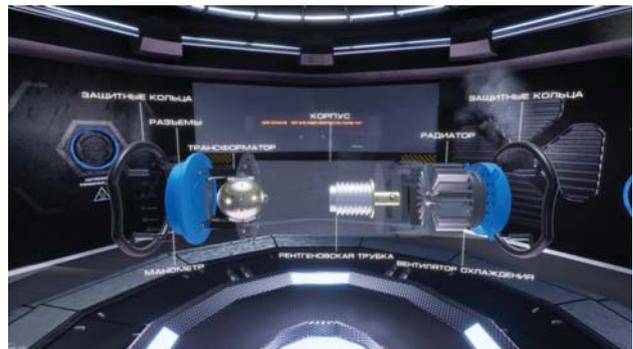
Какие темы особенно важны и актуальны сейчас? Что важно для вас?

Сегодня как никогда важна тема удаленного трудоустройства и виртуализации.

С чем вы приехали на форум? Расскажите о своем проекте.

Дефектоскопист.ру объединяет специалистов отрасли в интернет-пространстве с 2012 г. Технический прогресс развивается, и сегодня мы имеем возможность интерактивно взаимодействовать с пользователем в виртуальной реальности.

Проект VR Expo World представляет собой виртуальный выставочный комплекс, в котором возможно размещение моделей оборудования, полноценных технологических установок и линий производственных объектов. По сути, в VR Expo World можно разместить все, что угодно, от флэшки и демонстрации ее работы на аппаратном уровне до промышленной установки и обучения работы на ней.



Пользователь действует от первого лица. Функционал приложения подразумевает возможность взаимодействия пользователей с объектами или моделями оборудования, размещенными в VR Expo World. Так, пользователь может разобрать оборудование, посмотреть на отдельные составляющие элементы аппаратов или увидеть, какие процессы протекают внутри аппаратов, рассмотреть внутренние детали в режиме прозрачности.

Приглашаем посетить наш сайт: www.vrexpo.world и наш инстаграм <https://www.instagram.com/vrexpo.world/>

Каковы, по вашему мнению, перспективы развития неразрушающего контроля?

Задача неразрушающего контроля – быть на шаг впереди! Главное – заменить негативный сценарий на позитивный. Технологии VR позволяют обучать технологический персонал или новых специалистов взаимодействию с оборудованием на виртуальных тренажерах, вырабатывая ценный навык безопасного поведения на площадке. Технологии AR – дополненная реальность и MR – смешанная реальность будут активно использоваться для соединения «живой» выставки и виртуальной. Будут внедряться в производственный процесс и процесс контроля.

Пожелания коллегам и организаторам?

От души хочу пожелать коллегам и организаторам форума здоровья, творческих и научных успехов!



РЕШЕТОВ Анатолий Анатольевич,

канд. техн. наук, ведущий инженер,
Чебоксарское линейное производственное управление магистральных газопроводов – филиал ООО «Газпром трансгаз Нижний Новгород», руководитель Чувашского республиканского регионального отделения РОНКТД, г. Чебоксары

Ваше мнение о форуме «Территория NDT 2020». В который раз вы участвуете в форуме? Какая атмосфера на форуме?

Форум «Территория NDT» является центральным ежегодным событием, способствующим про-

движению России по пути безопасного развития. В форуме я участвую далеко не первый раз, а вот в салоне инноваций – впервые. Форум отличается доброжелательной атмосферой, созданной специалистами-профессионалами.

Какое значение имеет это мероприятие для специалистов НК?

Форум «Территория NDT» имеет коренное значение для специалистов НК. Думаю, что такие мероприятия позволяют повысить уровень профессиональных компетенций специалистов НК, а общение с известными экспертами оказывает специалистам НК большую помощь в области развития научно-производственной деятельности.

Какие темы особенно важны и актуальны сейчас?

Практика моей научно-производственной деятельности показывает, что целесообразно развивать и внедрять методы, средства и технологии НК и технической диагностики, направленные на достижение показателей надежности, безопасности и эффективности деятельности различных организаций.

Что важно для вас?

Для меня важны разработка и внедрение инновационных методов, средств и технологий НК и технической диагностики, направленных на обеспечение безопасного развития России и, в частности, ПАО «Газпром».

Расскажите о вашей разработке. История создания. Как применяется?

На салоне инноваций мы представили разработку «Способ контроля технического состояния машины по параметрам собственных колебаний», результат многолетней деятельности, к реализации которой был привлечен мой ученик Н.А. Захаров и другие работники.

История создания разработки неразрывно связана с работами по подготовке и защите кандидатской диссертации в ЗАО «НИИ интроскопии МНПО «Спектр» в конце 1990-х – начале 2000-х гг., деятельностью РОНКТД и академика РАН, д-ра техн. наук, профессора В.В. Клюева.

Данная работа направлена на обеспечение надежности газоперекачивающих агрегатов (ГПА) путем ранней диагностики их состояния. Для этого используется методика расчетно-экспериментальной оценки риск-чувствительных деталей к виброударным возбуждениям (дефектам). Построение математической модели ГПА проводится с помощью компьютерной программы по конструктивным данным и кинематической схеме технического устройства. Технология получила патент России на изобретение и может быть использована для ди-

агностики состояния всех типов вращающегося энергомеханического оборудования.

К показателям эффективности от внедрения данной разработки в ООО «Газпром трансгаз Нижний Новгород» относятся:

- технико-экономический эффект;
- обоснованные управленческие решения по планированию работ по ДТОиР ГПА (ранняя диагностика технического состояния ГПА, обеспечение надежности ГПА, исключение внеплановых ремонтов ГПА).

Ваши планы на будущее?

Лично для меня деятельность по обеспечению безопасного будущего включает следующие ключевые направления:

- генерация новых знаний;
- внедрение в практику собственных разработок (методов, средств, технологий, книг, учебных наглядных пособий, технических средств обучения работников, патентов и др.);
- актуализация и защита докторской диссертации;
- подготовка кадров в вузах в областях «Техносферная безопасность», «Нефтегазовое дело» с обязательным обучением студентов в области НК и технической диагностики.

Также в настоящее время мною ведутся работы по развитию инновационной разработки, представленной на инновационном салоне, по следующим направлениям:

- обучение работников применению данной технологии, разработка СТО Газпром, модернизация штатных САУ ГПА;
- применение технологии для раннего обнаружения дефектов типа коррозионного растрескивания под напряжением магистральных газопроводов.

Было ли для вас полезно общение на форуме и салоне?

Да, общение на данном мероприятии оказалось полезным с ООО «Стратегия НК» (г. Екатеринбург), ФГУП НПО «Техномаш» им. С.А. Афанасьева (г. Москва), АО «АК «Транснефть» (г. Москва), особенно с начальником отдела Управления планирования капитального ремонта Департамента капитального ремонта ПАО «Газпром», канд. техн. наук А.В. Шипиловым, который высоко оценил данную технологию в части ее внедрения при ДТОиР объектов газотранспортной системы.

Что больше всего понравилось при проведении салона инноваций и стартапов?

Форум в целом и салон инноваций, в частности, были организованы на высоком уровне, по высшим мировым стандартам. Особенно ценно результативное общение с известными экспертами в области НК и технической диагностики.



ГНЕТНЕВ Юрий Иванович,

руководитель отдела перспективных разработок ООО «СПЕЦКИБЕРПРИБОР», г. Коломна (на фото слева)

Ваше мнение о форуме «Территория NDT 2020»?

Для меня форум «Территория NDT» является одной из крупнейших выставочных площадок в России по тематике неразрушающего контроля. Основное направление деятельности нашей компании – разработка оборудования и программного обеспечения для неразрушающего контроля и технической диагностики, поэтому мы были очень рады принять участие в данном форуме в этом году.

В который раз вы участвуете в форуме? Какая атмосфера на форуме?

Мы впервые принимаем участие в этом мероприятии. И здесь впервые широкой аудитории была продемонстрирована продукция нашей молодой компании, которая была основана в 2018 г.

Хочу отметить очень доброжелательное отношение к нам и нашей продукции как со стороны посетителей форума, так и со стороны других участников. Мы были этому приятно удивлены.

Какое значение имеет это мероприятие для специалистов НК? Насколько важны такие мероприятия, как форумы, выставки, конференции, для специалистов НК?

Данное мероприятие позволяет специалистам неразрушающего контроля со всей России узнавать о новых решениях и новых технологиях неразрушающего контроля, подобрать оборудование под решения своих задач, лично получить профессиональную консультацию по разным техническим вопросам у специалистов на стендах. Посещение подобных мероприятий способствует профессиональному развитию специалистов, расширяя их знания в данной тематике.

Какие темы особенно важны и актуальны сейчас? Что важно для вас?

По нашему мнению, в настоящее время основным направлением в развитии неразрушающего контроля является создание автоматизированных установок контроля, поэтому сейчас мы ведем ряд разработок по данной тематике, среди которых роботизированные сканирующие системы и специализированный ультразвуковой дефектоскоп.

Расскажите о вашем приборе.

На салоне инноваций в рамках форума «Территория NDT 2020» наша компания представила систему автоматической подачи контактной жидкости НРП-ОС «НЕРПА». Поводом для разработки стала известная проблема равномерной подачи контактной жидкости под ультразвуковые призмы. До сих пор она решалась экстенсивным расходом жидкости. Но не всегда такой подход возможен. Мы знаем случаи полной остановки работ по УЗ-контролю в авиации, когда на пол было вылито количество воды, не совместимое с регламентом условий ангара, да и на нефтегазовой трассе количество жидкости не всегда в избытке, особенно если это дорогие растворы пропилена.

Как это ни странно, решение проблемы оказалось простым и эффективным: нужно было применить некоторые элементарные знания по гидродинамике. Было принято решение о подаче патентной заявки. Через год томительных ожиданий мы получили патент на изобретение. Держа в руках этот важный документ, мы окончательно осознали, что находимся на верном пути, но это было только начало. Нужно было создать систему, пригодную для промышленного применения, достаточного товарного вида и надежности в самые кратчайшие сроки. И менее чем за год маленьким коллективом была создана система НРП-ОС «НЕРПА» и развернуто мелкосерийное производство.

Главное преимущество нашей системы подачи контактной жидкости состоит в том, что она может обеспечить акустический контакт при более чем в 100 раз меньшем расходе жидкости, чем суще-

ствующие системы. Сейчас система прошла полевые испытания в нефтегазовой отрасли и авиационной и при этом получила очень высокую оценку от работающих с ней специалистов. В настоящее время мы наладили серийное производство системы НРП-ОС «НЕРПА» и готовы полностью удовлетворить потребность в данном оборудовании российских заказчиков. В ближайшем будущем мы планируем поставлять данную разработку за рубеж.

Ваши планы на будущее?

В настоящее время многие наши новые разработки находятся на стадии завершения, и в следующем году мы хотим представить их на форуме «Территория NDT 2021».

Было ли для вас полезно общение на форуме и салоне?

В ходе общения на форуме с посетителями мы обсудили с ними трудности и проблемы ультразвукового контроля. Благодаря этой информации мы уделим особое внимание решению самых актуальных проблем неразрушающего контроля в наших новых разработках.

Что больше всего понравилось при проведении салона инноваций и стартапов?

Хочу поблагодарить организаторов салона, они максимально упростили процесс регистрации участников и оперативно помогли нам в решении организационных вопросов. Также важно отметить, что участие в салоне инноваций было бесплатным. Это очень важно для небольших фирм-производителей и для новых разработчиков, которым по финансовым причинам сложно принять участие в крупных выставках.

Продолжение (интервью с Д.А. Кулицким и Д.П. Ротарем, К.А. Балобановым, Р.Г. Маевым и Р.Г. Рахутиным, А.Е. Моташковым, Д.В. Федоровым, О.В. Муравьевой, И.А. Растегаевым, Л.С. Бабаджановым) читайте в №3 (июль – сентябрь), 2020 «Территория NDT» ■

Ответы на кроссворд

По горизонтали: 1. Индикатор. 3. Атенюатор. 7. Удостоверение. 9. Разрешение. 10. Окно. 12. Частота. 13. Кассета. 14. Дискриминатор. 20. Спектроанализатор. 22. Паз. 23. Производительность. 25. Раствор. 27. Синхронизатор. 29. Длительность. 30. Надрез.

По вертикали: 4. Катод. 5. Методика. 6. Плена. 8. Детектирование. 11. Квалификация. 12. Чувствительность. 15. Царапина. 16. Скорость. 17. Ус. 18. Достоверность. 19. Закат. 21. Подрез. 24. Кабель. 26. Дуэт. 28. Зона.



Государственный
научный центр РФ
ЦНИИТМАШ



атомэнергомаш
ГРУППА КОМПАНИЙ РОСАТОМА

СЕМИНАР В ЦНИИТМАШ ДЛЯ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ МЕТОДАМ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

На базе Государственного научного центра Российской Федерации АО «НПО «ЦНИИТМАШ» (входит в машиностроительный дивизион «Росатома» – АО «Атомэнергомаш») прошел семинар «Электромагнитные методы неразрушающего контроля. Вихретоковый метод. Магнитопорошковый метод. Электромагнитно-акустический способ УЗК. Методики, аппаратура, практическое применение». Организаторами мероприятия стали Институт неразрушающих методов исследования металлов ЦНИИТМАШ и ООО «Олимпас Москва».

В двухдневном научно-практическом семинаре приняли участие более 90 человек из 25 организаций: специалисты по неразрушающему контролю (НК), работающие на АЭС, заводах, в нефтяной и газовой отраслях, сотрудники Атомного надзора, университетов и аттестационных центров. В рамках семинара они не только заслушали доклады, касающиеся различных аспектов применения электромагнитных методов НК, но и получили возможность принять участие в дискуссии, задать свои вопросы и обменяться опытом.

Семинар вступительным словом и пожеланиями успешной работы открыл заместитель генерального директора – директор Института сварки и неразрушающего контроля ЦНИИТМАШ Сергей Евтушенко: «В последнее время руководство отрасли стало гораздо активнее поддерживать научные направления, и мы все чаще оказываемся перед вызовами, с которыми можно справиться только совместно. И такие семинары – отличная площадка для взаимодействия, помогающая повысить качество неразрушающего контроля и безопасность в атомной отрасли». В заключение он призвал коллег активно участвовать в обсуждениях, задавать вопросы и пожелал всем плодотвор-

ной совместной работы. С приветственным словом выступил и Дмитрий Померанцев, заместитель директора департамента «Промышленные диагностические системы и микроскопия» ООО «Олимпас Москва». Компания «Олимпас Москва» не только стала соорганизатором семинара, но и провела на площадке демонстрацию своего оборудования.

Первым докладчиком был заместитель директора Института неразрушающих методов исследования металла Антон Разыграев. Он рассказал о проблемах НК при производстве и эксплуатации оборудования и трубопроводов АЭС: новых тенденциях, методах и способах контроля. Доклад ведущего лабораторией электромагнитной дефектоскопии и автоматизации ультразвукового контроля (УЗК) Явера Самедова был посвящен практике применения методов вихретокового контроля в ЦНИИТМАШ. Директор НОАП «АУЦ ЦНИИТМАШ» Татьяна Круссер осветила вопросы организации процесса аттестации специалистов по НК в Росатоме и Аттестационном центре ЦНИИТМАШ. Участники семинара заслушали целый ряд докладов о нормативной документации. В частности, главный научный сотрудник лаборатории ультразвуковых методов исследования и метрологии Любовь Воронкова рассмотрела тему магнитопорошковой дефектоскопии и связанный с ней новый ГОСТ Р.

На семинаре присутствовали и специалисты из-за рубежа: одним из них стал представитель компании HRID доктор Берислав Надинич, рассказавший об исследованиях и опыте применения систем вихретокового контроля на атомном энергетическом оборудовании и доступных в России методиках, приборах и системах вихретокового контроля фирмы HRID.



Также в рамках семинара прошло заседание подкомитета № 3 «Ультразвуковой контроль» Технического комитета по стандартизации «Неразрушающий контроль», в который входит ряд сотрудников ЦНИИТМАШ. Члены комитета обсудили новые регламентирующие документы в области УЗК и внесли свои предложения по поправкам в них.

Это уже третий семинар, проводимый сотрудниками ЦНИИТМАШ при поддержке компании «Олимпас Москва». Первый прошел на базе инсти-

тута в 2015 г. и был посвящен методу фазированных решеток, одному из современных методов НК. Второй состоялся в 2018 г. и рассматривал ультразвуковой контроль сварных соединений дифракционно-временным методом (TOFD). Проведение следующего семинара намечено на январь 2022 г.

*Дарья КРЫЛОВА,
главный специалист по коммуникациям
АО «НПО «ЦНИИТМАШ», Москва*

ГНЦ РФ АО «НПО «Центральный научно-исследовательский институт технологии машиностроения» (АО «НПО «ЦНИИТМАШ») основан в 1929 г. и в 2019 г. отметил 90-летний юбилей. Институт имеет статус государственного научного центра Российской Федерации, головной материаловедческой организации Госкорпорации «Росатом», головной технологической организации АО «Концерн Росэнергоатом» и технопарка города Москвы. Является разработчиком основных материалов, технологий, изготовителем специализированного технологического оборудования и изделий энергетического и тяжелого машиностроения, в том числе важнейших элементов оборудования атомных энергоблоков с реакторами ВВЭР-1000, атомных станций нового поколения АЭС-2006, гидравлических и газовых турбин, энергоблоков тепловых электростанций, мощных прессов и металлургических агрегатов.

АО «Атомэнергомаш» – энергомашиностроительный дивизион Госкорпорации «Росатом», одна из ведущих энергомашиностроительных компаний России. Компания является поставщиком эффективных комплексных решений для атомной, тепловой, гидроэнергетики, газовой и нефтехимической промышленности, судостроения и других отраслей промышленности. Холдинг объединяет ведущие производственные, научно-исследовательские, инжиниринговые предприятия в России и за рубежом.

Официальный сайт www.aem-group.ru

СЕРИЯ ПРИЗМ С ФОКУСИРОВКОЙ ПО ПАССИВНОЙ ОСИ (PAF)

Фазированные фокусирующие призмы помогают снизить процент отбраковки при проведении контроля за счет улучшения разрешения для определения длины дефекта.

Часто проверка параметров акустических настроек выполняется на плоских блоках или пластинах, даже если последующий ультразвуковой контроль проводится на искривленных поверхностях. Поскольку на ультразвуковой пучок влияет радиус кривизны различных границ раздела сред (например, граница раздела призма–деталь и граница донной поверхности), эхосигнал от дефекта, измеренного на пластине, может сильно отличаться от эхосигнала, измеренного на трубе. Чтобы решить эту проблему, компания Olympus разработала и запатентовала серию призм с фокусировкой по пассивной оси (Passive-Axis Focusing – PAF).

Когда ультразвуковой пучок распространяется по искривленной поверхности, граница раздела сред выступает в качестве собирающей или рассеивающей линзы в зависимости от соотношения скоростей сред. В большинстве типовых случаев неразрушающего контроля ультразвуков проходит из среды с низкой скоростью (например, призмы из материала Rexolite) к среде с высокой скоростью

(например, углеродистая сталь) через выпуклую границу раздела, например, через внешнюю поверхность трубы. В результате возникает эффект рассеивающей линзы, что приводит к увеличению ширины пучка. На рис. 1 показаны моделирование пучка (с использованием программного обеспечения CIVA™) и различия между пучком по пассивной оси на плоской поверхности (рис. 1, а) и его эквивалентом при входе в поверхность с наружным диаметром (НД) 4,5" (114,3 мм) (рис. 1, б). Первая среда – Rexolite (скорость продольной волны 2330 м/с), а вторая среда – углеродистая сталь (скорость поперечной волны 3240 м/с).

Как показано на рис. 2, поверхность внутреннего диаметра (ВД) (или внутренней стенки) трубы выступает в качестве еще одной рассеивающей линзы, дополнительно увеличивающей ширину пучка.

Важность ширины пучка для измерения протяженности индикации

В большинстве случаев неразрушающего контроля, включая контроль кольцевых сварных швов, направление сканирования идет вдоль пассивной оси ФР-преобразователя (ФР – фазированная решетка), а измерение длины дефекта выполняется с помощью кодирующей системы. Наиболее часто используемым методом определения размера дефекта на основе амплитуды является метод уменьшения амплитуды на 6 дБ. Преимущество данного метода заключается в том, что ширина пучка не влияет на длину дефекта. Однако это верно только в том случае, если длина дефекта больше ширины пучка. Если измеренная длина дефекта короче ширины пучка, то она будет соответствовать самой ширине пучка. Например, самый короткий отражатель, который можно измерить пучком шириной 5 мм, имеет длину 5 мм. Это означает, что все отражатели длиной менее 5 мм будут считаться равными 5 мм.

Фокусирующие ФР-преобразователи

Конструкция стандартных ФР-преобразователей изначально включала в себя плоские элементы

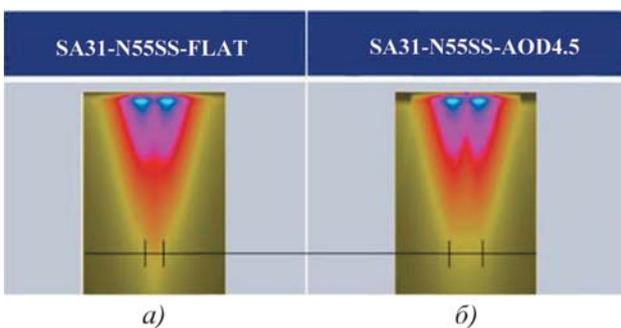


Рис. 1. Моделирование луча в плоской пластине (а) и в трубе с НД 4,5 (114,3 мм) (б)

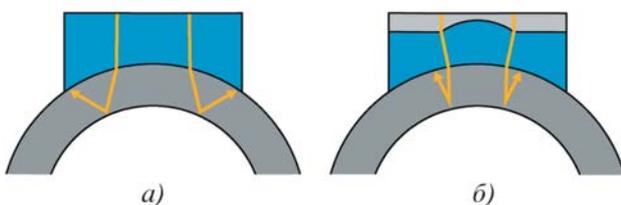


Рис. 2. Траектория расхождения луча для стандартной призмы (а) и фокусирующей призмы PAF (б)

в силу их простоты и универсальности. Некоторые преобразователи, специально предназначенные для контроля небольших диаметров, имеют изогнутые элементы (например, вогнутые с кривизной по высоте [CCEV]), чтобы компенсировать некоторые расхождения, возникающие на границах раздела деталей. Однако это значение кривизны является постоянным и, следовательно, не оптимизировано для широкого диапазона диаметров.

Новая фокусирующая призма

Компания Olympus разработала и запатентовала [US9952183] технологию призм, которые позволяют выполнять оптимальную фокусировку пучка для определенных диаметров труб. Серия призм с фокусировкой по пассивной оси (PAF) (рис. 3) выполнена из двух материалов с различными акустическими скоростями. Граница раздела между материалами имеет форму собирающей линзы. Верхняя поверхность призмы плоская, что позволяет использовать любой стандартный преобразователь. Призмы PAF, применяемые для труб небольшого диаметра, имеют меньшие радиусы линз для большей фокусировки, в то время как призмы большого диаметра снабжены линзами большего радиуса.



Рис. 3. Призма с фокусировкой по пассивной оси (PAF)

Результаты экспериментов

Были изготовлены два образца с вертикальными сквозными отверстиями диаметром 1 мм, находящимися на разном расстоянии друг от друга. Используемые образцы и призмы показаны на рис. 4. Первый образец представляет собой пластину (рис. 4, а), а второй – полутрубу (рис. 4, б) с наружным диаметром 4,5" (114,3 см). Для получения данных по пластине использовалась стандартная призма из материала Rexolite (SA31-N55S-IHC) с плоской нижней гранью, а для получения данных по изогнутому образцу – две другие призмы с изогнутой нижней гранью, со-

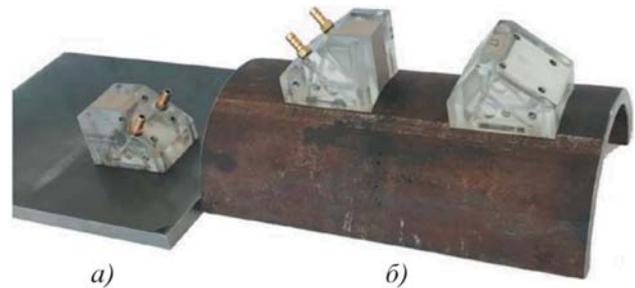


Рис. 4. Образец пластины со стандартной плоской призмой (а) и образец полутрубы со стандартной призмой и призмой PAF (б)

ответствующей диаметру полутрубы. Одна из изогнутых призм представляла собой стандартную модель из материала Rexolite (SA31-N55S-IHC-AOD4.5), а другая – композитную фокусирующую призму PAF (SA31-N55S-PAF18-AOD4.5) с радиусом линзы 18 мм.

Цель эксперимента состояла в том, чтобы измерить ширину пучка, полученного с помощью трех различных призм, используя угловой отражатель сквозных отверстий на ВД (прямое попадание) и НД (однократное отражение) с помощью метода уменьшения амплитуды на 6 дБ.

Для всех трех призм применялась одна и та же ультразвуковая настройка: линейное сканирование под углом преломления 55° (естественный угол призмы) поперечной волной с активной апертурой восемь элементов с использованием преобразователя 5L32-A31. Характеристики апертуры преобразователя, следующие:

- 32 элемента
- Шаг 0,6 мм
- Активная зона 19,2 мм
- Подъем 10 мм

На рис. 5 показана связь между развертками С-скан, S-скан и отслеживания лучей. Слева, в интерфейсе ПО NDT SetupBuilder™, показаны ниж-

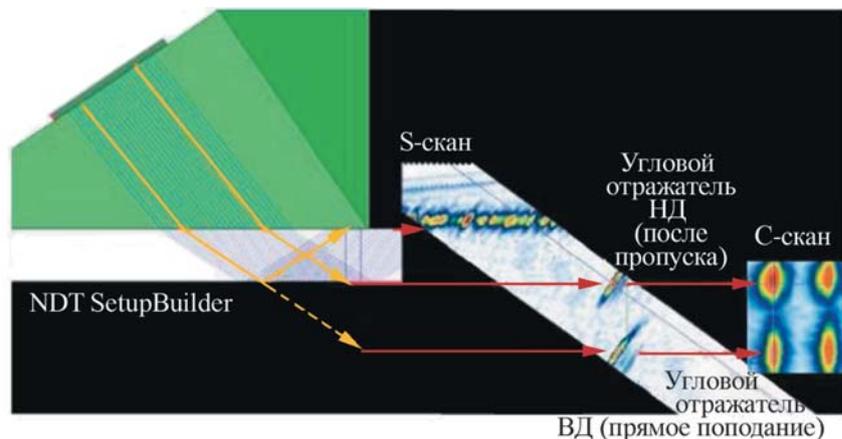


Рис. 5. Связь между изображениями С-скан, S-скан и отслеживания лучей

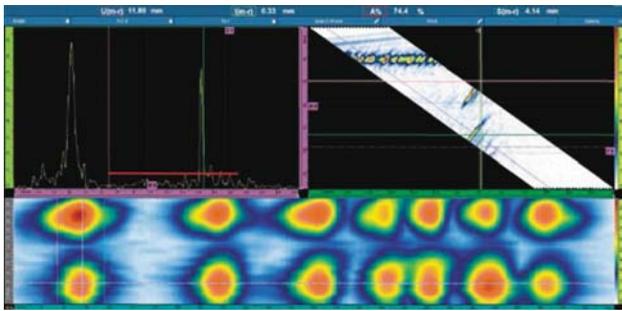


Рис. 6. Развертки A-, S- и C-скан, полученные с помощью стандартной призмы на плоской пластине

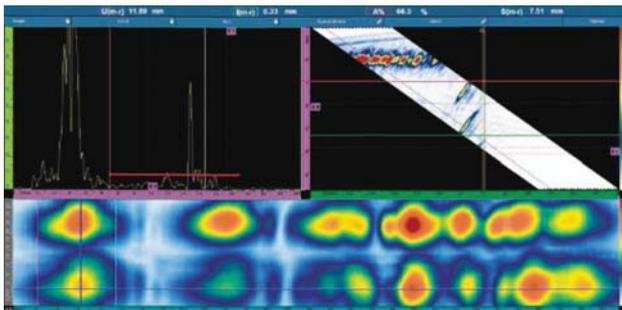


Рис. 7. Развертки A-, S- и C-скан, полученные с помощью стандартной призмы на трубе с НД 4,5" (114,3 мм)

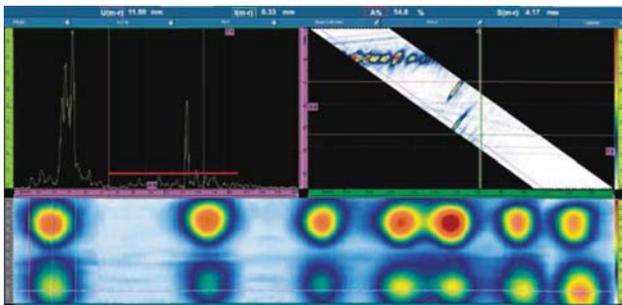


Рис. 8. Развертки A-, S- и C-скан, полученные с помощью призмы PAF на трубе с НД 4,5" (114,3 мм)

ние лучи, направленные на угловой отражатель НД после отражения от внутренней стенки, и верхние лучи, направленные на угловой отражатель ВД.

На развертке S-скан (в центре) угловой отражатель ВД находится выше углового отражателя НД, поскольку сигнал от него приходит раньше по времени. На развертке C-скан (справа) угловые отражатели НД и ВД находятся друг над другом для каждого сквозного отверстия в направлении сканирования.

Первый набор данных (рис. 6) был получен с помощью стандартной призмы на плоской пластине. Хотя отражатели и не являются совсем одинаковыми, легко обнаружить различные угловые отражатели семи сквозных отверстий. Амплитуда от отражателей ВД и НД одинакова. При использовании метода уменьшения амплитуды на 6 дБ измеренная ширина луча составила 5,0 мм на ВД и

4,1 мм на НД. Результаты приведены в табл. 1.

На рис. 7 показан второй набор данных, полученный с помощью стандартной призмы на образце полутрубы с НД 4,5" (114,3 мм). Амплитуда сигнала и изображение дефекта на развертке С-скан хуже по сравнению с предыдущими результатами. Трудно определить количество отдельных отражателей, присутствующих в образце. Измеренная ширина луча составила 5,7 мм на ВД и 7,5 мм на НД. Ширина луча 7,5 мм означает, что измеренная длина всех отражателей будет составлять не менее 7,5 мм. В соответствии, например, со стандартом ASME V31, который гласит, что максимальная допустимая длина дефекта составляет 6 мм или 6,4 мм в зависимости от поправки к стандарту, все отражатели, обнаруженные с помощью этой настройки, будут отбракованы.

Третье и последнее сканирование (рис. 8) было получено с помощью призмы PAF на образце полутрубы с НД 114,3 мм. Развертка С-скан значительно улучшилась по сравнению со стандартной призмой (см. рис. 8). Кроме того, общее изображение даже более четкое, чем изображение, полученное на плоской пластине. Измеренная ширина луча составила 3,5 мм на ВД и 4,2 мм на НД.

Таблица 1. Результаты измерений ширины луча

Призма	ВД, мм	НД, мм
Стандартная призма – пластина	5,0	4,1
Стандартная призма – труба	5,7	7,5
Призма PAF – труба	3,5	4,2

Таблица 2. Разница в коэффициенте усиления между стандартной призмой и призмой PAF

Призма	Коэффициент усиления, дБ	
	Результат 1	Результат 2
Стандартная призма – труба	43,7	43,7
Призма PAF – труба	41,6	42,3
Разница	-2,1	-1,4
Средняя разница	-1,75	

Иные воздействия линзы на ультразвуковой сигнал

Материал, используемый для создания эффекта линзы в призме PAF, был выбран так, чтобы его акустический импеданс был максимально близким к импедансу материала Rexolite с целью избежать акустических вибраций в тонком верхнем слое, но с достаточно малой разницей в акустической скорости для обеспечения фокусировки луча.

Испытание было проведено для определения разницы в требуемом коэффициенте усиления меж-



К 75-ЛЕТИЮ ВЕЛИКОЙ ПОБЕДЫ

Начало см. на стр. 5

ду новой серией призм PAF и стандартной серией призм, когда амплитуда отражателей установлена на определенном уровне. Сканирование проводили с помощью двух призм, стандартной и PAF, с использованием режима 250% на дефектоскопе Omni-Scan™ MX2 на двух отверстиях образца полутрубы. При последующей обработке числовой коэффициент усиления корректировался таким образом, чтобы высота каждого отражателя достигала 80% полной высоты экрана. В табл. 2 представлены конечные значения коэффициента усиления в децибелах для каждой комбинации отражатель – призма. Обратите внимание, что уровни усиления, необходимые для призм PAF, ниже, чем для стандартной призмы, вероятно, из-за фокусировки ультразвуковой энергии.

Заключение

Эксперимент наглядно продемонстрировал отрицательное влияние кривизны детали на разрешающую способность при измерении длины индикации (дефекта). Благодаря новой серии призм PAF расходимость луча, вызванная наружной кривизной объекта контроля, можно компенсировать с помощью простого решения, совместимого со стандартными ФР-преобразователями. Ввиду меньшей итоговой ширины луча новая серия призм PAF позволяет измерять более мелкие дефекты и получать более четкие изображения для упрощения интерпретации данных и снижения процента отбраковки.

Справочные материалы

Pat. US9952183. Olympus Scientific Solutions Americas Inc. / Zhang Jinchu, Liu C. Tricia, Habermehl Jason. Application Number: US14/851739. Publication Date: 24 April 2018. ■

Такая система, ее называли «прожжук», могла использоваться только при безоблачном небе, но и тогда ее эффективность была ничтожна, так как пилот, попав в луч прожектора, мог резко изменить курс, в результате расчеты прибора, управляющего зенитным огнем, становились непригодными.

При увеличивающихся скоростях самолетов и высоте их полета направление прихода звука и направление на самолет стали так сильно различаться, что система «прожжук» оказывалась вообще недееспособной. Необходимость создания принципиально новых средств для обнаружения самолетов стала очевидной.

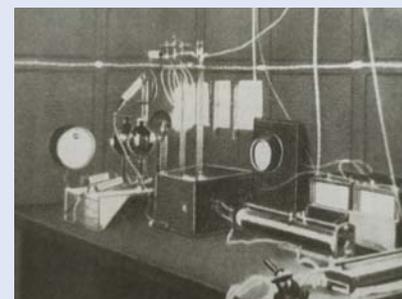
Итак, в конце 1932 г. молодой инженер П.К. Ощепков был назначен на работу в экспертно-технический сектор Управления ПВО РККА. Благодаря его энергии и убежденности идея радиотехнического обнаружения самолетов стала завоевывать популярность среди военных. В начальный период развития радиолокационной техники принципиальные возражения со стороны некоторых специалистов, в том числе и радиоинженеров, сводились главным образом к тому, что считалось невозможным выделить отраженный от самолета сигнал в силу чрезвычайно малой его мощности. В связи с этим практическое доказательство возможности радиообнаружения самолетов за многие километры от станции изучения имело исключительно важное значение.

По заданию управления ПВО РККА П.К. Ощепковым была написана статья «Современные проблемы развития техники противовоздушной обороны», опубликованная в № 2 журнала «Противовоздушная оборона» за 1934 г. В статье дан анализ существующих средств обнаружения воздушных целей и обоснована идея обнаружения самолетов с помощью электромагнитных волн достаточно короткой длины. В ней также развита мысль о том, что применение электромагнитных волн для определения направлений и дистанции будет возможно не только при разведке воздушного противника, но и в других видах боевой деятельности войск, а также в народном хозяйстве.

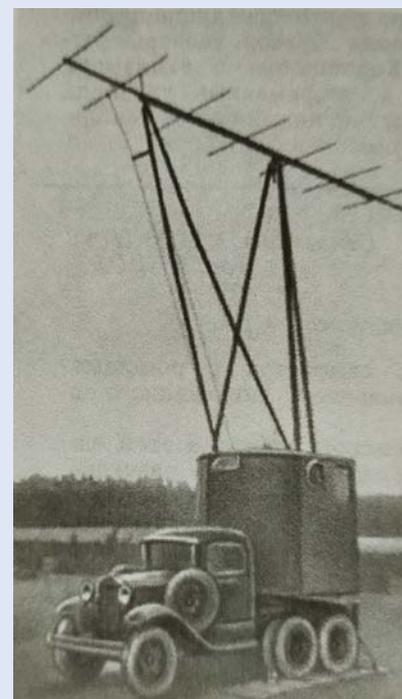
Окончание см. на стр. 72



Приемная часть радиолокатора непрерывного излучения, Ленинград, июль, 1934 г.



Передатчик на волне 5 м



Импульсный одноантенный радиолокатор РУС-2



XVII ВСЕРОССИЙСКИЙ КОНКУРС СПЕЦИАЛИСТОВ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

Российским обществом по неразрушающему контролю и технической диагностике в рамках Единой системы оценки соответствия в области промышленной, экологической безопасности, безопасности в энергетике и строительстве, при поддержке Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору проведен ежегодный XVII Всероссийский конкурс специалистов неразрушающего контроля. Организация конкурса была поручена АО «НТЦ «Промышленная безопасность» и ООО «НУЦ «Качество» совместно с АО «НИКИМТ-Атомстрой». Конкурс проводился по девяти методам неразрушающего контроля: акустико-эмиссионному, вибродиагностическому, визуальному и измерительному, вихретоковому, магнитному, проникающими веществами (капиллярному), радиационному, тепловому и ультразвуковому.

Конкурс позволяет выявить лучших специалистов в области неразрушающего контроля, оценить уровень профессиональной подготовки специалистов, повысить социальный статус и престиж профессии — специалист неразрушающего контроля. Формирование системы поддержки талантливых и профессиональных специалистов в области неразрушающего контроля — одна из важнейших целей проведения конкурса.

Ответственность специалистов, их компетентность, высококвалифицированный подход к своим обязанностям — это гарантия про-



Президиум (награждение): С.Г. Копытов, В.А. Сяско, Н.В. Шелаков, Н.Н. Коновалов

изводственной надежности, качества выпускаемой продукции и в целом обеспечения промышленной безопасности. Принимая участие в конкурсе, специалисты получают уникальную возможность в честной конкурентной борьбе продемонстрировать свои профессиональные навыки и мастерство, обмениваться опытом с коллегами, обсуждать профессиональные вопросы и определить сильнейшего. Для предприятий и организаций участие в конкурсе – это в первую очередь показатель высоких требований к квалификации своих специалистов, мотивации их профессионального роста, улучшения имиджа и повышения качества своих услуг и продукции.

Конкурс традиционно проходит в два тура – первый (отборочный) и финальный. В этом году девять региональных центров, размещенных по всей стране от Москвы до Хабаровска, приняли участие в проведении отборочного тура конкурса: ООО «НУЦ «Качество» совместно с АО «НИКИМТ-Атомстрой» (Москва), ООО «ИКЦ «Арина» (Пермь), Региональный центр аттестации, контроля и диагностики ТПУ (Томск), ЭЦ НК Дальневосточного филиала ФГУП «ВНИИФТРИ» (Хабаровск), ЭЦ «Башкортостан» ООО «АЦ СваркаТехСервис» (Уфа), ООО «АРЦ НК» (Томск), НОАП «Политех НК», структурное подразделение ФГБОУ ВО «СамГТУ» (Самара), НОАП «Академия-НК» (Самара), ЧОУ ДПО «УАЦТД» (Иркутск).

В финальном туре конкурса принял участие победитель внутреннего конкурса дочерних обществ ПАО «Газпром» – лучший специалист по радиационному контролю ООО «Газпром трансгаз Махачкала» – 2020.

В первом туре конкурса, который прошел в регионах России с 27 января по 7 февраля 2020 г., приняли участие свыше 250 специалистов более



чем из 70 организаций, работающих в области неразрушающего контроля.

Финальный тур конкурса состоялся в Москве, в ООО «НУЦ «Качество» со 2 по 5 марта 2020 г., в нем приняли участие 46 специалистов, представляющие 28 организаций со всей России. Оценка конкурсных работ проводилась 27 высококлассными специалистами III уровня квалификации из 11 организаций. Награждение победителей состоялось в рамках VII Международного промышленного форума «Территория NDT. Неразрушающий контроль. Испытания. Диагностика», Москва, ВКЦ «Экспоцентр» на Красной Пресне 5 марта. На подведении итогов и награждении присутствовали: В.А. Сясько, президент Российского общества по неразрушающему контролю и технической диагностике, д-р техн. наук, проф.; Н. В. Шелаков, представитель Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору; Н.Н. Коновалов, зам. генерального директора АО «НТЦ «Промышленная безопасность», д-р техн. наук.

Все участники конкурса, как конкурсанты, так и члены жюри, подтвердили высокий уровень своей профессиональной квалификации. Победители и призеры были награждены дипломами и ценными призами. Победители, по традиции последних лет, получили ваучер на участие в XV юбилейной школе-семинаре «Сертификация персонала в области неразрушающего контроля – 2020», Сочи, Лазаревское.

Победителями и призерами XVII Всероссийского конкурса специалистов неразрушающего контроля стали:

- по акустико-эмиссионному методу – В.Е. Дмитриенко (АО «Транснефть-Диаскан», Луховицы, МО);
- по вибродиагностическому методу – Р.Ф. Ризванов (АО «Транснефть-Прикамье», ф-л Казанское РНУ, Казань), Е.В. Никитин (АО «Транснефть-Урал», ф-л СУПЛАВ, Уфа), М.А. Колесников (ООО «Газпром добыча Краснодар», Краснодар);
- по визуальному и измерительному методу – Н.Б. Кириллов (АО «Транснефть – Верхняя Волга», Нижний Новгород), С.Б. Ильясов (АО «Транснефть-Север», Ухта), А.А. Сергиенко (АО «Транснефть-Урал», ф-л СУПЛАВ, Уфа);
- по вихретоковому методу – Р.Р. Низамутдинов (АО «Транснефть-Урал», ф-л СУПЛАВ, Уфа);
- по магнитному методу – А.Б. Ситников (ООО «Газпром трансгаз Ставрополь» ИТЦ, Ставрополь), Е.А. Пухальский (ООО «Транснефть Надзор», Новороссийск), А.С. Овсянников (АО «Транснефть-Урал», ф-л СУПЛАВ, Уфа);
- по проникающим веществам (капиллярному) методу – А.Н. Спиридонов (АО «Транснефть-



Победители и призеры конкурса

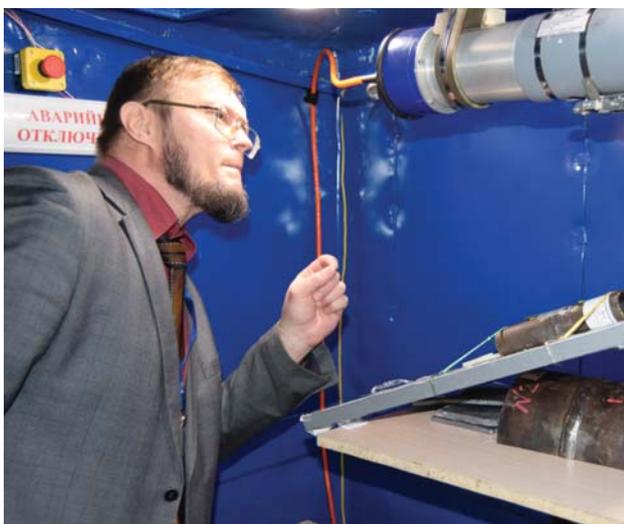
Урал», ф-л СУПЛАВ, Уфа), В.С. Калмыков (АО «Черномортранснефть», Новороссийск), И.В. Сахарова (ПАО «Ижорские заводы», Колпино);

- по радиационному методу – Э.Ю. Аликов (АО «Транснефть-Урал», ф-л СУПЛАВ, Уфа), И.И. Лютоев (АО «Транснефть-Север», Ухта), В.Н. Филатов (ЧПОУ «ТНПК», Тюмень);
- по тепловому методу – А.Д. Хайруллин (АО «Транснефть-Урал», ф-л СУПЛАВ, Уфа);
- по ультразвуковому методу – Н.Ю. Хмара (АО «Транснефть-Урал», ф-л СУПЛАВ, Уфа), Д.Е. Кабанов (АО «ВТЗ», Волжский), Р.В. Пяткин (АО «ВТЗ», Волжский), А.Н. Соснин (ООО «Биттехника», Пермь).

**Поздравляем победителей и призеров!
Всем участникам конкурса желаем успеха
в профессиональной деятельности!**

Подробную информацию о конкурсе можно получить на сайте ООО «НУЦ «Качество»: www.centrkachestvo.ru

Спонсорская поддержка XVII Всероссийского конкурса специалистов неразрушающего контроля на региональном уровне была оказана организациями: ООО «Арсенал-НК» (Москва), НПЦ «Кропус» (Москва), ООО «СМТ СЕРВИС» (Красноярск).





Благодарим А.С. Резепкина (генерального директора ООО «Арсенал-НК»), В.В. Борисенко (генерального директора НПЦ «Кропус»), С.Г. Ситникова (генерального директора ООО «СМТ СЕРВИС») за предоставление подарков в региональном центре ЧОУ ДПО «УАЦТД» (Иркутск).

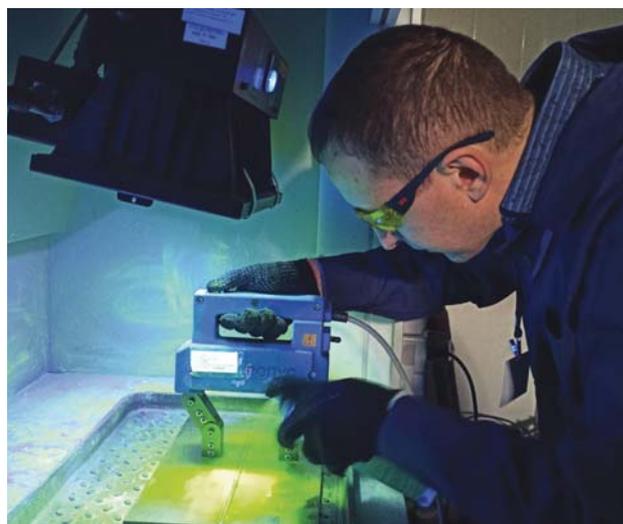
Информационная поддержка XVII Всероссийского конкурса специалистов неразрушающего контроля была оказана журналами: «В мире НК», «Контроль. Диагностика», «Территория NDT», а также форумом по неразрушающему контролю «Дефектоскопист.ру».

В 2021 г. состоится XVIII Всероссийский конкурс специалистов неразрушающего контроля. Первый тур (отборочный) пройдет в независимых органах по аттестации персонала и их экзамена-

ционных центрах в регионах России. Финальный тур традиционно пройдет в период проведения форума «Территория NDT 2021», Москва.

Информационная поддержка XVIII Всероссийского конкурса специалистов неразрушающего контроля осуществляется журналами: «В мире НК», «Контроль. Диагностика», «Территория NDT», а также форумом по неразрушающему контролю «Дефектоскопист.ру».

*Материал предоставлен
организаторами
Всероссийского конкурса
специалистов неразрушающего контроля*



ОБЩИЕ ПРОБЛЕМЫ МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ НА ПРИМЕРЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МТК 515 «НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ»



ЗАИТОВА Светлана Александровна
Председатель МТК 515, Республика Казахстан

Стандарт (от англ. *standard* – норма, образец) в широком смысле слова – образец, эталон, модель, принимаемые за исходные для сопоставления с ними других подобных объектов.

Википедия

Система технического регулирования как правовая основа регулирования отношений, возникающих при формировании обязательных и добровольных требований к продукции или к связанным с ними процессам ее проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, является основой мировой глобализации и предполагает замену собой национальных и отраслевых систем и торговых барьеров.

Именно техническое регулирование выступает инструментом ООН для обеспечения целей в области устойчивого развития, принятых в 2015 г. Программа «Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года» содержит 17 глобальных целей и 169 соответствующих задач www.un.org/sustainabledevelopment/ru/

В 1992 г. представителями стран СНГ было подписано Соглашение о проведении согласованной политики в области стандартизации, метрологии, сертификации и аккредитации в этих областях деятельности [1].

Одним из основных элементов системы технического регулирования, наряду с метрологией и оценкой соответствия, является стандартизация.

В законодательстве стран СНГ стандартизацией условно называется «упорядочение требований» (табл. 1).

Так как стандартизация – это экономическая деятельность в системе технического регулирования государств, которая может осуществляться отдельно от объектов стандартизации за счет государственного бюджета или бюджета заинтересованных в стандарте организаций, данная деятельность должна быть отражена в системе видов экономической деятельности стран – участниц СНГ. Анализ ОК 029-2014 Российской Федерации [5], ОКРБ 005-2011 Республики Беларусь [6] и ОКЭД 2019 [7] Республики Казахстан показал, что вид деятельности «Стандартизация» не введен ни в одной из рассматриваемых страновых систем экономической деятельности в разделе «71. Деятельность в области архитектуры, инженерных изысканий, технических испытаний и анализа» или других услуг по рекомендации МСКЗ-08 [8].

Этот факт прежде всего говорит о низкой оценке экономической значимости стандартизации со стороны государственных регуляторов, которая негативно отражается на развитии всей системы профессиональной деятельности в сфере стандартизации и технического регулирования в целом.

Несистематизированный статистическим учетом рынок услуг по стандартизации включает в себя: услуги по разработке и гармонизации стандартов; продажу прав на применение национальных и межгосударственных стандартов; продажу прав на применение международных стандартов; продажу прав на применение документов по смежным со стандартизацией видам деятельности; подготовку и переподготовку специалистов в сфере стандартизации; услуги IT-платформ по стандартизации; экспертную деятельность в сфере стандартизации; переводческую деятельность в сфере стандартизации; организацию выставок, конференций и семинаров в сфере стандартизации и т.д.

Таблица 1. Сопоставление определений понятия «стандартизация» в законодательстве стран СНГ

Российская Федерация	Республика Беларусь	Республика Казахстан
Стандартизация – деятельность по разработке (ведению), утверждению, изменению (актуализации), отмене, опубликованию и применению документов по стандартизации и иная деятельность, направленная на достижение упорядоченности в отношении объектов стандартизации [2]	Стандартизация – деятельность по установлению технических требований к объектам стандартизации в целях их многократного и добровольного, если иное не установлено настоящим Законом или международными договорами Республики Беларусь, применения в отношении постоянно повторяющихся существующих или потенциальных задач, направленная на достижение оптимальной степени упорядочения в определенной области, связанной с объектами стандартизации, и основным результатом которой является разработка технических кодексов установившейся практики, общегосударственных классификаторов, стандартов, технических условий [3]	Стандартизация – деятельность, направленная на обеспечение безопасности и качества объектов стандартизации и достижение оптимальной степени упорядочения требований к объектам стандартизации посредством установления положений для всеобщего, многократного использования в отношении реально существующих и потенциальных задач [4]

Несмотря на вступление ряда стран СНГ в ВТО, что должно было подтолкнуть к развитию интегрированных систем стандартизации и увеличению направлений независимой оценки соответствия, мы стали все чаще уходить в национальные отраслевые системы регулирования. Показательным «уходом» от стандартизации к отраслевому регулированию является схема замены «выполнение стандартов (норм, правил)» словами «соблюдение требований» [9] в Российской Федерации, а также расширение перечня государственных услуг в сфере отраслевого регулирования Республики Казахстан.

Если рассматривать действующую систему межгосударственной стандартизации, то необходимо отметить постепенный переход лидирующей позиции от МГС СНГ к ЕАСС, Евразийскому совету по стандартизации, метрологии и сертификации ЕАЭС. При этом МГС становится формальной площадкой для выработки рекомендаций, которые сама не спешит соблюдать, а ЕАЭС никак не объявит себя региональным органом по стандартизации, чтобы не нарушить хрупкий «постсоветский мир» участников МГС. В этих условиях разработка межгосударственных стандартов в формате ГОСТ, которые могут быть приняты во всех странах СНГ путем издания приказа национальным органом по стандартизации, становится многолетней бюрократической волокитой: стандарты устаревают в процессе разработки и согласования; участие экспертного сообщества в разработке и обсуждении проектов стандартов ограничено; большинство проектов

стандартов не набирают достаточного количества голосов для принятия; голосование по стандартам в системе АИС принимает форму сговора представителей национальных ГОССТАНДАРТОВ.

Основные институты стандартизации – технические комитеты в рамках МГС и рабочие группы технических регламентов в рамках ЕАЭС ни в документах, ни на практике даже не пересекаются. Основополагающие ГОСТы, такие как 1.4 и 1.6, с изменениями по состоянию на 2020 г., продолжают делать ставку на ключевую роль технических комитетов в разработке стандартов. Однако сами технические комитеты не могут внести в Программу межгосударственной стандартизации МГС (ПМС) свои предложения по актуальным для экспертного сообщества темам стандартизации, если данные темы не согласованы с национальным органом по стандартизации и не попали в национальный план стандартизации. Национальный план стандартизации формируется на основе мониторинга доказательной базы технических регламентов, стандартов, которые необходимы для обеспечения оценки соответствия объекта технического регулирования. В свою очередь технические комитеты не участвуют ни в формировании доказательной базы технических регламентов, ни в ее актуализации.

Сложный процесс формирования ПМС и непосредственное участие технических комитетов в принятии решений в системе МГС приводит к отказу от разработки документов в формате ГОСТ и возвращению к национальным стандартам.

Под понятием «стандартизация» мы понимаем весь комплекс услуг, указанных выше, основной из которых является разработка продукта в форме стандарта. Здесь нужно отметить, что доминирующее количество стандартов не разрабатываются на новый образец продукции, процесса или услуги, а согласно ГОСТ 1.1-2002 являются гармонизированными международными стандартами, адаптированными по требованиям национального законодательства, в случае МГС – законодательства разработчика, страны, ведущей секретариат МТК [10–13].

В свою очередь гармонизированные международные стандарты делятся на: идентичные стандарты, модифицированные стандарты и неэквивалентные стандарты. Подавляющее большинство национальных и межгосударственных стандартов заявлены как IDT (идентичные), на самом деле являются MOD – модифицированными стандартами по требованиям национальных законодательств стран-разработчиков. При детальном рассмотрении стандартов из доказательной базы к техническим регламентам ЕАЭС можно сделать вывод, что они неэквивалентны, адаптированы под конкретные условия или производителя.

Принятие решений по АИС МГС – это прежде всего проблема доступа к выставлению результатов голосования от государственных уполномоченных органов. Система принятия решений по рассматриваемым стандартам и участникам процесса для экспертного сообщества закрыта. Ответственный специалист от национального органа по стандартизации по указанию национального ГОССТАНДАРТА, который является членом или наблюдателем МТК, просто проставляет галочки в системе АИС по голосованию. Текущее состояние разработки стандартов в государствах-разработчиках вы не увидите, так же как и обобщенную базу данных по области стандартизации в системе МГС-ЕАЭС <http://easc.by>

В данных условиях ведение Секретариата МТК 515 перешло к Казахстану в 2019 г. На основе анализа разработки новых международных стандартов и предложений экспертного сообщества был составлен Проект плана стандартизации МТК 515 на 2020–2021 гг., который был направлен в Бюро по стандартизации МГС и разослан членам МТК, национальным ГОССТАНДАРТАМ. После неоднократного обращения в МГС с требованиями провести актуализацию базы данных МТК Положение об МТК 515 и Проект плана стандартизации МТК 515 были размещены на сайте <http://www.mgs.gost.ru>

К сожалению, разработка стандартов за счет средств бюджета государства-разработчика ведется исходя не из интересов МТК, а на основе монито-

ринга национального органа по стандартизации с учетом направлений стандартизации, установленных национальным правительством.

Так, План стандартизации МТК 515 на 2020 – 2021 гг. был существенно откорректирован и в последней утвержденной ГОССТАНДАРТОМ Республики Казахстан редакции в области стандартизации неразрушающего контроля представлен в табл. 2.

Таблица 2. План стандартизации МТК 515 на 2020–2021 гг.

№ п.п.	Наименование документа
1	ГОСТ «Контроль неразрушающий. Магнитопорошковый контроль. Часть 1. Общие принципы» взамен ГОСТ 21105–87
2	ГОСТ «Контроль неразрушающий. Магнитопорошковый контроль. Часть 2. Дефектоскопические материалы» взамен ГОСТ 21105–87
3	ГОСТ «Аттестационные испытания сварщиков. Сварка плавлением. Часть 1. Стали» взамен ГОСТ ЕН 287-1–2002
4	ГОСТ «Контроль неразрушающий. Ультразвуковой контроль толщины» взамен ГОСТ ЕН 14127–2015
5	ГОСТ «Контроль неразрушающий. Магнитопорошковый контроль. Часть 3. Оборудование» взамен ГОСТ 21105–87
6	ГОСТ «Контроль неразрушающий. Контроль методом проникающих жидкостей. Часть 1. Общие принципы» впервые
7	ГОСТ «Контроль неразрушающий сварных соединений. Ультразвуковой контроль. Методы, уровни контроля и оценка» взамен СТ РК ИСО 17640–2013
8	ГОСТ «Контроль неразрушающий сварных швов. Визуальный контроль сварных соединений, полученных сваркой плавлением» взамен СТ РК ИСО 17637–2013
9	ГОСТ «Технические требования и аттестация процедур сварки металлических материалов. Проверка процедуры сварки. Часть 1. Дуговая и газовая сварка сталей и дуговая сварка никеля и никелевых сплавов» впервые

Проекты данных стандартов будут размещены в апреле 2020 г. на сайте <http://etk.egfntd.kz/> и www.kazregister.kz (Раздел МТК). Приглашаем всех экспертов принять участие в обсуждении.

Практика разработки межгосударственных стандартов такова, что стандарты, утвержденные в ПМС и национальном плане стандартизации, разрабатываются за счет средств национальных бюджетов стран, которые ведут МТК. Более того, разработка стандартов за счет бюджета проходит на конкурсной основе, в которой у базовой организации МТК или ТК нет никаких преимуществ перед любым субъектом рынка, желающим оказать данную услугу. В результате такой процедуры в Казахстане из года в год разработкой стандартов занимаются не экспертные сообщества в лице МТК и ТК, а все желающие подзаработать на данном рынке услуг. Такая система крайне негативно сказывается на качестве гармонизированных стандартов и на дальнейшей практике их применения.

Разработка межгосударственных стандартов в формате ГОСТ проходит в два этапа: 1-й этап – разработка национального стандарта; 2-й этап – разработка ГОСТ методом обложки. Продолжительность каждого этапа 1 год. Практика разработки межгосударственного документа на основе международного стандарта сразу в формате ГОСТ применяется только при актуализации ранее принятого ГОСТа или при отнесении стандарта к категории основополагающих.

Секретариат МТК 515 «Неразрушающий контроль» обращается к экспертному сообществу активнее принимать участие в обсуждении проектов стандартов, размещенных на сайте www.kazregister.kz и формировании Плана межгосударственной стандартизации на 2021 – 2022 гг. на основании Перечня приоритетных направлений работ по межгосударственной стандартизации, который формируется в данное время национальными ГОССТАНДАРТАМИ.

Библиографический список

1. **Межправительственное соглашение** о проведении согласованной политики по стандартизации, метрологии и сертификации от 13 марта 1992 г. URL: <https://dokipedia.ru/document/5176138>
2. **Федеральный закон** «О стандартизации в Российской Федерации» от 29 июня 2015 года № 162-ФЗ. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_181810/
3. **Закон Республики Беларусь** «О техническом нормировании и стандартизации» от 5 января 2004 г. № 262-З. URL: <http://www.pravo.by/document/?guid=3871&p0=H10400262>
4. **Закон Республики Казахстан** «О стандартизации» от 5 октября 2018 года № 183-VI ЗРК. URL: https://online.zakon.kz/document/?doc_id=38448599
5. **ОК 029–2014** (КДЕС Ред. 2) Российской Федерации (с изм., утв. Приказом Росстандарта от 20.02.2019 N 47-ст). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_163320/
6. **ОКРБ 005–2011** (введен с 1 января 2016г) Республики Беларусь. URL: <http://mrik.gov.by/uploads/files/12-01-16-klassifikator.pdf>
7. **ОКЭД 2019** (вводится с 1 января 2020 г.) Республики Казахстан. URL: <https://uchet.kz/week/novyy-klassifikator-vidov-deyatelnosti-oked-budet-primenyatsya-v-kazakhstane-s-2020-goda/>
8. **Международная стандартная** классификация занятий 2008 г. URL: https://ru.qwe.wiki/wiki/International_Standard_Classification_of_Occupations
9. **Федеральный закон** от 5 апреля 2016 года N 104-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам стандартизации». URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=270671>
10. **ГОСТ 1.1–2002.** Межгосударственная система стандартизации (МГСС). Термины и определения (с Изменением N 1). URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200030741>
11. **ГОСТ 1.2–2015.** Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, обновления и отмены (с Изменением N 1). URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200128308>
12. **ГОСТ 1.3–2014.** Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные. Правила разработки на основе международных и региональных стандартов. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200116221>
13. **ГОСТ 1.6–2019.** Межгосударственная система стандартизации. Программа межгосударственной стандартизации. Правила формирования, принятия, внесения изменений и контроля за реализацией. URL: <http://memst.miid.gov.kz/ru/node/31839>

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ДЕФЕКТОМЕТРИЯ: ОТ СПЕКТРАЛЬНОГО ОБРАЗА ДО КОГЕРЕНТНОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ ПОРТРЕТА ДЕФЕКТОВ*

ЧАСТЬ 1. УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ДЕФЕКТОМЕТРИЯ НА ОСНОВЕ СПЕКТРАЛЬНОГО И ДИФРАКЦИОННОГО ОБРАЗОВ



ВОПИЛКИН Алексей Харитонович

Д-р техн. наук, проф., ген. директор, ООО «НПЦ «ЭХО+», Москва

Приведена история развития одного из актуальных направлений ультразвукового контроля – ультразвуковой дефектометрии за 50-летний период работы автора сначала в НПО «ЦНИИТМАШ», затем в НПЦ «ЭХО+». Начинались работы с применения дифракционных методов оценки типа и размеров дефектов, затем на смену им пришли ультразвуковые голографические методы, которые сослужили хорошую службу на атомных электростанциях. В последние годы активно развиваются методы и аппаратура ультразвуковой дефектометрии с использованием фазированных решеток (ФР). Апогеем создания приборов ФР явился выпущенный на рынок ФР-дефектоскоп на 128 каналов, в котором реализованы одновременно три технологии контроля.

2 апреля 2020 г. ООО «НПЦ «ЭХО+» отмечает 30-летие образования. За эти годы коллективом пройден невероятно большой путь в развитии технологии, приборов и систем, реализующих главное направление деятельности фирмы – «ультразвуковую дефектометрию». Именно это направление было выбрано при организации компании. Почему так? Дело в том, что я до создания компании 22 года проработал в НПО «ЦНИИТМАШ» и там тоже занимался созданием методов и приборов определения типа и размеров дефектов на основе изучения волн дифракции на отражателях различной формы. Этому были посвящены мои кандидатская и докторская диссертации. Тогда это направление еще не называлось ультразвуковой дефектометрией. Слишком грубыми были методы. Получается, что в теме «Ультразвуковая дефектометрия» я нахожусь уже более полувека. Оглядываясь назад, на прой-

денный путь, и анализируя сегодняшнее состояние этой темы, я решил подготовить обзорную статью, охватывающую мои работы с 1968 г. по дифракционным методам и их продолжение уже в НПЦ «ЭХО+» на принципиально новом уровне – с применением голографических методов, а сегодня – основанных на использовании технологии фазированных антенных решеток (ФР-технологии).

Публикуя эту статью, я хочу рассказать читателям об истории развития этого одного из самых важных направлений ультразвукового контроля. Сегодня технологический процесс развивается с такой стремительностью, что сделанное вчера уже неактуально. Даже свои разработки десятилетней давности мы не все помним. В свое время наш классик И. Н. Ермолов опубликовал серию статей под названием «Дефектоскопические истории». Эта статья в том же ключе.

* Статья из книги «Ультразвуковая дефектометрия. 30 лет»: юбилейный сборник трудов ООО «НПЦ «ЭХО+». М.: Издательский дом «Спектр», 2020. С. 7–24.

Когда я был студентом 5-го курса Московского горного института, мой руководитель диплома Игорь Николаевич Ермолов подкинул мне статью американского ученого Герике, в которой автор развивал идею, что дефектам различного типа соответствует свой спектральный отклик отраженного сигнала в частотном представлении. Например, спектр плоскостного дефекта при наклонном падении ультразвукового пучка на него имеет периодический осциллирующий характер, а для объемного дефекта характерно плавное изменение спектра. Игорь Николаевич предложил мне в дипломной работе проверить выводы Герике. На дворе был 1968 год. Я собрал установку для проведения экспериментов, разработал генератор линейно-частотно-модулированных колебаний, провел кое-какие эксперименты, мало что интересного получил, но диплом защитил на отлично. Далее я последовал за моим учителем в ЦНИИТМАШ и продолжил заниматься этой темой.

Почему тема распознавания типа дефектов по самым различным критериям (не только по спектру) так волновала не только меня (я тогда был еще новичком), но и многих ученых во всем мире? Дело в том, что нет прямой корреляции между типом дефектов и его амплитудным откликом. В то же время именно тип дефекта является критерием его опасности для конструкции. Все дело в различном коэффициенте концентрации напряжении K_c для дефектов различного типа. Например, пора округлой формы имеет $K_c = 3$, а трещина имеет $K_c = 25$ и более. Отсюда следует, что трещины на порядок опаснее, чем поры и, как результат, именно по трещинам происходит разрушение.

На протяжении многих лет практической работы я сталкивался с одним и тем же вопросом, который задавали сварщики, конструктора, технологи при обнаружении дефекта: какой это дефект и каких размеров? И дефектоскописты всегда уходили от ответа на этот вопрос, поскольку не существовали методы и средства определения истинных размеров и типа дефектов. Взамен наши ученые-классики И. Н. Ермолов и А. К. Гурвич ввели понятие эквивалентных и условных размеров, чтобы хоть как-то оценивать качество контролируемых изделий. Многочисленные исследования, проведенные различными авторами

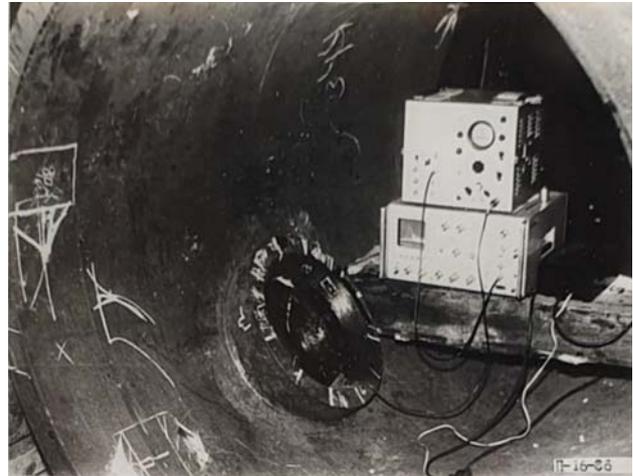


Рис. 1. Ультразвуковой спектроскоп конструкции НПО «ЦНИИТМАШ»

(В.Г. Щербинский, А.З. Райхман, В.Е. Белый и др.), показали, что между ними практически нет корреляции. Вследствие этого принимались очень жесткие нормы, многократно превышающие минимально необходимые. Отсюда возникали многочисленные необоснованные ремонты и бракование годных по качеству изделий. С другой стороны, наиболее опасные дефекты типа трещин, имеющие, как правило, небольшую отражательную способность (ниже браковочных норм), допускались в эксплуатацию и зачастую приводили к авариям.

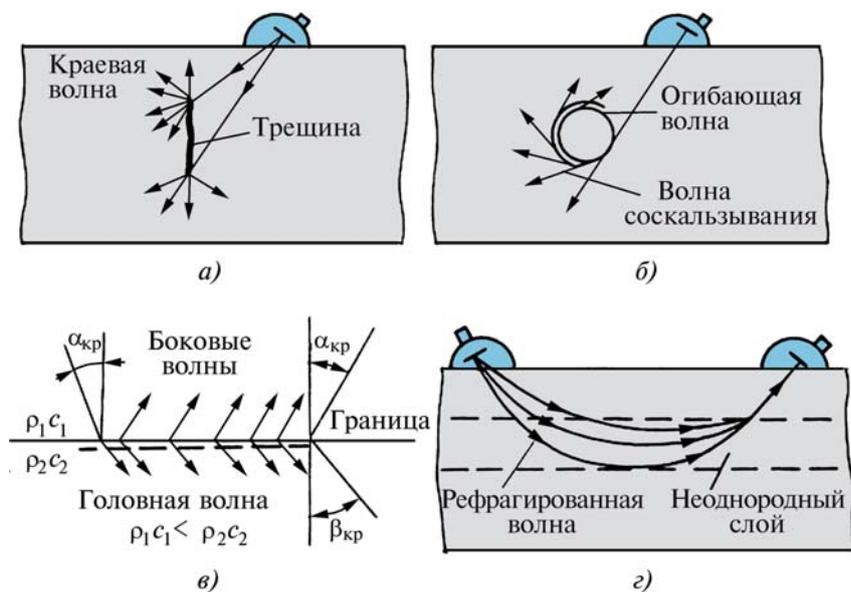


Рис. 2. Классификация типов дифракции: а – дифракция на краях плоскостных отражателей; б – дифракция на объемных отражателях; в – дифракция на границе раздела двух сред; г – дифракция в слоисто-неоднородных средах

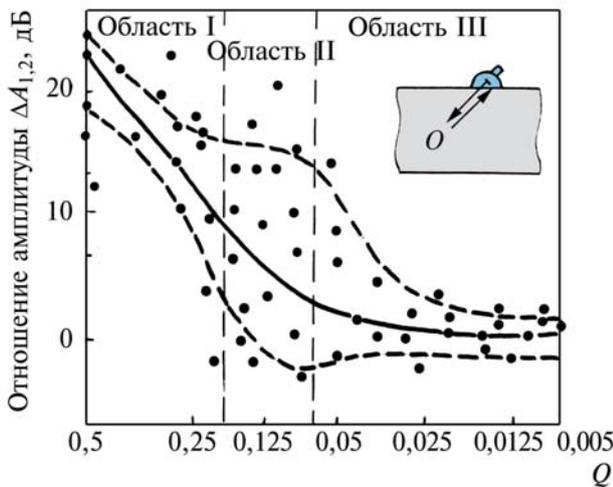


Рис. 3. Зависимость отношения первых двух сигналов волн, дифрагированных на эллиптических отражателях, от коэффициента формы Q

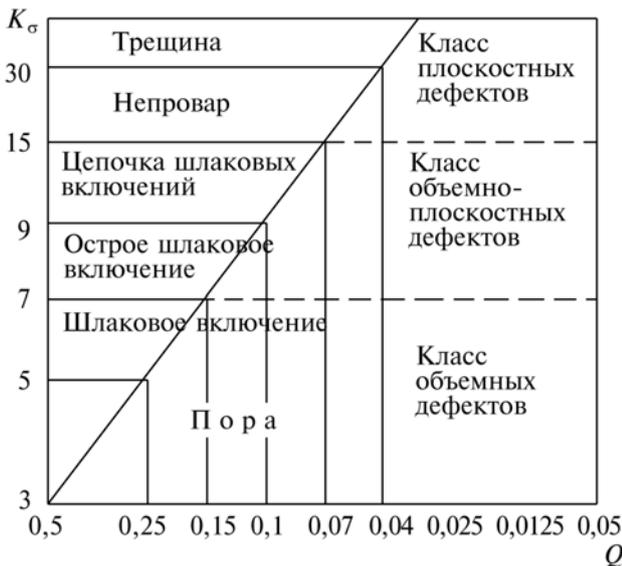


Рис. 4. Трехуровневая система классификации эллиптических отражателей, связывающая коэффициент концентрации напряжений $K\sigma$ и коэффициент формы отражателей Q

Проблема определения типа и размеров дефектов захватила меня и сопровождала в научной деятельности всю жизнь. Не оставляет она меня и сейчас. Потому что в ультразвуковом неразрушающем контроле нет более актуальной темы, чем эта. Разумеется, на разных временных этапах она решалась по-разному. Начались исследования со спектрального метода, и это стало темой моей кандидатской диссертации. Далее исследования продолжились с применением волн дифракции различных типов и составили основу моей докторской диссертации. И уже в «ЭХО+» исследования развернулись на

новом уровне — на основе применения когерентных голографических методов, а в последнее время с применением фазированных антенных решеток (ФАР).

Теперь все по порядку.

Как только я начал работать в ЦНИИТМаше, я развернул работы по спектральному методу. Конечно, при поддержке и общем руководстве Игоря Николаевича (ИН). По ходу аппаратной разработки надо было решить несколько научных и технических задач. Одна из них состояла в том, чтобы создать широкополосные преобразователи, работающие в диапазоне 1–10 МГц.

Я предложил и реализовал технологию преобразователя с переменным управляемым профилем поверхности пьезоэлемента. Эти преобразователи были запатентованы во многих странах. Надо сказать, что по этой теме началось плодотворное сотрудничество с чешскими институтами SVUM и SVUSS. От них руководил работами давний приятель ИН Ярослав Образ. Мы разрабатывали свой вариант прибора — ультразвукового спектроскопа, они — свой. Потом мы провели сравнительные испытания обоих приборов и лучшие решения применили в опытном образце.

Ультразвуковой спектральный метод основан на различной реакции отраженного сигнала при падении на дефект различной формы. Для плоскостного дефекта спектр носит периодический осциллирующий характер, а для объемного дефекта спектр имеет равномерный характер без осцилляций. Этот метод реализован в ультразвуковом спектроскопе, внедренном на ряде предприятий (рис. 1).

Конечно, в те годы элементная база не позволяла сделать прибор компактным. Прибор был достаточно громоздким и неудобным в цеховых условиях. В то же время я понимал, что деления дефектов на два класса — плоскостные и объемные — недостаточно, поскольку большинство дефектов находятся в промежутке между этими двумя полярными классами. Это с одной стороны, а с другой — специалисты по прочности моделируют при расчетах дефекты в виде эллипсов с соотношением полуосей эллипсов от 0,5 для сферы до 0,001 для трещины. Я его назвал коэффициентом формы Q . Такая шкала эллипсов перекрывает все возможные размеры дефектов. Понимая это, я заказал на ижорском заводе серию образцов с моделями эллиптических дефектов, перекрывающих всю шкалу эллипсов. Перед началом исследований я предложил классификацию типов дифракции [1], состоящую из четырех типов (рис. 2):

- дифракция на острых краях трещины; отраженное поле формируется как суперпозиция двух сигналов от кончиков трещины, причем фазы обоих сигналов отличаются на 180° ;

- дифракция на гладкой выпуклой поверхности; здесь формируется волна обегания-соскальзывания, но осцилляции отсутствуют;
- дифракция на границе раздела двух сред; этот тип дифракции характерен для излучения волны вблизи первого критического угла. В этом случае образуется головная волна, распространяющаяся вдоль поверхности и переизлучающая боковую волну. Головная волна широко используется для контроля подповерхностных дефектов. Она нечувствительна к неровности поверхности;
- дифракция в слоисто-неоднородных средах. Этот тип дифракции наблюдается в поверхностно-закаленных слоях валков холодной прокатки, в аустенитных сварных швах, в которых вследствие неравномерной кристаллизации по его сечению изменяется скорость распространения волн [1, 2].

Эти четыре типа дифракции описывают все возможные типы формирования отраженного луча от любого отражателя при контроле объемными волнами.

Возвращаясь к образцам с эллиптическими дефектами. Я провел большой цикл измерений первых двух отраженных сигналов, соответствующих дифракции первого и второго типов.

На рис. 3 приведена зависимость амплитуд двух первых сигналов волн, дифрагированных на эллиптических дефектах от коэффициента формы Q . Из рис. 3 видно, что для Q , равного 0,50–0,23, соотношение амплитуд составляет 10–20 дБ (область I), а для Q , равного 0,1 и менее, соотношение амплитуд стремится к нулю (область III). Эти эксперименты позволили сформулировать трехуровневую классификацию типов дефектов по соотношению амплитуд дифрагированных сигналов (рис. 4).

Данная классификация оказалась применима и к спектральному методу распознавания типа дефектов. На рис. 5 показаны спектральные отклики отраженных сигналов от дефектов различных классов.

Для объемных дефектов огибающая спектра плавная, неосциллирующая, а для плоскостных дефектов огибающая представляет собой периодическую осциллирующую кривую. Причем период осцилляций напрямую связан с размером и углом наклона дефекта. Спектральная технология использовалась в спорных случаях для оценки необходимости ремонта сварного шва. Однако реализуется этот метод весьма непросто: надо иметь генератор качающейся частоты, широкополосный излучающий и приемный тракты, что всегда создавало проблемы.

Наибольшее практическое применение нашли первый и третий типы дифракции. Принцип формирования дифракционных волн по третьему типу

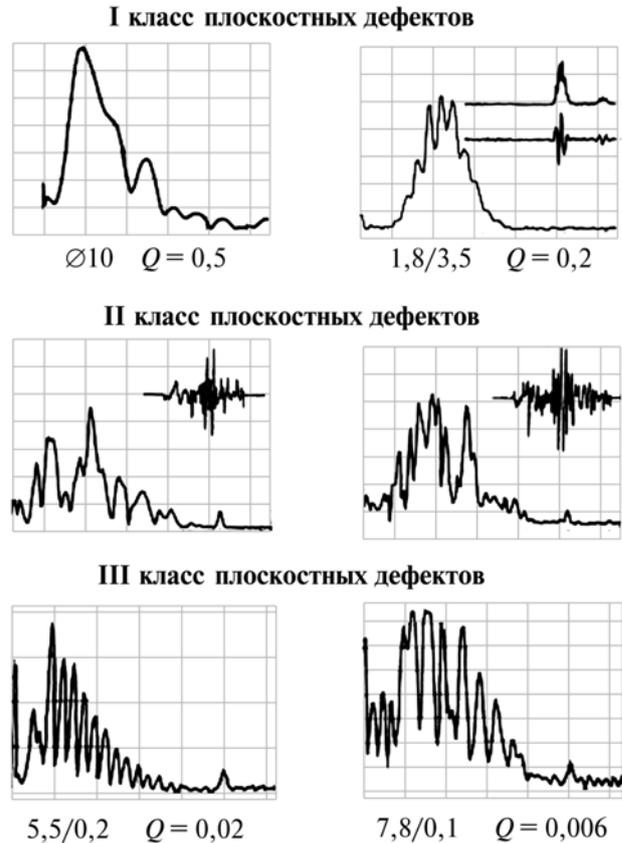


Рис. 5. Спектральные отклики отраженных сигналов от дефектов различных классов

показан на рис. 6. Волна, излученная в металл под первым критическим углом (для пары плексиглас–сталь этот угол составляет $27,5^\circ$), вдоль свободной поверхности металла распространяется как головная волна, которая является неоднородной, самостоятельно существовать не может и в каждой точке своего распространения переизлучает боковую поперечную волну. Эта волна, дойдя до нижней свободной поверхности, переизлучается во вторичную головную волну. Головная волна имеет ряд позитивных особенностей. В частности, она нечувствительна к неровностям поверхности и может быть применена для выявления подповерхностных дефектов. Именно это свойство головной волны использовал Н.П. Разыграев (НПО «ЦНИ-ИТМАШ») и разработал ряд эффективных методик для контроля подповерхностных слоев, в том числе под валиком усиления.

Приведу еще один пример. На рис. 7 показана схема формирования дифрагированных волн на вертикальной трещине. Если излучить импульс прямым преобразователем вдоль трещины, то, с одной стороны, будет наблюдаться уменьшение донного сигнала пропорционально высоте трещи-

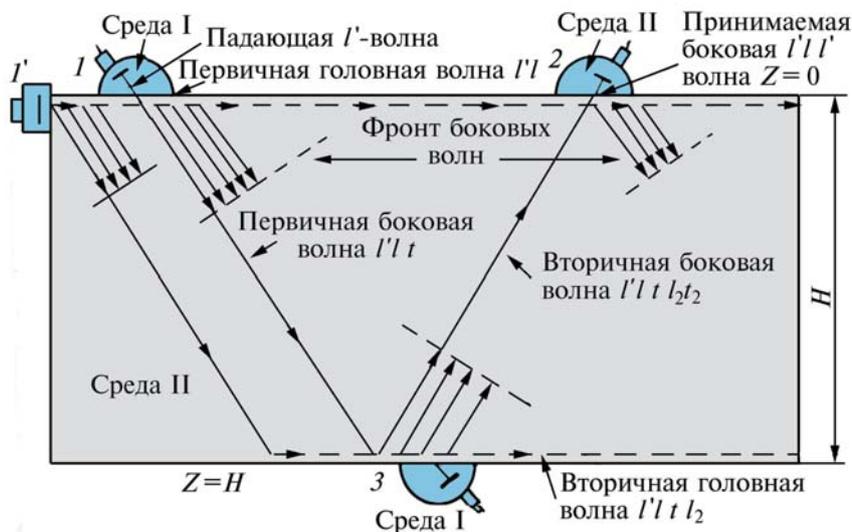


Рис. 6. Формирование головных и боковых дифракционных волн при излучении в металл под первым критическим углом

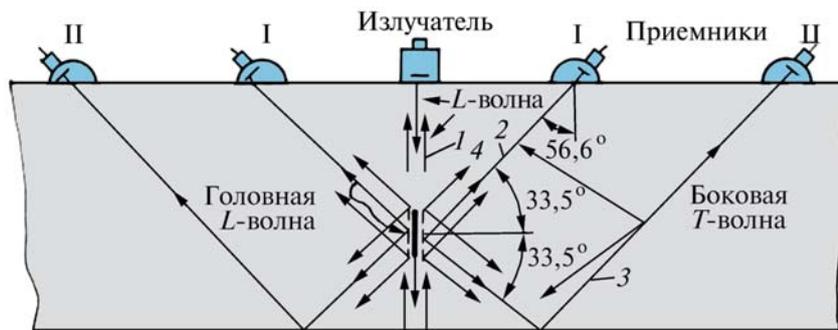


Рис. 7. Формирование головных и боковых волн на вертикальной трещине

ны. С другой стороны, вдоль берегов трещины будет формироваться импульс боковой волны, принимаемой на поверхности под третьим критическим углом. Причем амплитуда сигнала соизмерима с амплитудой отраженного сигнала от плоскостонного отверстия, равного высоте трещины. Это так называемый дельта-метод, предложенный в 1970-х годах А.К. Гурвичем и М.В. Григорьевым. В моей докторской диссертации, защищенной в 1987 г. в НПО «ЦНИИТМАШ», посвященной дифракционным методам в ультразвуковом контроле, я привел примерно 10 методов классификации дефектов для различных методов контроля.

Расскажу о последней моей работе в НПО «ЦНИИТМАШ».

В 1985 г. мы поставили на Челябинский металлургический комбинат установку для автоматизированного ультразвукового контроля цилиндрических поковок диаметром от 100 до 800 мм. С этой целью в кузнечно-прессовом цехе было построено помещение площадью 110 м², в котором размещались две автоматизированные установки, одна для малых диаметров, другая для больших диаметров поковок. Акустические блоки реализовывали как раз дельта-методику, упомянутую выше. В этом помещении была построена отдельная комната, в которой была установлена самая современная на то время вычислительная машина СМ-1. Все сигналы от выявляемых дефектов поступали на эту

ЭМВ, по специально разработанной программе обрабатывались и анализировались выявляемые дефекты, их эквивалентный размер и классифицировались по типу. Это была первая установка в СССР (а может быть, и в мире!), дававшая возможность в автоматическом режиме не только выявлять, но и классифицировать дефекты по типу.

Примечательна судьба этой установки. Она эксплуатировалась на полную мощность вплоть до 1991 г. Разработчики осуществляли постоянное эксплуатационное обслуживание. После распада СССР все очень быстро пришло в упадок и на заводе, и в НПО «ЦНИИТМАШ», и установку забросили. Но спустя несколько лет завод преодолел кризис и переориентировался на экспорт своей продукции. Импортёры потребовали проведения автоматизированного ультразвукового контроля с выдачей паспорта на каждую поковку. Вот тут-то и началась вторая жизнь нашей системы. Но это уже было без меня, поскольку я уволился в 1990 г. и создал свою компанию НПЦ «ЭХО+».

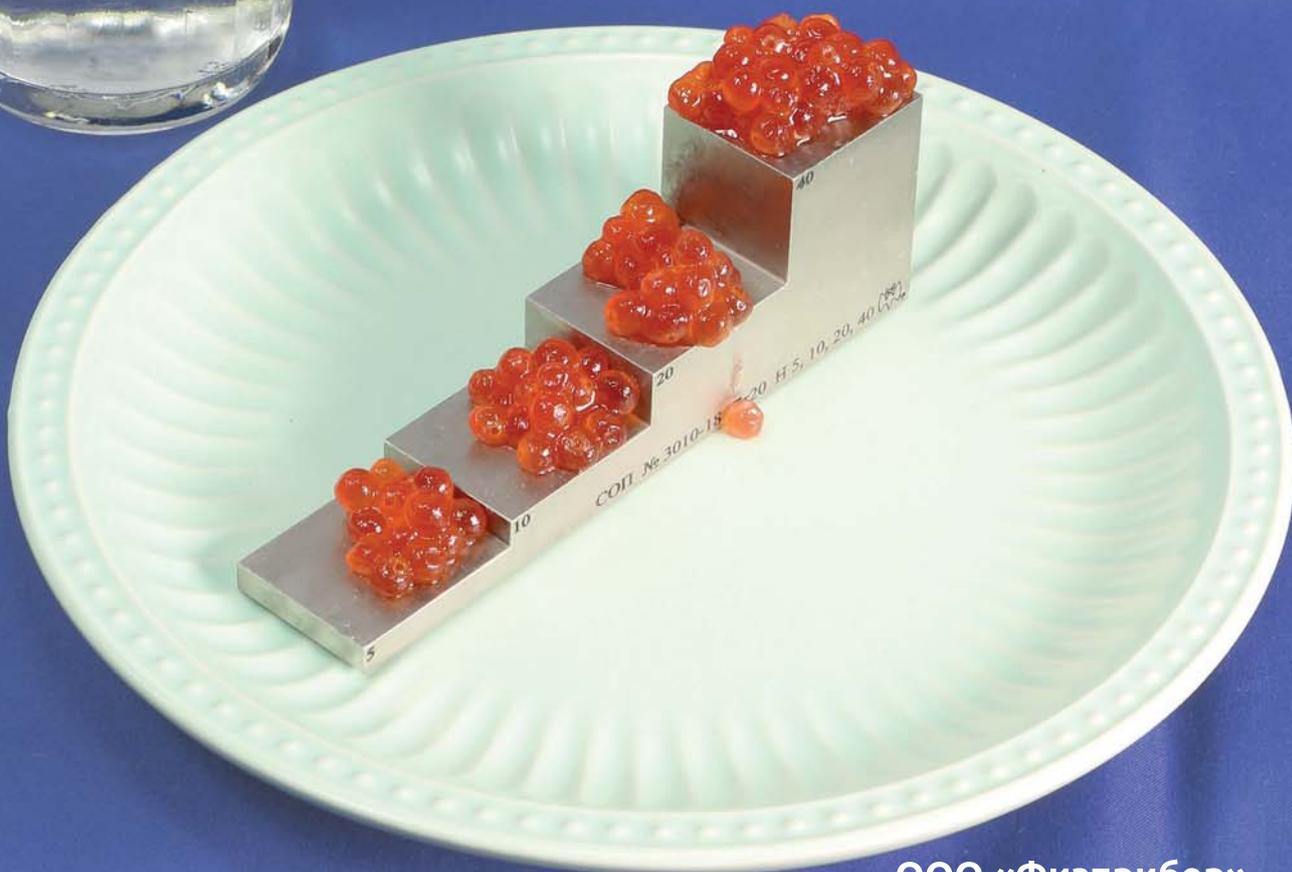
На протяжении всех 22 лет работы в НПО ЦНИИТМАШ во время работы над темой ультразвуковой дефектометрии меня не оставляла мысль о том, что все многочисленные методы, которые я разрабатывал, все-таки не в полной мере решали поставленную задачу. Слишком высока погрешность измерения параметров дефектов и слишком много неопределенных факторов, влияющих на результаты, иногда сводящих на нет результаты измерений. Но других подходов в решении поставленной задачи мы в то время не знали.

Части 2 и 3 читайте
в № 3 и 4, 2020
«Территория NDT»



только реальность

Что есть СОП?



ООО «Физприбор»
620137, Екатеринбург, ул.Вилонова, 6Б
+7 (343) 355-00-53, www.fpribor.ru

АВИКСкан - Автоматизированный визуально-измерительный контроль

Лазерное профилирование,
фото- и видеосъёмка



Внесен в реестр средств измерений



Построение 3D-модели сварного шва



Автоматическое определение дефектов
с выдачей протокола



Анализ в реальном времени с записью результатов
измерений



Эланик - Лазерный анализатор химического состава

Прост в применении



Определение Углерода без продувки
инертным газом



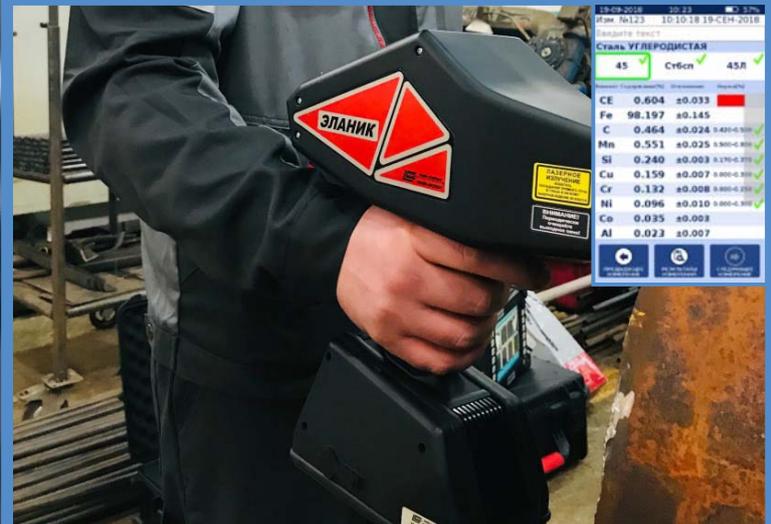
Внесен в реестр средств измерений



Отсутствие рентгеновского излучения и
ограничений, связанных с ним



Качественный и количественный анализ с
определением марки сплава



Альфаскан - Ультразвуковой дефектоскоп

Реализация методов TFM, FMC, TOFD, PAUT, UT



Внесен в реестр средств измерений



ПО для анализа и автоматического
составления отчётов



Визуализация результатов контроля



Пошаговая настройка и моделирование
объекта контроля



НОВОСКАН - Комплекс цифровой радиографии

Возможность работы в проводном
и беспроводном режиме



Синхронизация с любым рентген-аппаратами



Диапазон рабочих температур от -20 до +50 °C



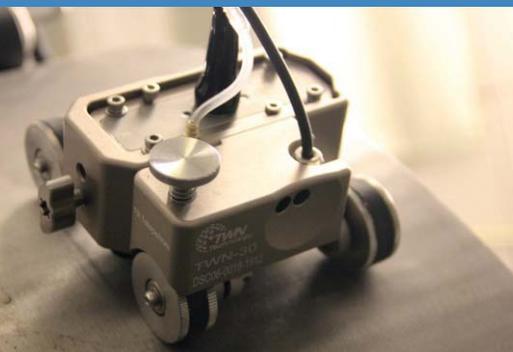
Возможность применения во всех отраслях
промышленности



Контроль коррозии, профильная толщинометрия,
контроль сварки



www.twn-technology.ru
info@twn-technology.ru
+7 (499) 380-62-92



**Сканирующее устройство
TWN-30**

- Контроль коррозионных повреждений, утонений стенок основного металла
- Подходит для контроля на плоских поверхностях и трубах диаметром от 127 мм и более
- Иммерсионная ванная позволяет получить превосходный акустический контакт
- Идеально подходит для контроля сосудов и резервуаров



**Сканирующее устройство
TWN-14**

- Предназначен для контроля кольцевых сварных соединений труб диаметром от 150 до 1420 мм
- Позволяет закрепить до двух пар преобразователей (ФР или TOFD)
- Быстроразборная «цепная» конструкция
- Удобный зажим для быстрого позиционирования сканера
- Возможность работы на магнитных и немагнитных поверхностях



**Сканирующее устройство
TWN-26**

- Автоматизированный сканер на пульте управления с магнитными колёсами
- Контроль кольцевых сварных швов диаметром от 200 мм, а также продольных швов диаметром от 800 мм
- Одновременная работа шести ПЭП
- Наилучшее решение для магистрального трубопровода



Преобразователи и призмы на фазированных решетках

- Конструкция оптимизирована для контроля сварных соединений
- Непревзойденное отношение сигнал/шум
- Широкий диапазон контролируемых толщин
- Конструкция призмы позволяет улучшить акустический контакт с поверхностью объекта



Преобразователи и призмы для реализации ToFD-метода

- Обеспечивают превосходную чувствительность с высоким отношением сигнал/шум
- Широкий выбор ПЭП с частотами от 2,25 до 15 МГц и диаметром пьезоэлемента от 3 до 12 мм
- Возможность изготовления ПЭП по индивидуальному заказу



Традиционные ультразвуковые преобразователи

- Прямые и наклонные ПЭП с широким диапазоном частот и углом ввода
- ПЭП для толщинометрии с пятном контакта от 2 мм
- Высокотемпературные ПЭП до 500 °С
- Возможность изготовления ПЭП по индивидуальному заказу

Собственное производство

Компании, стремящиеся соответствовать новейшим технологиям, при проведении УЗК в подавляющем большинстве вынуждены использовать оборудование от зарубежных производителей, таких как Olympus, Zetec, Sonatest, GE и пр., в силу их функциональных возможностей и высокой производительности. Компания «ТиВиЭн Технолоджи» готова с гордостью представить оборудование собственного производства – дефектоскопы с реализацией РА, ToFD, TFM и FMC, сканирующие устройства (ручные, механизированные и автоматизированные), преобразователи и призмы под любые ваши объекты.

Наша собственная линейка оборудования отечественного производства – бюджетная, высококачественная, соответствующая всем мировым стандартам.



Начало см. на стр. 5 и 55

В этой статье по существу сформулированы основные принципы радиолокации, определены длины радиоволн – ультракороткие, дециметровые и сантиметровые и показана необходимость их концентрации в пучок при направлении на цель. В одном из разделов статьи говорилось, что проблема обнаружения самолетов на больших высотах (до 10 км и выше) и на значительных дистанциях (порядка 50 км и более) независимо от состояния атмосферы и времени суток при применении электромагнитных волн будет, несомненно, решена.

В качестве представителя УПВО П.К. Ощепков обратился к президенту Академии наук СССР А.П. Карпинскому с просьбой о содействии в постановке работ по радиолокации самолетов. Президент направил его А.Ф. Иоффе, директору ЛФТИ, живо откликавшемуся на всякую свежую мысль. 16 января 1934 г. Абрам Федорович созвал компетентное совещание, которое в итоге высказалось в пользу целесообразности подобных исследований. По его предложению первым выступил П.К. Ощепков, который вначале детально проанализировал существующие оптические и акустические средства, используемые постами воздушного наблюдения, оповещения и связи для обнаружения и опознавания самолетов, установления высоты их полета, направления движения и точного местонахождения в пространстве. Отметив, что применение оптических, инфракрасных и акустических средств не может удовлетворительно решить проблему обнаружения самолетов в условиях плохой видимости, при сплошной облачности, ночью, на больших высотах и необходимых дальностях, П.К. Ощепков сделал вывод о правильности разрешения проблемы

обнаружения самолетов в ближайшее время на основе применения электромагнитных волн.

Он рассказал о схеме, по которой должна происходить посылка электромагнитного луча на цель и прием отраженного от нее луча, о принципах определения с помощью радиоволн координат цели, в том числе высоты ее полета, а также скорости и направления движения.

Академик С.И. Вавилов, отметив актуальность проблемы радиолокации самолетов, подробно остановился на ее сути и путях решения, подчеркнув возможность получения в будущем узких направленных пучков электромагнитных волн очень короткой длины.

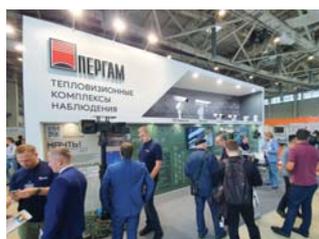
Академик А.А. Чернышев, директор ЛЭФИ, указал на первоочередность создания опытной аппаратуры, способной работать на самых коротких волнах, и предложил услуги возглавляемого им института для разработки экспериментального образца прибора.

Работы для УПВО по заданию и согласованию с П.К. Ощепковым ЛЭФИ были развернуты очень быстро. Уже в начале июля 1934 г. под Ленинградом прошли первые успешные опыты с аппаратурой, работавшей в непрерывном режиме на волне около 5 м. После испытаний под Ленинградом опытная аппаратура была отправлена в Москву для демонстрации высшему командованию Красной Армии. 22 октября 1934 г. УПВО РККА заключило с радиозаводом им. Коминтерна договор на разработку первой серии опытных станций радиолокации самолетов под условными названиями «Вега» и «Конус».

В 1937–1938 гг. первые станции непрерывного действия под названием РУС-1 (радиоуправляемый самолет) появились на вооружении Красной Армии, а затем импульсные РУС-2, принятые на вооружение приказом наркома обороны 26 июля 1940 г.

Станции РУС-2 привели к тактико-технической революции в службе воздушного наблюдения и коренным образом повлияли на эффективность ПВО страны, потребность в них непрерывно росла. До конца войны было выпущено несколько сотен станций, что сыграло огромную роль в защите Москвы, Ленинграда и других больших городов.

По материалам статьи
В.И. Матвеева «Павел Кондратьевич Ощепков»
(Духовная Россия и Интернет.
Кн. 2. М., 2019. С. 125–129)



В журнале «Территория NDT» №1 (январь-март), 2020 в статье «Средства обеспечения безопасности государства на выставке Интерполитех – 2019», на стр. 22 была допущена ошибка. Опубликована фотография стенда компании «Пергам-Инжиниринг» 2018 года вместо реальной фотографии стенда 2019 года.

Редакция приносит свои извинения и публикует корректные фото стенда с перечнем демонстрируемого оборудования.

На выставке «ИНТЕРПОЛИТЕХ-2019» компания ПЕРГАМ представила новые разработки тепловизионных комплексов наблюдения:

- Поворотные тепловизионные камеры серии РТР с дальностью действия до 25 км
- Всепогодные стационарные тепловизоры «ТИТАН»
- Тепловизионные камеры серии АТ для установки на транспорт