

**ИНСТИТУТ ЭЛЕКТРОСВАРКИ
им. Е.О. ПАТОНА НАН Украины**

**Отдел неразрушающих методов контроля качества
сварных соединений**

ДЕФЕКТОСКОПИЯ XXI ВЕКА
Основные направления работ
ИЭС им. Е.О. Патона
по развитию технологий неразрушающего
контроля сварных соединений

под редакцией проф. В.А. Троицкого

**Киев
2018**

ДЕФЕКТОСКОПИЯ XXI ВЕКА. Основные направления работ ИЭС им. Е.О. Патона по развитию технологий неразрушающего контроля сварных соединений / Под ред. проф. В.А. Троицкого.
Киев: ИЭС им. Е.О. Патона НАН Украины, 2018 – 196 с.

© Украинское общество неразрушающего контроля и технической диагностики, 2018
© Институт электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины, 2018

От авторов

Это необычное издание в форме сборника статей и библиографии, касающееся деятельности отдела №4 ИЭС им. Е.О. Патона НАН Украины подготовлено Троицким В.А., Посыпайко Ю.Н., Бородай О.С., Щупак С.А., Кармановым М.Н., Глуховским В.Ю., Шекеро А.Л., Циприанович И.В., Мартыновой Л.В., Бондаренко А.И., Горбиком В.М., Михайловым С.Р., Троицкой Н.В., Бухенским В.Н., Давыдовым Е.А., Пастовенским Р.О., Онащенко Б.А., Шевченко И.Я. и другими, можно рассматривать, как сокращенный отчет за последнее десятилетие.

Авторы будут благодарны читателям, если они найдут время сообщить им свои замечания и пожелания для последующих изданий подобного формата, который более познавателен, чем монографии с рассмотрением моновопросов для моночитателей. За последние (1980 – 2018) годы нами было внедрено много новых технологий качества металлов, сварных соединений и сооружений различными физическими методами. Общий библиографический список наших работ составляет 777 названий. В этом издании приведены только 10 работ из этого списка.



«Неразрушающий контроль качества материалов и соединений все чаще применяется при изготовлении разных машин, конструкций и сооружений, в значительной мере обеспечивая их эксплуатационную надежность. Повышение качества промышленной продукции и как следствие этого, увеличение срока ее безаварийной эксплуатации, невозможны без опережающего развития методов и средств неразрушающего контроля».

Академик Б.Е. Патон

**РАБОТЫ ОТДЕЛА № 4 ИЭС им. Е.О.Патона
ПО РАЗВИТИЮ ТЕХНОЛОГИЙ
НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ**

проф. В.А. Троицкий

Институт электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины

Объективная оценка качества промышленной продукции, мониторинг безаварийной длительной эксплуатацией ответственных объектов невозможна без применения физических методов неразрушающего контроля (НК), без изучения процессов прохождения, отражения, преломления, рассеяния различного рода излучений, применяемых для этих целей.

В Институте электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в области НК проводятся с начала 1950-х годов. Полученные результаты в этой области знаний на протяжении многих лет внедрялись практически во все отрасли промышленности, что позволяло сооружать и вводить в эксплуатацию трубопроводы, реакторы, подводные лодки, ракеты, многие монументальные сооружения, помогало разрабатывать новые виды технологий и сопутствующие процессы в сварочном производстве.

Сварочные технологии сейчас немыслимы без использования неразрушающего контроля качества материалов и сварных конструкций. Это взаимодействие привело к развитию фундаментальных основ дефектоскопии, к увеличению количества разработок по НК. Наиболее важной особенностью исследовательских работ в ИЭС им. Е.О. Патона многие годы является параллельность создания технологии сварки и технологий оценки качества с помощью радиационных, оптических, акустических, электромагнитных, магнитометрических, термографических и других физических методов. Технологии и оборудование для НК нами создавалось совместно с ведущими НИИ России, Молдавии, Англии, Дании. В этом процессе принимали участие МНПО «Спектр», НИИмостов, ВНИИСТ, НИИхиммаш, ВНИИНК, ВНИИБТ и др. Из других стран с нами сотрудничают институты ВНИИНК (Молдова), TWI (Англия), Force (Дания), BAM (Германия) и др.

Наиболее известными разработками ИЭС им. Е.О. Патона НАН Украины в области НК, выполненные совместно с другими фирмами, являются системы НК, сочетающие разные виды неразрушающего контроля и разные типы автоматизированных установок для ультразвукового контроля качества сварных соединений специзделий, труб большого диаметра, бурового оборудования и химического машиностроения. Известны наши ультразвуковые тренажеры, статистические радиографические эталоны, различные магнитные дефектоскопы на основе постоянных магнитов из редкоземельных металлов. Признанными во всем мире являются наши работы по портативному радиационному контролю.

Нами созданы средства оценки коррозионного поражения подземных трубопроводов, потери их герметичности и нарушения изоляционного покрытия. Много внимания нами уделялось технологиям наблюдения за сигналами акустической эмиссии, возникающих при остывании металла после сварки. Регистрация сигналов акустической эмиссии от остывающих швов улучшает системы НК с использованием ультразвука и рентгеновских излучений.

Одним из важнейших направлений исследований в области применения физических методов НК являются ракетно-космические и авиационные задачи, которые мы решали совместно с Государственным конструкторским бюро «Южное» им. М.К. Янгеля, с Объединением «Коммунар», КБ Антонова. Так в разные годы были созданы

оборудование и технологии НК узлов ракетно-космической техники, автоматизированный УЗ контроль крупногабаритных конструкций, средства и методики оценки герметичности сооружений больших объемов. Периодически мы решаем задачи по заданиям Министерства обороны и морских регистров.

Совместно с Всесоюзным институтом буровой техники, фирмой «Зонд», Ивано-Франковским национальным техническим университетом нефти и газа были разработаны технологии и оборудование, которые дают возможность контролировать буровые долота, буровые трубы и их резьбовые соединения. Не менее важными являются разработки по контролю качества изделий в металлургии (трубы и прокат), технологии и оборудование неразрушающего контроля при гражданском и промышленном строительстве.

Важной ролью в развитии и распространении знаний по физическим методам контроля играет Украинское общество неразрушающего контроля и технической диагностики (УО НКТД), штаб-квартира которого находится в ИЭС им. Е.О. Патона. Эта общественная организация создана в 1990 г., основной задачей ее является консолидация специалистов, пропаганда возможностей оценки качества материалов и надежности промышленных сооружений, расширения знаний и международных контактов. УО НКТД поддерживает деловые контакты с аналогичными организациями многих стран мира и является членом Европейской федерации неразрушающего контроля (EFNDT), Всемирного комитета неразрушающего контроля (ICNDT).

В результате кропотливой работы по консолидации специалистов, проведению конференций, пропаганде возможностей физических методов НК, выпуску профессиональных изданий, значительного числа стандартов, организационной работе, сейчас в Украине работает около 800 предприятий разных форм собственности, выполняющих конкретные работы по оценке физическими методами качества материалов и сооружений.

В отличие от Белоруссии, Молдовы и России, в Украине в советские времена не было специализированных НИИ по проблеме неразрушающего контроля качества, поэтому ИЭС им. Е.О. Патона взял на себя функции по координации развития этого направления для самых разнообразных задач промышленности страны.

В 1955 г. в ИЭС появилась первая специализированная лаборатория физических методов по оценке качества сварных соединений, а в

ДЕФЕКТОСКОПИЯ XXI ВЕКА

последствии созданы научный (№ 4) и два конструкторских отдела (№№ 179 и 232). Совместными усилиями этих подразделений разработано более сотни различных проектов, большинство из которых были внедрены в разных отраслях промышленности как в Украине, так и за ее пределами.

Начиная с 1974 г. в ИЭС им. Е.О. Патона разработан и внедрен ряд автоматизированных установок ультразвукового контроля (АУЗК) типа У-664, У-175, НК-106, НК-205, НК-180, НК-360, НК-362, предназначенных для контроля качества сварных швов различных металлоконструкций, в том числе труб большого диаметра. Автоматизация повысила производительность НК. Например, скорость контроля с помощью установки НК-106 может достигать 20 м/мин. Здесь автоматический УЗ-контроль продольных швов ведется одновременно с помощью восьми преобразователей. Каждый канал имеет блок автоматической отметки дефектных участков. С помощью автоматизированных установок УЗК выполняется проверка сварных швов труб в технологических линиях трубосварочных заводов. Однако объективная оценка качества таких ответственных объектов как трубы для магистральных газопроводов достигается только при применении нескольких повторяющихся физических методов. Чаще всего системы комплексного контроля состоят из визуально-измерительного, ультразвукового, рентгентелевизионного и магнитного. В период с 1980 по 2000 гг. Институт привлекался к разработкам технологий контроля узлов ветроэнергетических установок, сварных соединений из легких сплавов и неметаллических материалов для летательных аппаратов. Позже была выпущена серия АУЗК для железнодорожных колес (НК-364), трубопроводов атомных реакторов (НК-321), комплект тренажеров, позволяющий осуществлять обучение и тренинг операторов УЗК. Выполнение европейских проектов способствовало развитию в Украине таких новых направлений:

- контроль протяженных объектов без сканирования их поверхности с помощью низкочастотных ультразвуковых волн;
- использование бесконтактного возбуждения акустических волн в объекте посредством электромагнитоакустических преобразователей;
- определение параметров дефектов посредством дифракции акустических волн на острых углах дефектов (TOFD) и синтезированной фокусирующей апертуры (SAFT), обеспечивающей информацию о форме и месте расположения внутренних дефектов;

- создание различных портативных средств цифровой рентгентелевизионной техники, расширяющих области применения НК.

В период развития научного отдела НК в ИЭС им. Е.О. Патона защищено 15 диссертаций по разным проблемам радиационных, ультразвуковых, магнитных, акустико-эмиссионных и др. методов, лежащих в основе контроля качества сварных соединений, приобретено и разработано много оборудования, внедренного на многих предприятиях страны, построена высокоэнергетическая рентгеновская лаборатория. В отделе работают 12 сотрудников с учеными степенями, были организованы длительные поездки по ведущим дефектоскопическим фирмам Дании, Германии, Англии и др. стран.



Рис. 1

В ИЭС им. Е.О. Патона на протяжении многих десятилетий функционируют две исследовательские лаборатории радиационных методов НК, загруженные исследованиями как для отделов ИЭС, так и для многих организаций страны. Сотрудниками этих лабораторий (рис. 1) выполнялись разработки рентгеновских детекторов, в том числе с малым содержанием серебра, рентгентелевизионных систем, устройств для автоматической расшифровки изображений, портативных дозиметров, статистических эталонов. В последние годы здесь создано оборудование для цифровой радиоскопии сварных соединений на основе ПЗС-матриц, программ цифровой обработки рентгенограмм, архивирования информации. В Институте работает уникальная высокоэнергетическая радиационная лаборатория с биологической защитой до 18 МэВ, в которой могут проводиться исследования изделий большой толщины (до 80 мм по стали) с использованием мощных рентгеновских аппаратов и бетатронов, реализуется тангенциальное просвечивание тел вращения и др. Тангенциальное просвечивание (рис. 2) в сочетании с

ДЕФЕКТОСКОПИЯ XXI ВЕКА

цифровой обработкой информации существенно расширяет возможности по контролю остаточной толщины металла в высоколегированных трубах АЭС и других объектах энергетики.

На рис. 1 показаны два стационарных рентгеновских аппарата (РУП 150/300 и «Экстравольт-360») этой лаборатории, а на рис. 2 показаны фрагменты технологии тангенциального просвечивания тел вращения, позволяющей определять не только остаточную толщину металла, но и зазоры между обшивкой и телом, внутреннего заполнения объема и т.п. Пока эта уникальная технология в Украине выполняется только в ИЭС

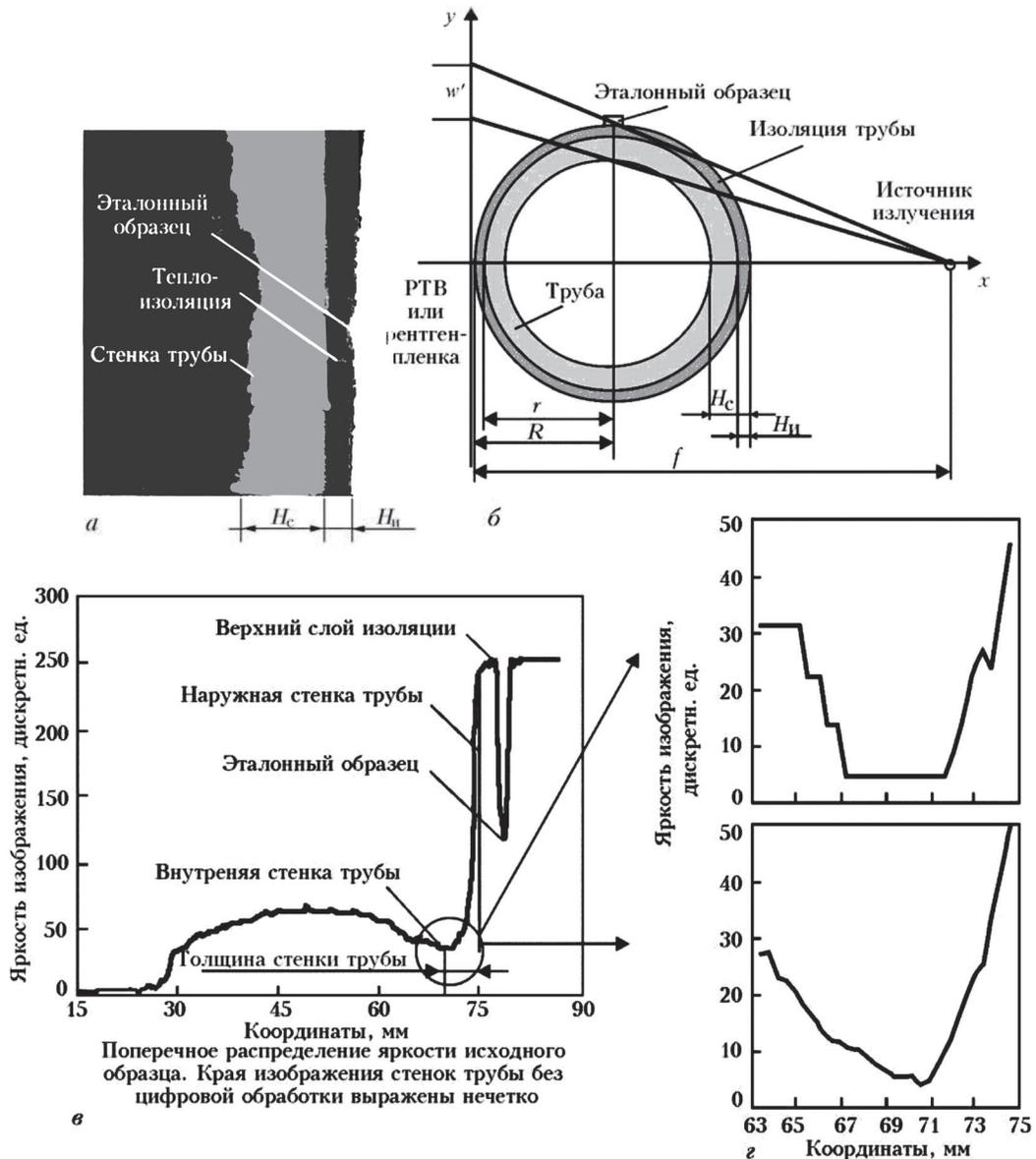
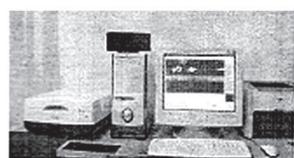


Рис. 2

им. Е.О. Патона. Для этого метода разработана цветовая селекция границ радиационного изображения стенок трубы и последующих наслоений, например, теплоизоляции. На рис. 2 в качестве образца показан отрезок трубы \varnothing 60 мм, толщина стенок трубы – 5 мм, толщина изоляции – 2 мм. На рис.2а приняты следующие обозначения: Нс – толщина стенки трубы; Ни – толщина теплоизоляции. На рис. 2б поясняется принцип тангенциального просвечивания, на рис. 2а – г – получаемая информация. Точность определения толщины стенки трубы при обычной обработке изображений составляет $5 \pm 1,5$ мм. Разработанный в отделе алгоритм цифровой обработки тангенциальных изображений обеспечивает повышение точности измерений толщины стенки трубы $5 \pm 0,2$ мм.

Так с помощью тангенциального просвечивания (рис.2а) определены профиль стенки трубы, толщина изоляции и ее прилегание к трубе. Важнейшей процедурой радиационного контроля является расшифровка и архивирование результатов. На рис. 3а показана разработанная система цифровой обработки изображений, а на рис. 3б – структурная схема программного обеспечения системы цифровой обработки рентгенограмм.



Рабочее место оператора цифровой обработки рентгенограмм



Изображение исходной рентгенограммы сварного соединения



Изображение исходной рентгенограммы сварного соединения после цифрового контрастирования

а



б

Рис. 3

Возможности разработанного комплекса (рис. 3) цифровой обработки информации:

ДЕФЕКТОСКОПИЯ XXI ВЕКА

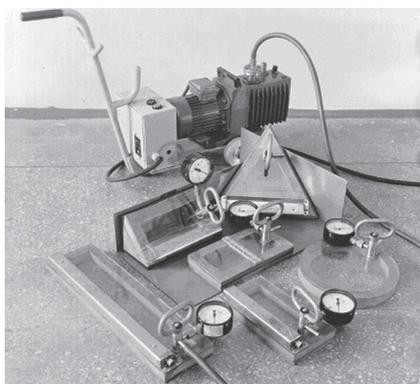
- сканирование изображений с высокой разрешающей способностью, которое позволяет обнаруживать трудно выявляемые дефекты;
- независимое масштабирование изображений;
- непосредственное измерение длины отрезка или ломаной линии, а также периметра и площади дефекта;
- инвертирование, обращение в зеркальное отображение изображений;
- запоминание произвольного количества интерпретаций обработки изображений;
- сохранение исходных и обработанных изображений, а также сопутствующей текстовой информации в компьютерной базе данных;
- архивирование и документирование результатов контроля;
- повышение достоверности и эффективности радиационного контроля.

В радиационной дефектоскопии значительным успехом стала разработка фундаментальных понятий детерминированной и статистической оценки этих результатов. Впервые были разработаны статистические эталоны, обеспечивающие более объективную оценку качества, чем детерминированные эталоны, которыми пользуются во всем мире. При оценке качества радиационного изображения с помощью статистических эталонов оператор не знает расположения и размеров искусственных дефектов. Статистические эталоны важны для выявления индивидуальных возможностей операторов-дешифровщиков рентгенограмм.

В разные годы в ИЭС им. Е.О. Патона были созданы и внедрены: бесконтактный магнитоакустический дефектоскоп для комплексного контроля гильз цилиндров тракторных двигателей, многоцелевой магнитный дефектоскоп для сварных соединений сложной формы, дефектоскоп на основе сварочного источника, подвижные намагничивающие устройства, работающие на постоянных магнитах из редкоземельных металлов и др.

Оригинальные разработки выполнены в области вихретокового контроля, созданы манипуляторы (НК-331) и зонды для контроля теплообменных трубок парогенераторов и других объектов атомных электростанций. Для оценки герметичности разработан ряд установок и комплектов оборудования с учетом специфики для трубопроводов, резервуаров, защитных оболочек. Многие годы совершенствуются комплекты накладных вакуумных камер для листовых и угловых

конструкций. Такие вакуумные камеры (рис. 4а) производятся серийно и воспроизводятся многими производителями. Эта простая технология требует глубоких знаний происходящих при этом процессов и практического опыта.



а



б

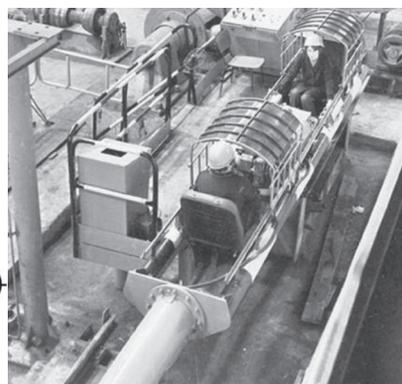


Рис. 5

Рис. 4

Большое разрешение не выявляет крупных дефектов, низкое — не выявляет мелких. Поэтому многолетний опыт позволил довести эту технологию до совершенства и автоматизировать ее основные процедуры. На рис. 4 показаны такие вакуумные установки для контроля герметичности сварных соединений труб газовых магистралей. Предложен способ регистрации течей с помощью ультразвука в вакуумных камерах, заполненных водой, разрабатывались сенсоры для контроля герметичности на использовании различных физико-химических явлений. Сварные соединения должны быть не только прочными, но и герметичными. Поэтому проблемы оценки герметичности сварных соединений ответственных изделий ядерной, космической, бытовой техники постоянно требуют конкретных технических решений. Например, на рис. 5 показана установка с двумя операторами, определяющими изнутри герметичность труб по схеме, показанной на рис. 4б.

Для контроля труб теплообменников диаметром 18 – 26 мм и других труднодоступных для визуального контроля объектов в 2007 году созданы телеэндоскопы с ПЗС-камерой высокого разрешения, установленной на конце телескопической штанги. В последние годы видеоскопы распространились во всем мире за счет высокой функциональности и эффективности в различных



Рис. 6

отраслях промышленности. Созданный в ИЭС им. Е.О. Патона эндоскоп может диагностировать трубы протяженностью до 14 м.

Создан обширный ряд технологий для измерения различных покрытий, наплавов и толщины металлов, пластика и т.п. На рис. 6 показан вихретоковый дефектоскоп. Относительно недавно найдены интересные решения регистрации слабых магнитных полей на основе магнитооптического метода их визуализации (МОВ).

Средства на основе этого метода кроме дефектов дают информацию об остаточных магнитных полях на поверхности ферромагнитных материалов. Этот метод нашел применение в криминалистике. Исследования показали, что он должен найти применение и в технике НК. Это наиболее точный метод, воспроизводящий как тонкие дефекты, так и локальные нагружения металла. На рис. 7, 8 показана принципиальная схема МОВ и сравнительные результаты с другими методами (визуальным, капиллярным, магнитопорошковым).

Магнитооптический контроль основан на визуализации топографии магнитного поля рассеивания дефектов с помощью феррит-гранатовой пленки, в которой структура магнитных доменов чувствительна к незначительным внешним магнитным полям.



Рис. 7

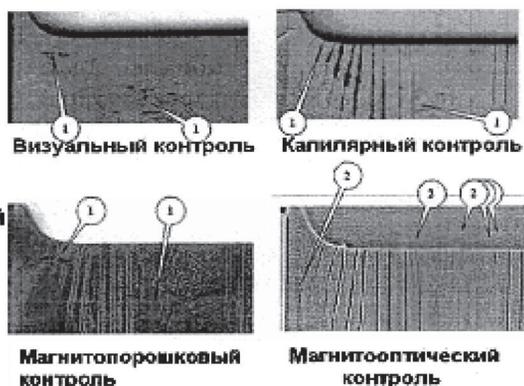


Рис. 8

Исследованы способы магнитооптического контроля проката и сварных соединений как с применением промежуточного носителя

информации (магнитной ленты), так и непосредственно с помощью магнитооптического преобразователя. Магнитооптический метод позволил выявлять мелкие дефекты, которые «не видят» другие методы. С помощью МОВ восстанавливаются, например, срезанные, запаклеванные номера автомобильных узлов, орудий и агрегатов.

Важной особенностью МОВ-метода с лазерно-оптической визуализацией магнитных полей является представление в реальных размерах как поверхностных и подповерхностных дефектов, так и локальных нагрузжений структуры металла. Из рис. 8 следует, что МОВ-метод более чувствителен, чем традиционные методы для поверхностных исследований.

Бесспорным достижением последних лет является создание портативного цифрового рентгентелевизионного оборудования (рис.9,10) на основе высокочувствительных ПЗС-матриц, флуоресцирующих CsI экранов и твердотельных миниатюрных R-преобразователей. Портативность, наличие цифровой обработки изображений, низкая стоимость дает новые возможности для выполнения НК в полевых и цеховых условиях многих объектов, которые в настоящее время не обеспечены возможностями НК, например, многочисленные газо-нефте- и гидрораспределительные трубопроводы малого диаметра, технологические трубопроводы нефтехимического производства, которые не проверяются из-за высокой стоимости пленочной радиографии, физических ограничений УЗК для тонкостенных труб большой кривизны. Внедрение в ближайшие годы таких средств портативного РТК уменьшит количество аварий в быту и на производстве. Данная система портативного РТК позволяет выполнять рентген-контроль на порядок дешевле и быстрее, чем при традиционной рентгенографии. Используя созданные рентгеноскопические преобразователи, мы продиагностировали 23 бронежилета бойцов АТО, и получили неожиданные результаты.

Следует обратить внимание на существенные изменения в возможностях радиационного неразрушающего контроля, прежде всего благодаря появлению новых многоэлементных полупроводниковых детекторов радиационных изображений, а также интенсивному внедрению цифровых технологий, обработки и анализа изображений, которые легко архивируются и передаются электронным путем. При использовании таких детекторов ионизирующее

излучение, которое прошло через контролируемый объект и несет информацию о внутренних его дефектах, с помощью электронных средств преобразуется в массив электрических сигналов, которые оцифровываются, обрабатываются и используются для формирования цифрового изображения контролируемого объекта. Цифровое изображение содержит информацию о внутренней структуре объекта и может наблюдаться непосредственно во время просвечивания, т.е. в реальном времени. Такой метод радиационного контроля без затратных материалов и без промежуточных носителей информации с получением цифрового изображения в реальном времени называется флэш-радиографией. Это фактически портативное рентгентелевидение с электронной записью информации, которое без дополнительного оцифровывания и расшифровки может быть передано заказчику, выставлено в интернете, записано на флэш-носитель данных.

Отличительной особенностью флэш-радиографии является отсутствие промежуточных носителей информации, радиографических пленок, полупроводниковых запоминающих пластин с фотостимулированной памятью. Распространенные сейчас во всем мире технологии обремененные промежуточными носителями информации требуют для подбора режима неоднократных операций экспонирования, выделение информации, обработки и дорогих технических устройств для оцифровки и считывания информации. Соответственно, отсутствие промежуточных носителей информации (пленок, п/п пластин) разрешает на порядок повысить производительность и значительно снизить стоимость контроля качества. О сравнении современных технологий получения цифровых рентгеновских изображений опубликованы статьи в России, Германии, американском журнале NDT.

На рис. 9 приведена схема технологии мгновенной (флэш) цифровой радиографии на основе флюороскопических и твердотельных детекторов. Это быстрее и дешевле способ получения цифрового рентгеновского изображения в электронном виде, который не нуждается в оборудовании для обработки и считывания и дополнительного времени на выполнение вспомогательных операций.

Беспленочная технология по схеме на рис. 9 отличается большим динамическим диапазоном, который расширяет возможности НК. Опыт анализа цифровых изображений подтвердил, что выявление мелких пор, трещин и разных включений в сварных соединениях превышает

информацию о них, которая была получена с помощью технической радиографической пленки. Особенно перспективна технология, приведенная на рис. 10 на основе твердотельных или оптоэлектронных преобразователей, где после компьютерной обработки цифровых изображений есть возможность получить чувствительность до 0,1%, и проводить изучение объекта в движении. При этом повышается выявление дефектов за счет того, что человеческий глаз лучше различает подвижные мелкие образы, чем в статике. При отсутствии промежуточных носителей информации во время просвечивания по схеме на рис. 10 есть возможность изменять направление просвечивания, т.е. присутствует томографический эффект.

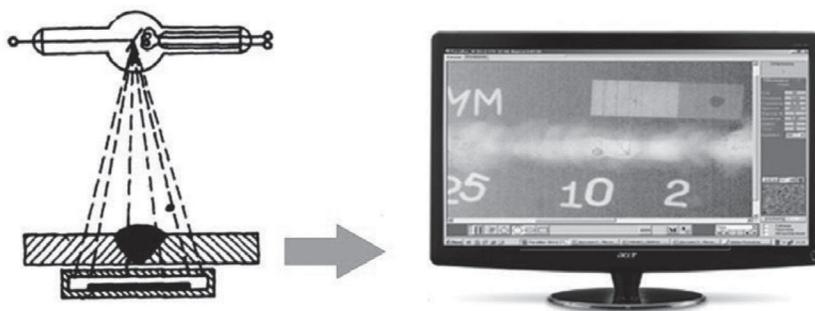


Рис. 9 Схема просвечивания объекта контроля без промежуточных носителей данных

Важным преимуществом технологии по рис. 10 является возможность в процессе просвечивания наблюдать за изменениями в изображении на экране монитора. Так определяются оптимальные режимы. Есть возможность многокурсного изучения вида внутреннего дефекта. При этом режимы просвечивания беспрерывно уточняются, в соответствии с изменением радиационной толщины.

Наиболее перспективными являются портативные, в несколько квадратных сантиметров твердотельные цифровые электронные преобразователи. Они не имеют ограничений, связанных с размерами кассет, экранов, запоминающих пластин. Мобильные преобразователи могут свободно перемещаться по поверхности объекта. Такие возможности могут быть заложены в диагностику больших таможенных объектов, которые могут быть практически неограниченных размеров. Контролировать подобные объекты с помощью промежуточных

ДЕФЕКТОСКОПИЯ XXI ВЕКА

носителей информации (пленок, запоминающих пластин) практически нереально. В случае разработанной нами X-ray mini технологии миниатюрные твердотельные преобразователи могут облегать конструкции различной формы. Изображение от отдельных небольших преобразователей сшиваются в общее изображение объекта сложной формы. Статью на эту тему в американском журнале TNT с нашего разрешения поместила на интернет портале немецкая фирма Dügt NDT, которая вскоре начала производить малогабаритные твердотельные R-преобразователи. К дискуссии на тему перспектив радиоскопического контроля подключились российские, тайваньские и американские производители пленочной радиографической техники.

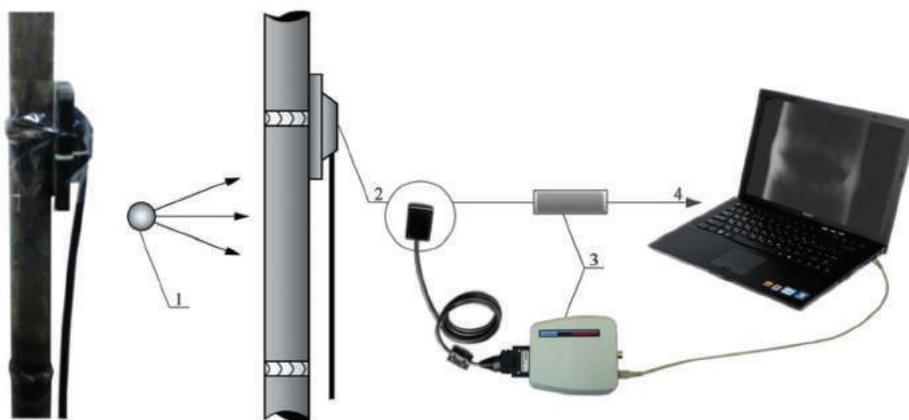


Рис. 10 Технология проведения контроля труб малого диаметра с использованием миниатюрного твердотельного преобразователя (1 – источник излучения, 2 – миниатюрный твердотельный преобразователь, 3 – блок передачи цифровых изображений, 4 – вывод изображений на монитор)

При флэш-радиографии есть параметры (анодное напряжение и катодный ток, время накопления изображения), изменяя которые можно наблюдать за изменениями изображения на экране монитора в реальном времени. Это обстоятельство существенно сокращает время и затратные материалы. Кроме того, трудно избавиться от собственных артефактов пленок, экранов, запоминающих пластин, кассет в технологиях с промежуточными носителями информации. В случае изучения изображения в реальном времени, с возможностью варьирования параметрами режима контроля артефакты детектора легко выявляются

и в дальнейшем вычитаются в цифровом изображении. Есть алгоритмы работы с электронными изображениями, которые предусматривают накопление и отнимание отдельных фрагментов в цифровом изображении.

Используя опыт астрономов, их ПЗС-камеры, мы научились делать электронные R-преобразователи и для мобильных рентгентелевизионных дефектоскопов, которые с годами будут вытеснять ультразвуковую технику благодаря лучшим дефектоскопическим возможностям. Поэтому важно пропагандировать технологические возможности производимых нами преобразователей для флэш-радиографии. Много фирм изготавливают различные сцинтиляционные панели, однако эти устройства не отвечают требованиям по чувствительности, необходимой для НК сварных соединений.

При сравнении возможностей отдельных методов радиационного контроля нужно учитывать динамический диапазон. Это толщины объекта, доступные для удовлетворительного анализа на одном изображении. Большой динамический диапазон дает важные преимущества технологиям по схеме рис. 9, 10 по сравнению с пленочной радиографией. По обыкновению большой динамический диапазон достигается за счет экспозиционной дозы, которая в пленочных системах ограничена относительной плотностью почернения 3 – 4 единицы. Дальше при высокой плотности почернения пленки перестают считываться. В случае цифровых детекторных систем (без промежуточных носителей) за счет компьютерных технологий «экспозиция», т.е. накопление информации не имеет ограничений. При этом отношение сигнал/шум (SNR) возрастает как квадратный корень дозы. Это эквивалентно времени экспозиции или количества усредненных изображений. Так достигается отношения SNR, равное нескольким тысячам и высокого качества цифровых изображений. На практике этот процесс ограничивается контрастной чувствительностью 0,1%, что отвечает SNR около 1000.

Бесспорно, будущее – за радиационным контролем без промежуточных носителей информации (запоминающих пластин, пленок и т.п.) с элементами сканирования, изменениями направления прохождения излучения через объект, над чем мы сейчас работаем.

Одним из серьезных недостатков пленочной радиографии является необходимость в мощных излучателях света (негатоскопах) для того, чтобы увидеть тонкие дефекты объекта, зафиксированные

ДЕФЕКТОСКОПИЯ XXI ВЕКА

рентгеновской пленкой. Причем, чем темнее снимок, тем больше он содержит информации о тонких дефектах. При относительной плотности почернения больше 4 единиц снимки становятся практически нечитабельными, а их оцифровывание проблематичным. Этого недостатка лишены современные бес пленочные технологии, которые, кроме того, представляют результат радиационного контроля в электронном виде без специальных оцифровывающих комплексов.

Электронная цифровая информация содержит наглядные радиационные изображения внутренних дефектов, расширяет возможности дефектоскопии, уменьшает скорость и стоимость контроля. При этом обеспечивается повышение как точности контроля, так и его продуктивности. Особенно эффективна флэш-радиография на основе миниатюрных твердотельных преобразователей. Появляется возможность рассмотрения внутренних дефектов узлов и агрегатов в разных ракурсах, что недоступно другим методам НК.

При этом может быть достигнута недоступная другим способам чувствительность до 0,1% толщины просвечиваемого металла при разрешении, превышающем 10 пар линий на мм. Причем эта технология совместима с пленочной радиографией, т.е. выполняется с помощью того же оборудования.

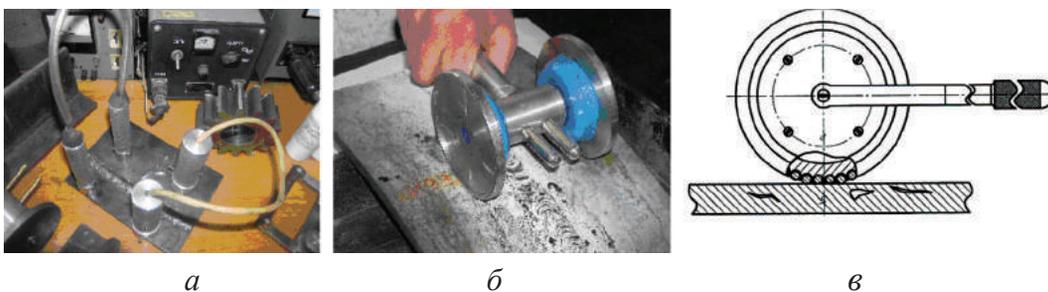


Рис. 11

Использование сканирующих устройств на основе малогабаритных твердотельных R-преобразователей открывает новые технологические возможности.

Практика НК металлоконструкций железнодорожного транспорта (тележки, сцепные детали, балки и т.п.) показала, что они очень эффективно проверяются магнитопорошковым методом. Локальные подвижные намагничивающие устройства (НУ) намного полезнее, чем намагничивание всей массы геометрически сложной детали. Практически для всех литых деталей подвижного железнодорожного

состава сейчас разработаны и получили широкое распространение разработанные в ИЭС им. Е.О. Патона подвижные намагничивающие устройства на постоянных магнитах (рис.11). Они существенно потеснили электромагниты, поскольку при этом на порядок уменьшились масса и стоимость оборудования НК, повысилась производительность контроля и возможность сканирования, т.е. поиска дефектов. На этой основе в ИЭС разработана серия подвижных намагничивающих устройств, которые повышают производительность МПК протяженных сварных соединений и обеспечивают выявление дефектов разной ориентации. ИЭС им. Е.О. Патона имеет приоритет в этом направлении. Эти наши разработки воспроизводят другие фирмы.

На рис.12 показаны эпизоды деятельности сотрудников ИЭС им. Е.О. Патона по неразрушающему контролю различных объектов. Это мостовые перекрытия (рис.12а), в которых обнаружены большие расслоения, элементы тяжелого оборудования (рис.12,б,в), работающего под большим давлением, различные трубопроводы (рис. 12, г–з), узлы компрессорных станций, различные металлоконструкции. В Украине практически нет ни одного значительного сооружения, где бы в той или иной мере не был бы использован потенциал ИЭС им. Е.О. Патона.



Рис. 12

В работах нашего отдела для поиска внутренних дефектов широко используется ультразвуковой (УЗ) контроль. Он более информативен для выявления плоскостных, трещиноподобных дефектов. Поэтому разработка новых и совершенствование существующих технологий УЗК – является одной из основных задач дефектоскопии. За последние десятилетия много сил потрачено на внедрение УЗ-технологий для реализации ультразвуковых волн дифракции (метод TOFD). Это метод точного определения расположения и размеров остроконечных внутренних дефектов. Метод TOFD мы привезли из Кембриджа вместе с прибором ZIP-scan, позже мы этот метод осваивали в Копенгагене, откуда привезли еще более серьезный дефектоскоп P-scan. На рис. 13 поясняется принцип метода TOFD, который состоит в следующем. Два ультразвуковых преобразователя (излучатель и приемник) располагаются навстречу один другому. Излучатель возбуждает продольную волну в широком угловом диапазоне. УЗ-волны на приемник попадают в следующей последовательности: головная волна, волна, дифрагированная на верхней кромке трещины, волна, дифрагированная на нижней кромке, волна, отраженная от донной поверхности.

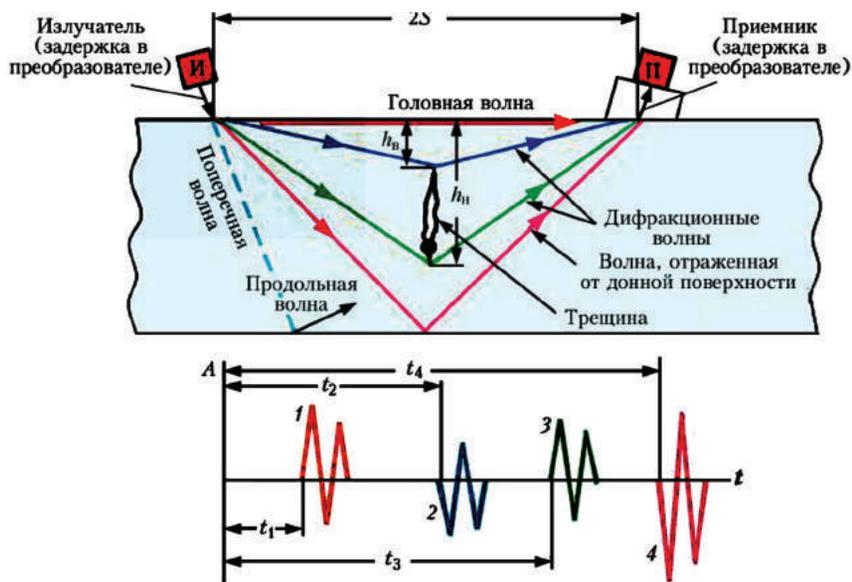


Рис. 13

Преимущество этого метода заключается в том, что дифрагированная на кромке трещины волна излучается в широком угловом диапазоне и поэтому положение приемника по отношению к трещине не является таким критичным как для традиционных методов УЗК. Вторым

преимуществом этого метода является не амплитудный, а временной способ оценки размеров и расположения внутренних дефектов.

Одним из недостатков традиционного УЗК, выполняемого с помощью вибрации пьезопластин, является необходимость в промежуточной контактной среде между излучателем УЗ-колебаний и объектом контроля. Обычно это жидкая среда (вода, масло, гель и т.п.). Часто проблемы в контактной среде (пузырьки, плохое смачивание и т.п.) индицируются при ультразвуковом контроле как дефект. Особенно это часто встречается при быстродействующем автоматизированном УЗК. Проблем контактной среды нет при электромагнитоакустическом (ЭМА) возбуждении УЗ колебаний.

Все автоматические УЗК установки (АУЗК) в качестве контактной среды используют воду. Немецкие, американские АУЗК расходуют громадное количество воды. Нам удалось максимально минимизировать расход воды за счет изобретения гофрированного стакана, в котором находится пьезопреобразователь. Это наше изобретение сейчас применяется в большинстве современных установок АУЗК ведущих производителей этого оборудования.

В отличие от пьезотехнологии, ЭМА возбуждение УЗ-колебаний производится с помощью силы Лоренца:

$$F = \frac{J(z,t) \times B_y}{n}$$

возникающей внутри металла.

Здесь: n – плотность электронов, B_y – индукция, $IW(t)$ – ампервитки катушки возбуждения W , $J(z,t)$ – ток, наведенный в контролируемой среде (рис. 14).

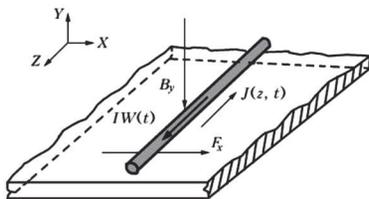


Рис. 14

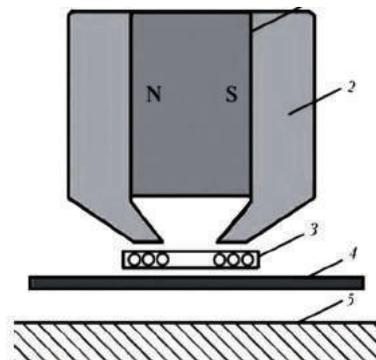


Рис. 15

В восьмидесятых годах над созданием технологий и оборудования для неразрушающего контроля многослойных обечаек, для которых было недопустимо применение контактных жидкостей, встал вопрос ввода в металл ультразвуковых колебаний бесконтактно, без механических колебаний преобразователя. Пришлось отказаться от пьезопластин и разработать электромагнитный метод ввода в металл ультразвуковых колебаний. Эту работу ИЭС им. Е.О. Патона выполнял совместно с Всесоюзным институтом неразрушающего контроля (ВНИИНК). На рис. 14 показан ЭМА-принцип, а на рис. 15 – схема электромагнитоакустического (ЭМА) преобразователя, который состоит из: магнита (1), концентраторов магнитного поля (2), катушки возбуждения (3), протектора (4), воздушного зазора (5). Сейчас ЭМА технологии широко применяются не только при АУЗК.

Кроме вышесказанного, ЭМА-метод возбуждения позволяет при УЗК сварных швов:

- создавать УЗ-колебания SH-поляризации, исключая влияние на результаты УЗК краев валика усиления и провисания металла шва;
- производить УЗК соединений металлоконструкций из тонкого металла частотой до 1,5 МГц, которые с помощью пьезопреобразователей не могут быть проконтролированы;
- уменьшить требования к качеству зачистки поверхности контролируемого изделия от остатков изоляции, брызг и т.п., т.к. они не оказывают влияния на результаты контроля методом ЭМА;
- выполнять УЗК при высоких и низких температурах поверхности;
- производить УЗК при наличии зазора между преобразователем и объектом контроля.

На рис. 16 изображено два ЭМА-преобразователя на поверхности трубы и дефектограмма, показывающая наличие в трубе дефектов. В ИЭС им. Е.О. Патона было разработано несколько проектов по реализации магнитоакустического контроля. Этот метод получил распространение для УЗК объектов с высокой температурой поверхности и используется при больших скоростях контроля. Созданное нами оборудование на основе ЭМА-метода было поставлено на Выксунский металлургический завод.

Важной особенностью цифровых методов обработки УЗ-информации явились возможности визуализации рельефа обратной стороны (недоступной для контакта) металлоконструкции. На рис. 17 показаны три направления (теневое, с торца и со стороны) представления

информации после обработки всех сигналов УЗ, отражающихся от объекта. Так получают изображение внутренних дефектов в трех (рис. 18) ракурсах, устанавливается рельеф коррозионного поражения внутренней недоступной стороны объекта. Например, вид дефекта с трех сторон, в трех координатах. По характеру расположения отраженных сигналов устанавливают наличие расслоения (рис. 19) и др. дефекты.

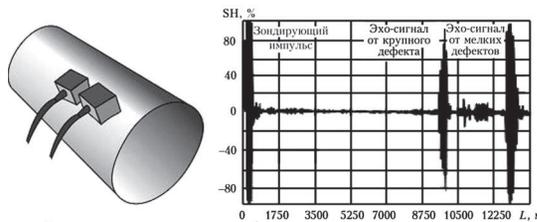


Рис. 16.

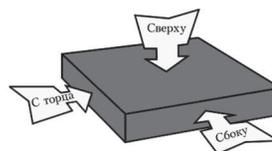


Рис. 17

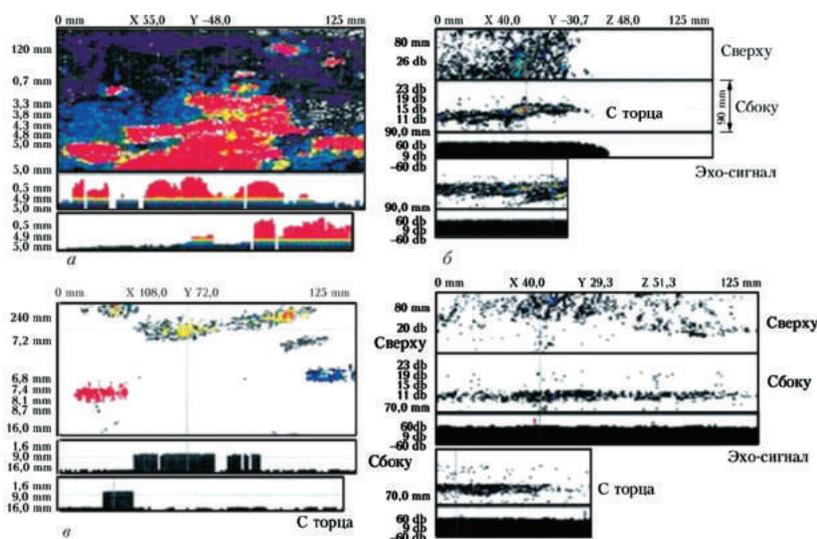


Рис. 18

Начиная с шестидесятых годов, в период начала создания цехов по производству труб высокого давления для магистральных газопроводов создано большое количество установок для АУЗК Харцызского, Выксунского, Челябинского и др. трубопрокатных заводов. На рис. 20 показана принципиальная конструктивная схема одной из таких АУЗК установок (У-664), разработанной для Харцызского трубного завода, и изображение (б) дефектных зон в трех ракурсах, указанных на рис. 17. От уровня ответственности объекта зависят объемы, последовательность и повторяемость процедур НК (рис. 22). Ответственные металлоконструкции типа труб магистральных

ДЕФЕКТОСКОПИЯ XXI ВЕКА

газопроводов на заводах-изготовителях проходят цикл НК-испытаний дважды: до и после экспандирования и гидроиспытаний по схеме, показанной на рис. 22. Здесь указано десять участков для разных видов НК. В спорных случаях решения принимаются по результатам ручного НК.

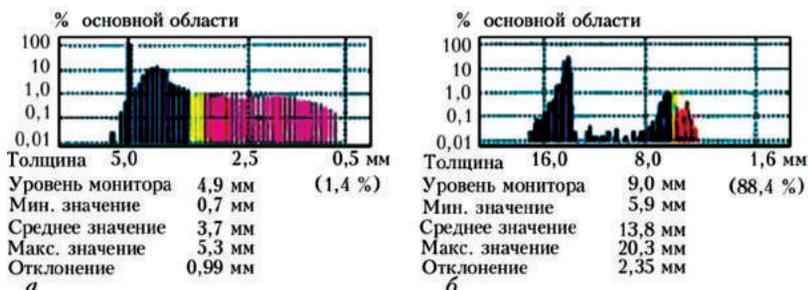


Рис. 19. Распределение УЗ сигналов, отраженных от сплошного (а) металла и металла с расслоением (б)

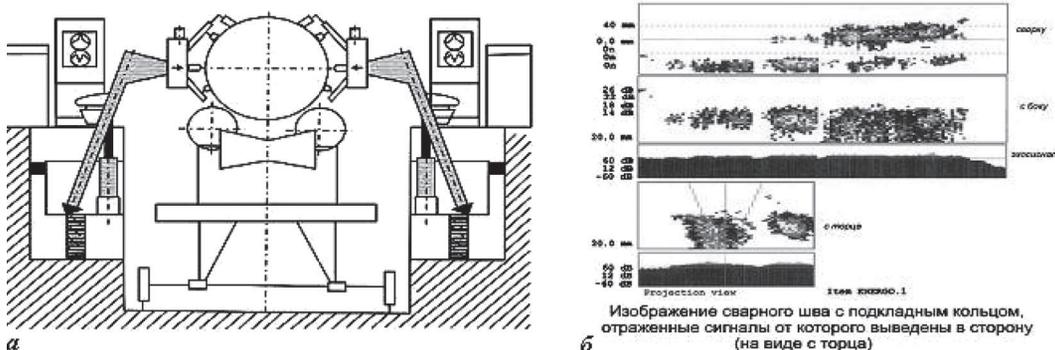


Рис. 20

На рис. 21 приведены две фотографии посещения академиком Б.Е. Патном отдела № 4 ИЭС (справа от него В.А. Троицкий, а слева – Л.М. Лобанов и рук. группы И.Я. Шевченко). Все работы по АУЗК в производстве труб велись под руководством Б.Е. Патона.

В разные годы за работы в области дефектоскопии группе ученых, включая В.А.Троицкого, присуждены премии КМ СССР и Госпремия Украины.

Работы по АУЗК находятся постоянно в нашем поле зрения, идет непрерывный процесс совершенствования системы НК, взаимодействия методов и внедрения новых решений. Как показывает анализ аварий на газотранспортных системах, первопричиной

*Рис. 21*

разрушений преимущественно являются монтажные, а не продольные заводские сварные швы. Налажен постоянный анализ весовых соотношений типов дефектов различного вида и их размеров при изготовлении труб, т.е. оценка текущего уровня их дефектности. Так оценивают динамику управления качеством, определяют правомерность использования выбранных технологических решений сварки. Таким образом, происходит поддержание высокого качества сварки труб на основе анализа результатов НК (табл. 1, 2).

В табл. 1 приведено количественное соотношение в процентах труб с различными дефектами, а также количество образующихся в трубах дефектов определенного вида на сдаточном и технологическом участках неразрушающего контроля трубного завода. Данные взяты из годовой программы около 200.000 шт. газовых труб ХТЗ.

Анализ количественного соотношения дефектов различного вида в сварных соединениях труб большого диаметра показывает, что более 80% дефектов – объемные. Это поры и шлаковые включения. Относительное количество наиболее опасных плоскостных дефектов (непроваров и трещин) составляет ~ 10 %. Плоскостные дефекты увеличивают свое раскрытие после экспандирования и гидроиспытаний, так как в процессе этих процедур растягивающие усилия достигают 0,9 предела текучести. Поэтому трубы для газопроводов после экспандирования и гидроиспытаний проходят повторный полный цикл неразрушающего контроля. Причем на сдаточном УЗК поперечных трещин обнаруживается в 2 – 10 раз больше, то есть, трещины после экспандирования раскрываются сильнее непроваров.

ДЕФЕКТОСКОПИЯ XXI ВЕКА

Для того, чтобы внедрить такой большой объем разных методов и средств НК потребовались многие годы и изнурительные доказательства важности расширения системы НК, насыщения ее разными методами.

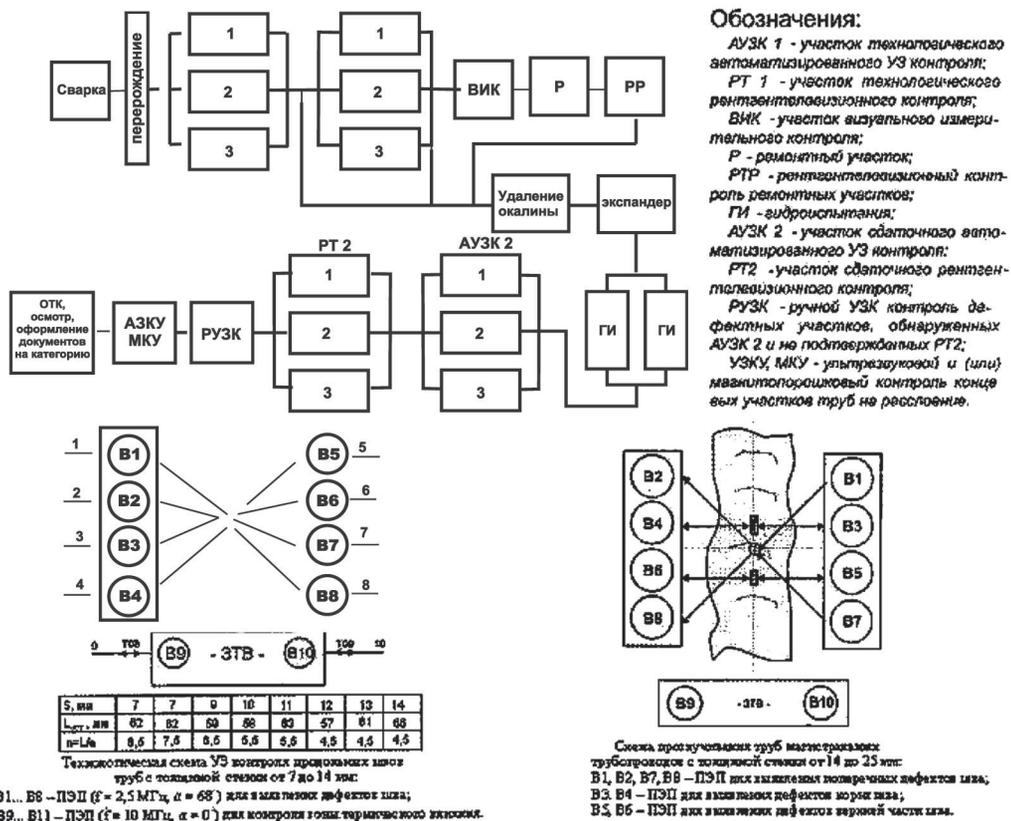


Рис. 22

Таблица 1

Вид дефекта	Количество труб с дефектами, %	Количество дефектов определенного вида, %
Непровар	до 2,0	до 10,0
Поры + шлаки	до 1,5	до 4,0
Поры	до 13,0	до 50,0
Шлаки	до 4,0	до 18,0
Трещины продольные	до 0,1	до 0,5
Трещины поперечные	до 0,1	до 0,5
Прожоги	до 0,1	до 0,5
Другие дефекты	до 4,0	до 16,0

Технология НК в отдельных случаях предполагает исследования дефектов так же с помощью ручного УЗК, пленочной радиографии и металлографии, магнитопорошкового, вихретокового (по желанию заказчика). Ручным УЗК подтверждается 86 % дефектов, из которых недопустимых приблизительно 28 %.

Результаты основных средств АУЗК и РТК зависят от многих обстоятельств. В табл. 2 приведены количественные соотношения дефектов в трубах из сталей марок X-70, 09Г2ФБ, 10Г2ФБ, полученные при близких технологических процессах. Из табл. 2 видно, что больше всего труб (до 40 %) забраковано при АУЗК труб из стали марки 10Г2ФБ. В то же время после РТК отправлено на ремонт всего 16,7 % труб. АУЗК фиксирует, что большое число дефектов связано с плохим качеством металла исходного листа, наличием на кромках расслоений и раскатанных строчечных включений. Поэтому важен строгий входной НК.

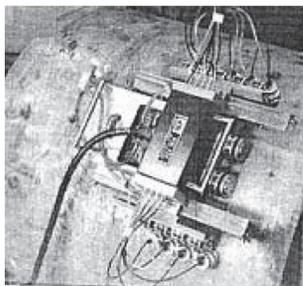


Рис. 23

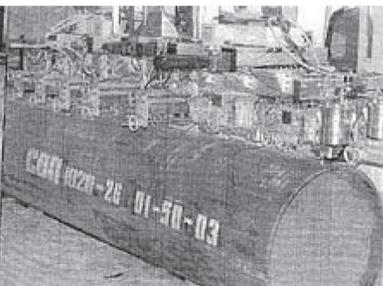


Рис. 24

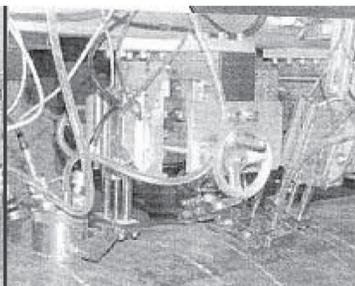


Рис. 25

ДЕФЕКТОСКОПИЯ XXI ВЕКА

Таблица 2

Результаты неразрушающего контроля	Технологический участок НК. Марка стали			Сдаточный участок НК. Марка стали		
	X-70	09Г2ФБ	10Г2ФБ	X-70	09Г2ФБ	10Г2ФБ
Проконтролировано труб АУЗК, шт.	8594	5485	2900	8784	5095	2583
Труб, забракованных АУЗК, %	19,4	16,2	40,0	20,0	11,7	21,1
Проконтролировано труб РТК, шт.	3048	1164	1318	3170	775	779
Отправлено на ремонт по РТК	23,6	33,7	16,7	4,8	5,4	1,8
В том числе труб по видам дефектов, %						
Непровар	0,8	1,2	0,5	0,2	0,2	-
Непровар на конце трубы	0,3	0,6	0,5	0,06	0,2	-
Поры + шлаки	0,7	1,5	0,7	0,09	-	0,1
Поры	15,4	21,6	9,3	3,8	4,3	1,0
Шлаки	2,6	2,7	3,0	0,3	0,4	0,3
Трещины поперечные	0,2	0,2	0,08	0,09	0,1	0,3
Трещины продольные	0,07	-	-	0,2	0,2	0,1
Прожоги	0,2	0,2	0,2	0,06	-	-
Другие дефекты	3,3	5,6	2,6	-	-	-

На рис. 23 – 25 показаны фрагменты промышленных установок АУЗК, внедренных нами на разных заводах.

Вскоре после событий ЧАЭС прошло ряд европейских программ по изучению и преодолению последствий этой аварии. Сотрудники отдела № 4 ИЭС им. Е.О. Патона принимали активное участие в их выполнении, помогали восстанавливать и запускать в 1986 г. третий реактор на ЧАЭС, симметричный взорвавшемуся четвертому, контролировали качество сооружаемых трубопроводов и других металлоконструкций в зоне ЧАЭС, изготавливали дозиметры, выполняли дозиметрию продуктов в прилегающих к ЧАЭС районах. Одной из программ ЕС, связанной с трагедией ЧАЭС, было внедрение европейских правил и средств неразрушающего контроля ответственных металлоконструкций на основе датской системы Р-scan (рис. 26), внедрение которой в Украине сыграло важную роль в развитии

цифровых компьютеризированных систем в Советском Союзе. Со временем появились подобные отечественные системы. На рис. 26 показаны фрагменты системы Р-scan, используемой в ИЭС им. Е.О. Патона с 1988 года, и процесс ее изучения болгарским специалистом, выполняющим межгосударственную программу развития технологий НК для АЭС.

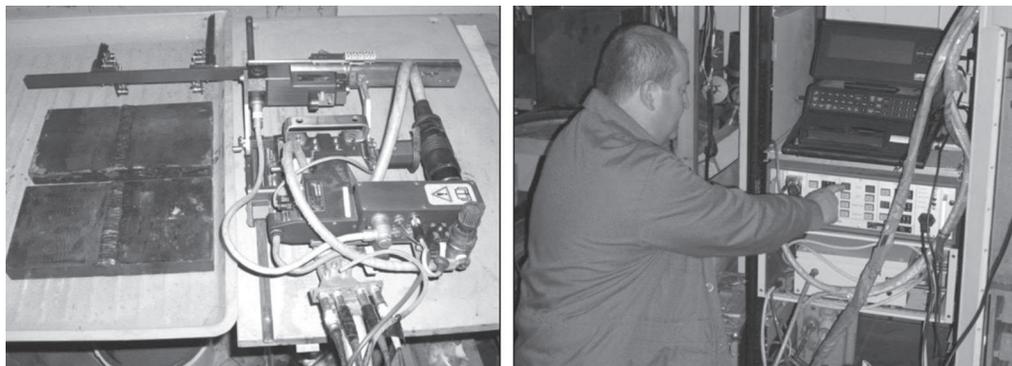


Рис. 26

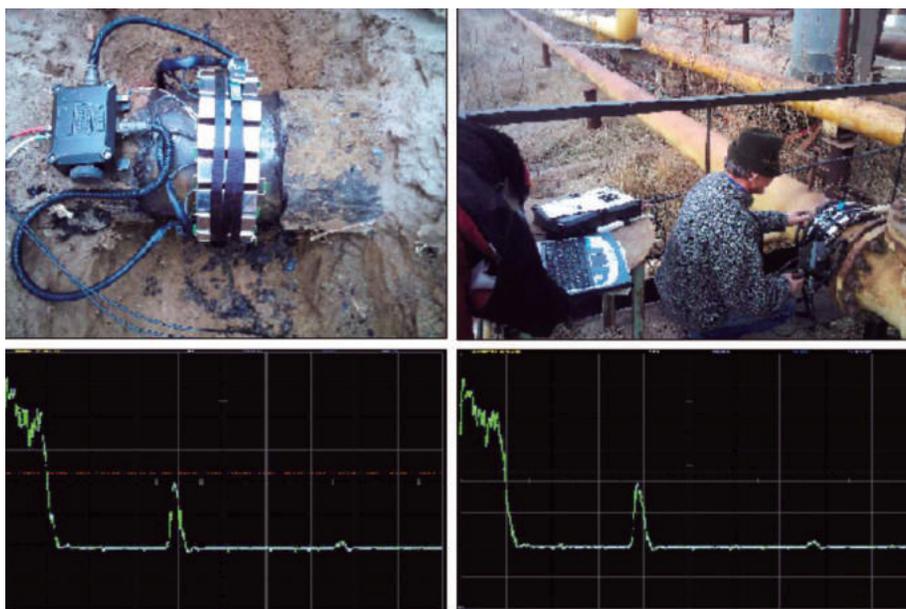


Рис. 27

Одним из важнейших достижений ИЭС являются работы по изучению возможностей низкочастотного (НЧ) дальнедействующего УЗК, позволяющего изучать длиномерные конструкции без сканирования их поверхности. На рис. 27 показано как располагается на тепломагистрали НЧ УЗ-антенна, позволяющая производить УЗК трубопровода без сканирования его поверхности.

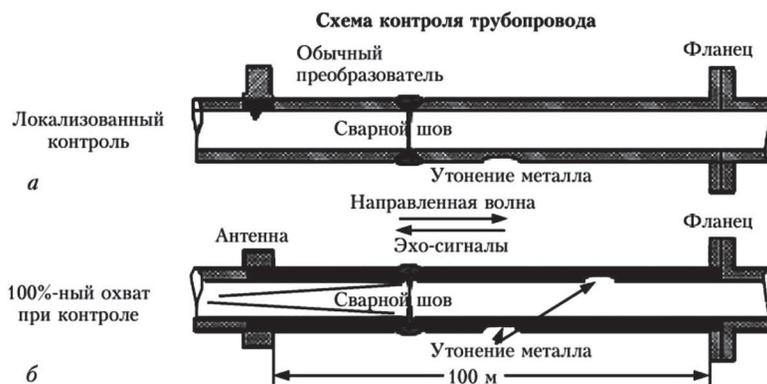
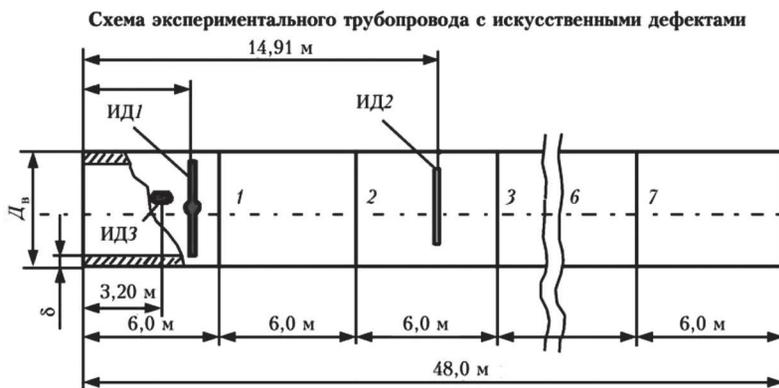
ДЕФЕКТОСКОПИЯ XXI ВЕКА

Низкочастотная ультразвуковая система для определения коррозионного износа и других крупных повреждений трубопроводов позволяет выполнять оценку технического состояния всего объекта в обе стороны от места расположения антенны. В основу действия системы положен принцип анализа отраженных низкочастотных направленных волн, способных распространяться на большие расстояния. При этом обнаруживаются коррозионные поражения и другие дефекты потери металла, глубина которых не менее 10 % от толщины стенки трубы на расстоянии до 100 м.

На рис. 28 показана схема экспериментального трубопровода протяженностью 48 м с искусственными дефектами, экспериментальная установка и дефектограмма трубопровода, состоящая из 6 труб. Начало этого перспективного научного направления в дефектоскопии было положено в 2004 году. Позже с этими разработками сотрудники ИЭС приняли участие в выполнении программы европейского проекта LRUT, в котором приняли участие ученые из 11 стран Европы. На рис. 28 е показано разработанное оборудование, установленное на трубах. Длина трубы 48 м, ее диаметр 114 мм; толщина стенки $\delta = 6$ мм. На рис. 28 приняты следующие обозначения: 1 – 7 – сварные швы; ИД1, ИД2, ИД3 – искусственные дефекты; ПД1 – прорезь со сквозным отверстием, ширина прорези – 2,5 мм, глубина – 2,5 мм, длина – $0,5L$, где L – длина окружности трубы, диаметр отверстия – 10 мм; ПД2 – прорезь шириной 2,5 мм, глубиной 2,5 мм, длиной $0,3L$; ПД3 – коррозионное поражение длиной 0,18 м, шириной 0,1 м. На дефектограмме видны все монтажные кольцевые соединения (разные по качеству), все искусственные упомянутые выше дефекты.

Прошла эйфория об универсальности НЧ УЗК. Сейчас нужна, мы точно знаем, нормативно-правовая основа для применения этого метода в Украине.

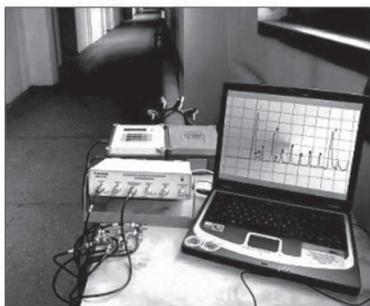
Уже четко определены ограничения применения этого метода и зоны ее наиболее эффективного использования. Есть принципиальные отличия от обычной ультразвуковой дефектоскопии. Этот метод не позволяет напрямую определять локальные изменения толщин стенок и внутренние неоднородности контролируемого объекта по времени прохождения отраженного сигнала. Изменения толщин стенок здесь определяются не временем, а характером отраженного сигнала (его амплитудой, формой), а время появления отраженного сигнала соответствует расстоянию от антенны до дефектного участка.



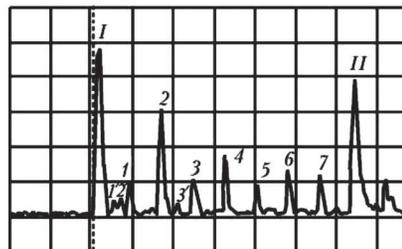
Методика проведения контроля длинноволновым УЗК

1. Установка антенны датчиков на трубопровод
2. Направленное прозвучивание трубопровода с одной точки
3. Выдача диаграммы контроля и предварительных результатов с указанием дефектов

Рабочее место оператора УЗ-контроля



Излучения с конца трубы, крутильная волна



I – начальный (зондирующий) сигнал
II – эхо-сигнал от торца трубы
 1 – 7 – эхо-сигналы от сварных соединений

1', 2', 3' – эхо-сигналы от искусственных дефектов ИДЗ, ИД1, ИД2 соответственно

Рис. 28

НЧ УЗК особенно важен для труднодоступных участков:

- пересечения трубопроводами дорог; прохождения их под взлётными полосами, через сооружения;

ДЕФЕКТОСКОПИЯ XXI ВЕКА

- однотипность монтажных кольцевых швов секции труб, которых может быть несколько десятков;
- контроль опор с зонами коррозионного поражения;
- обнаружения коррозии под изоляцией и т.д., и т.п.

Сравнительные результаты измерения координат искусственных дефектов на трубопроводе (рис. 28) протяженностью 48 м и сварных соединений получены с помощью низкочастотного ультразвукового контроля по представленной осциллограмме на рис. 28 приведены в табл. 3. Расстояние до сварных швов и дефектов вычислялось по формуле $t = \frac{2D}{v}$, где t – время прохождения отраженного эхо-сигнала на осциллограмме, v – скорость распространения НЧ-ультразвука для торсионных волн.

Таблица 3

	Д1	I	II	Д2	III	IV	V	VI	VII	Торец
Расчетн. (по УЗК), м	4,15	6,05	12,12	14,97	18,35	24,48	30,78	36,59	42,88	48,68
Измерен. рулеткой, м	4,25	6,04	12,09	15,25	18,34	24,45	30,56	36,62	42,69	48,69

Как видно из табл. 3, точность измерения расстояний вдоль оси трубы для такого интегрального метода достаточно высокая.

Экспериментальные обследования открытых участков газопровода Красноперекопского бромзавода (рис. 29), труба \varnothing 330 мм, толщина стенки 8 мм, показали потенциальные возможности использования этого метода для обследования участков трубопроводов на расстоянии до 150 м от установленной антенны. Там же проводились обследования подземного участка газопровода, покрытого усиленной противокоррозионной бризольной изоляцией толщиной 9 мм (рис. 30). В этом случае акустические волны практически сразу же затухали.

Интегральные исследования по определению возможности выявления коррозионных поражений длинноволновым НЧ УЗ-методом проводились на складе-полигоне труб ТЭЦ в г. Вишневое. Исследования проводились с использованием достаточно большого количества новых и бывших в употреблении труб с различными видами защитной изоляции.

Было экспериментально подтверждено, что для битумных покрытий дальность акустического контроля трубопроводов не превышает 1 – 3 м и достаточно хорошо упругие волны проходят по трубам с теплоизоляцией, например подобной пенопласту и гидроизоляции. Данная технология (НЧ УЗК) должна найти широкое применение на

вновь строящихся газо-, нефтепроводах с большим числом монтажных кольцевых швов, каждый из которых имеет свой акустический портрет.

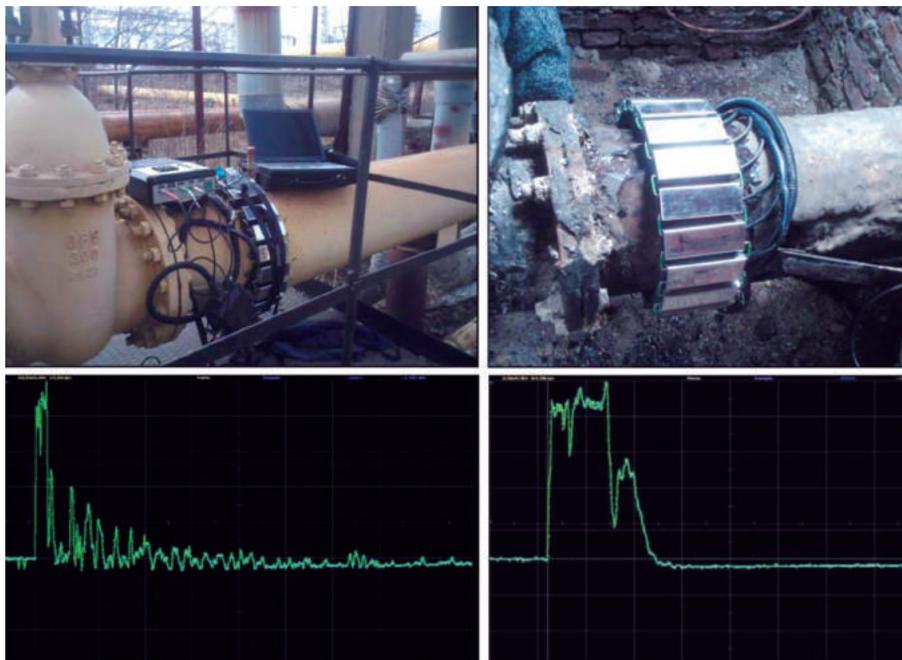


Рис. 29

Рис. 30

Развитие полупроводниковой техники, цифровых методов обработки изображений стимулировало интенсивное совершенствование и широкое применение на практике термографии. Тепловой метод НК (термические краски, тепловизионное оборудование, полупроводниковые элементы и др. атрибуты) в ИЭС им. Е.О. Патона использовались достаточно давно. На рис. 31 показаны результаты термографического обследования резервуаров, трубопроводных магистралей, промышленных и гражданских зданий, градирен и металлургических объектов, выполненные на разных объектах. Это дистанционный и очень эффективный метод НК.

Несмотря на то, что в настоящее время появилось много техники для термографических исследований, пока нет средств для дистанционных измерений обнаруженных площадей зон потери тепла, глубины поражения. Поэтому нами созданы лазерно-термографические измерительные системы, позволяющие определять дистанционно координаты и геометрические параметры дефектов потенциально опасных потерь тепла. В результате проведенных исследований было разработано измерительное лазерно-термографическое устройство и

ДЕФЕКТОСКОПИЯ XXI ВЕКА

соответствующее ему программное обеспечение, которое позволяет решить проблему определения координат и геометрических размеров дефектов, обнаруженных при термографии.

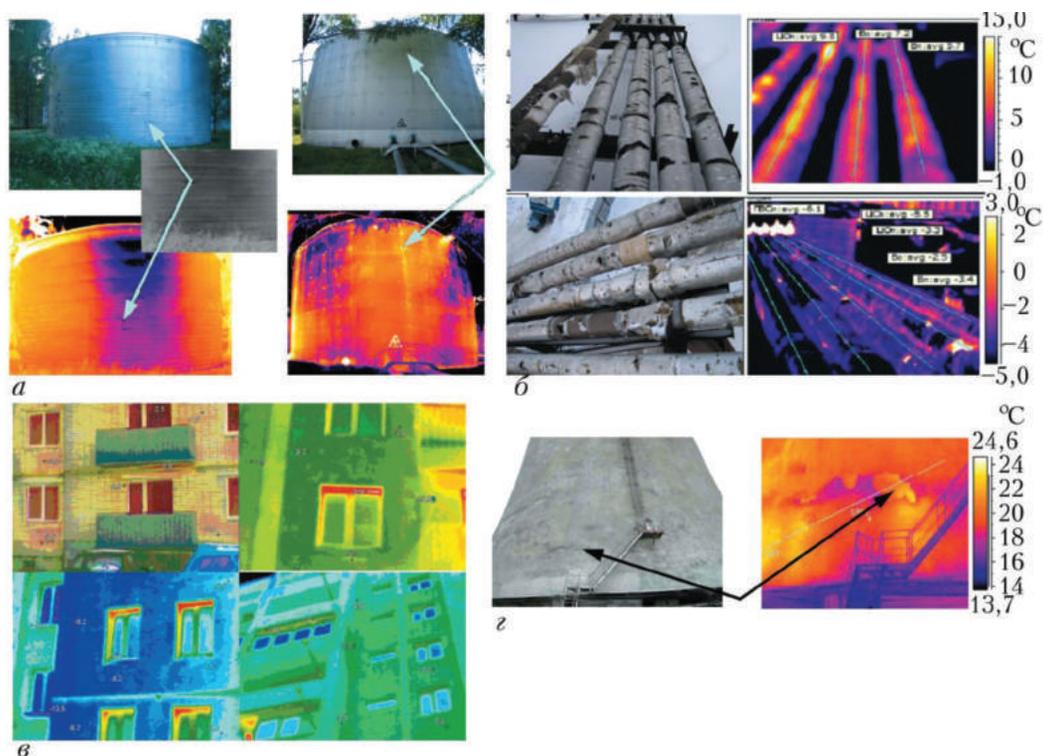


Рис. 31 Термографическое обследование резервуаров (а), трубопроводных магистралей (б), промышленных и гражданских зданий (в), градирен (г) (стрелками обозначены участки с возможными дефектами)

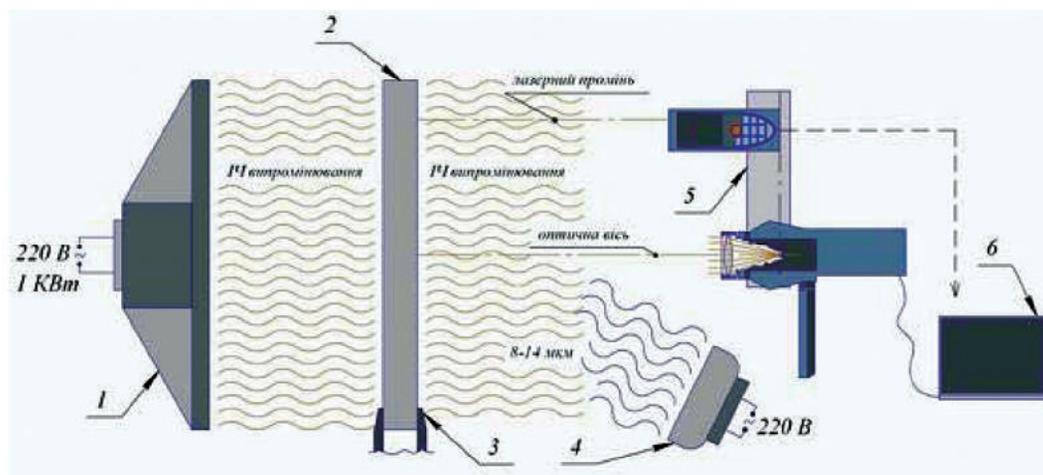


Рис. 32

На рис. 32 представлено схематическое изображение экспериментальной установки для проведения лазерно-тепловизионной дефектometрии, которая состоит из инфракрасного нагревательного устройства 1 мощностью 1 кВт; пластины с искусственными дефектами; источника холодного воздуха 4; лазерно-термографического устройства 5; персонального компьютера 6.

Определение геометрических параметров дефектов осуществляется с помощью соответствующей программы. На рис. 33 представлено общее изображение программного интерфейса с построенными 2D и 3D координатными сетками дефекта, а также расчетными плоскостными параметрами дефекта. Данное программное обеспечение позволяет рассчитать площадь дефекта, который обнаруживается при помощи тепловизионной камеры, построения графического изображения обнаруженного дефекта, а также обеспечивает возможность построения объемной картины дефекта.

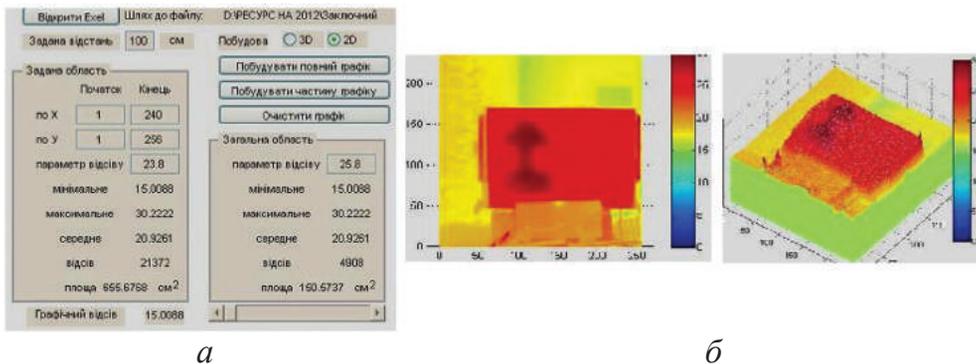


Рис. 33

На рис. 33б представлено объемное изображение дефекта, где имеется третья координата с условной размерностью. Это дает возможность по теплопроводности материала объекта определять реальную размерность этой координаты, и как следствие, определять объемные параметры дефекта, а также глубину его залегания. Дефектometрия при термографии – новое важное научное направление в дефектоскопии, которое нами развивается.

Известно, что для подземных магистральных трубопроводов применяют много разных видов диагностики, наиболее распространенными которых являются:

- магнитная и акустическая внутритрубная;
- ультразвуковая низкочастотная;

ДЕФЕКТОСКОПИЯ XXI ВЕКА

- электрометрическая;
- коэрцитивно-метрическая;
- акустоэмиссионная;
- магнитометрическая;
- термографическая;
- визуально-оптическая.

Все эти 8 типов испытаний дают свою покилометровую информацию о состоянии подземного трубопровода, которая воспринимается ремонтниками только после подтверждения ее раскапыванием и ручными средствами дефектоскопии.

Одной из самых дорогих процедур является диагностика с помощью внутритрубных дефектоскопов. Сейчас эта очень ответственная работа часто заканчивается скандалами между дефектоскопистами и Заказчиками из-за неточностей установления соответствия вскрытой обезличенной трубы и тем, что хотели раскопать. Часто неправильно вскрытая труба так же с дефектами, как и та, которую отметил внутритрубный дефектоскоп. Тогда ремонтируют какие-то дефекты, но не те, которые надо было бы ремонтировать. Скандал возникает после аварии, т.к. худшая дефектная труба этой зоны со временем объявится. Может быть иная ситуация. Когда раскопали трубу без дефектов и ремонтировать нечего. Тогда Заказчик и исполнитель диагностики не могут разойтись, т.к. Заказчик сомневается в качестве контроля. Таких ситуаций можно избежать, если нумеровать, кодировать каждую или почти каждую трубу. Каждая труба должна иметь свой номер, видный на дефектограмме.

Мы предложили способы сплошной разметки труб магистральных трубопроводов, провели сравнение кодов разного исполнения. Проанализированы информационные возможности различных систем кодирования с учетом специфики магистральных трубопроводов.

Особенно важно кодирование труб в сложных средах (пересеченная, горная местность, морское дно, заболоченные, трудно проходимые места и т.п.), где работы по шурфованию и раскопам, подъему трубопровода затруднены, а ошибки в определении зон раскопов очень дорого обходятся.

Неоднородности, утонения и другие отклонения от нормы, обнаруженные на дефектограмме внутритрубного дефектоскопа, должны быть найдены на трассе, изучены и устранены на конкретной трубе. Все трубы имеют индивидуальные особенности, разное количество допустимых при изготовлении и приобретенных в процессе эксплуатации дефектов.

Найти нужную трубу среди большого количества обезличенных труб не просто. Поэтому разработано много хитроумных технологий для установления соответствия портрета разыскиваемой трубы. Они основаны на использовании магнитных маркеров, GPS навигаторов, маркерных труб. Должно быть как-то установлено место расположения нужной трубы. Подняли трубу, освободили ее от изоляции, теперь надо по косвенным признакам, различимым на дефектограмме, добиться уверенности, что это она. Тогда в ход идут различные признаки, например, какое расположение продольных смежных швов. Плохо, если все швы разнесены на одинаковое расстояние и т.д. Поэтому для верности часто раскапывают справа и слева еще несколько труб. Этого можно избежать, если каждая или почти каждая труба будет иметь свой код (номер).

Большой интерес у специалистов, занимающихся технической диагностикой магистральных нефте- и газопроводов вызвали наши патенты и публикации по кодированию и переходу от по-километровой к по-трубной диагностике. На эту тему прошли публикации в ведущих специализированных журналах: «Монтажные и специальные работы», «Территория NDT», «Техническая диагностика и неразрушающий контроль», журнал издания Ивано-Франковского университета нефти и газа, польских и болгарских журналов. Нами получены соответствующие патенты. С введением кодовых обозначений каждая труба, эксплуатируемая под землей, в условиях недоступности и разнообразного нагружения, должна иметь свою персональную летопись раскопов, ремонтов, диагностик разными физическими методами.

Все трубы при их изготовлении индивидуальны хотя бы по характеру и количеству допустимых и приобретенных в период монтажа и их эксплуатации. Только точный учет технического состояния труб, т.е. при кодировании можно поднять надежность и продолжительность эксплуатации магистральных трубопроводов.

Все металлоконструкции, находящиеся в длительной эксплуатации, нуждаются в периодическом точном, документируемом визуально-измерительном контроле (ВИК). Развитие оптической, лазерной, светодиодной, компьютерной техники позволяет существенно поднять уровень точности и объективности получения информации о внешних дефектах и опасных зонах с повышенными локальными напряжениями. Чем точнее ВИК и чем чаще он выполняется, тем меньше вероятность неожиданных разрушений старых протяжных металлоконструкций

ДЕФЕКТОСКОПИЯ XXI ВЕКА

сложной геометрии, тем успешнее будут применены методы неразрушающего контроля (НК), следующие за ВИК.

В США, Японии и Украине высоко оценили возможности наших подвижных сканирующих намагничивающих устройств, позволяющих с большой скоростью выполнять магнитный контроль, находить поверхностные и подповерхностные трещины, скопления пор и т.п. Эти НУ сейчас применяются для контроля хребтовых балок пассажирских вагонов (Украина), ферм подъемных кранов (США). Высокая маневренность и устойчивость этих НУ показала их эффективность при изготовлении арматуры, отводов для магистральных трубопроводов, боковин литых тележек подвижного состава.

Эти устройства могут быть использованы для повышения объективности ВИК протяженных швов и возможности обнаружить их деформации и проблемные зоны. Благодаря большим дискообразным магнитным полюсам эти НУ, свободно перемещаемые вдоль протяженных металлоконструкций, легко преодолевают болты, кромки, ремонтные неровности и тому подобные препятствия.

На рис. 39 приведено одно из простейших устройств, оборудованное осветителем, камерой наблюдения, монитором, устройством цифровой обработки изображений, беспроводной связью передачи информации (WiFi). Подобные магнитные платформы могут применяться для точного, документируемого мониторинга металлоконструкций.

Важной особенностью этих подвижных магнитных платформ является их устойчивость во всех пространственных положениях и обеспечение заданных расстояний оптических средств ВИК от изучаемой поверхности, что важно для точных измерений.

Визуально-измерительный контроль присутствует в начале, при рождении металлоизделий, по его завершении и при эксплуатации металлоконструкций. ВИК – основа безопасности металлоконструкции во всех отраслях промышленности. Поэтому создание механизированных точных средств ВИК, обеспечивающих повторяемость и сравнение результатов, является актуальной задачей.

Процедуры ручного ВИК связаны с монотонностью однотипных действий, что приводит к пропускам и ошибкам, влиянию человеческого фактора. Все эти негативные обстоятельства усиливаются с масштабами сооружений, объемами ВИК. Особенно изнурительны процедуры ВИК при обследовании днищ резервуаров, ферм мостов и тому подобных больших сооружений.

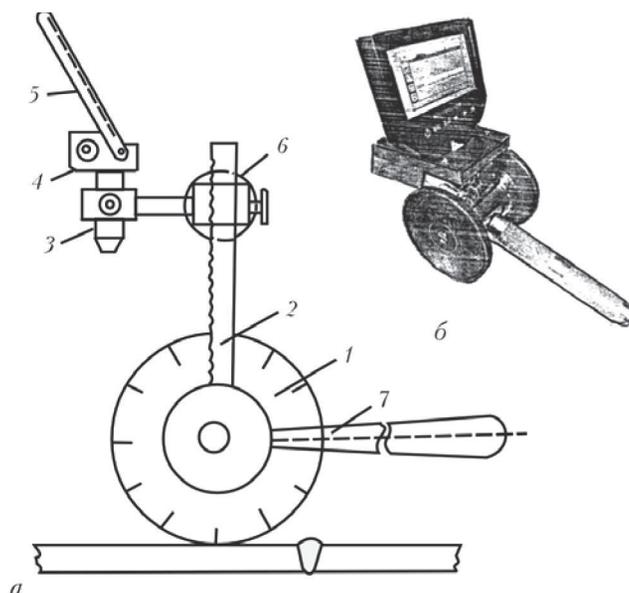


Рис. 34. Конструктивная схема (а) и внешний вид (б) подвижного НУ типа ТВА-2, оборудованного средствами ВИК: 1 – дискообразный магнитный полюс, измеритель пути; 2 – кронштейн для вертикального перемещения видеокамеры 3, блока записи и передачи информации 4, монитора 5; 6 – регулятор расстояния видеокамеры от поверхности; 7 – ручка для перемещения устройства ВИК/ТВА

Для ответственных объектов уже сегодня имеются все предпосылки для начала внедрения механизированного оптико-измерительного контроля на основе устройств, показанных на рис. 34, 35 и различных навесных измерительных, оптических средств, набор которых определяет Заказчик оборудования.

На схеме рис. 35 штриховыми линиями показаны оси лучей лазерных указателей для измерения линейных размеров элементов конструкций и их дефектов, к которым в процессе обследования приближается устройство ВИК/ТВА.

Оборудованные монитором, видеокамерами, лазерными указателями подвижные устройства передают по интернету информацию, на основе которой принимаются решения о необходимости в НК и последующем ремонте.

На рис. 34 показаны конструктивная схема и внешний вид легко перемещаемого по поверхности устройства с монитором, имеющим размеры 12×10,5 см, созданного на основе электронного микроскопа (Х600) с регулируемой яркостью восьми светодиодов. Это фактически

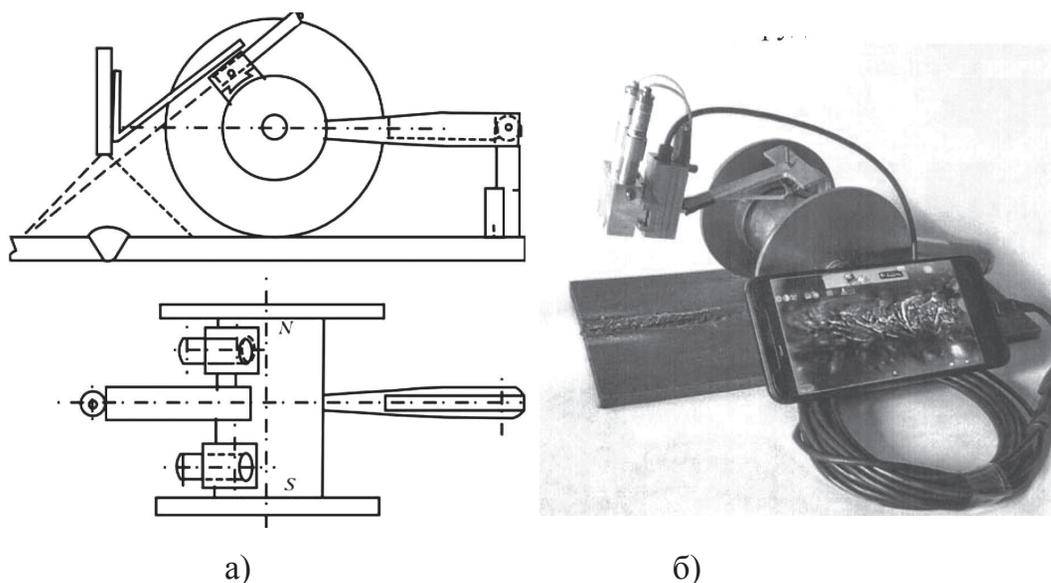


Рис. 35. Конструктивная схема (а) и внешний вид (б) устройства с двумя лазерными указателями и USB Веб-камерой

подвижный цифровой микроскоп, который с литиевым аккумулятором может непрерывно работать в течение шести часов. В верхнем поисковом положении он обеспечивает двухкратное, а в нижнем – до шестисоткратного увеличения записываемого изображения. Разрешение 1080×720 P, синхронизированная запись с началом движения. Имеется много сервисных программных услуг. Такое устройство выполняет запись всего пути, фотографирование проблемных мест с одновременным комментированием (записывается голос оператора), то есть анализируются на месте изображение, наблюдаемое на мобильном мониторе.

Таким образом, теперь ВИК из сугубо субъективного процесса, зависящего от состояния и добросовестности оператора, превращается в объективный вид НК, мало зависящий от оператора. Записи изображений сварных швов, выполненных с помощью регистраторов ВИК/ТВА, в стационарных условиях обрабатываются с помощью цифровых программ анализа изображений с выделением зон, подлежащих ультразвуковому, магнитному, радиационному или какому-либо другому контролю, ремонту и повторному контролю.

На рис. 35 показана комплектация магнитной платформы ТВА двумя лазерными указателями ширины шва с подсветкой зон сплавления, по которым обычно разрушаются сварные швы.

Описанные электронные возможности с использованием компьютерной обработки информации были воспроизведены на основе смартфонов фирмы, например фирмы Samsung.

Для дистанционного наблюдения за информацией, поступающей от подвижного устройства ВИК, подключается экран смартфона или планшета.

Дискообразные магнитные полюса платформ ТВА могут иметь разметку по внешней образующей и использоваться для измерения расстояний, т.е. они являются одометрами пути. Это не исключает необходимость в лазерных измерителях расстояний и лазерной разметки дефектных зон и другой техники.

Приведенные примеры устройств ВИК/ТВА обеспечивают измерение геометрических размеров сварных швов, определение координат опасных зон для дальнейшего изучения или ремонта. Эти зоны могут быть сфотографированы при разных ракурсах и при разных фокальных увеличениях. Для получения большей информации от одного прохода ВИК/ТВА могут использоваться две и более поразному ориентированные миниатюрные камеры, расположенные на разных расстояниях от поверхности объекта и под разными углами. Тогда практически совмещаются поисковый и оценочный режимы без остановки ВИК. Применение одно- или двупроходного визуально-измерительного контроля с использованием средств ВИК/ТВА уменьшает влияние человеческого фактора, повышает надежность и экономит время. При этом повышается точность ВИК и объективность информации, возможность ее архивирования, анализа с помощью цифровых компьютерных программ, передачи информации по интернету.

Таким образом, в области дефектоскопии в последние годы в ИЭС разработаны методические основы обнаружения дефектов при радиографии и созданы статистические эталоны, повышающие качество расшифровки радиограмм, обнаружение тонких трещиноподобных дефектов с малым раскрытием.

Изучено взаимодействие НЧ антенны и протяженного объекта контроля. Предложены конструкции антенн и аппаратуры для их возбуждения и обработки НЧ информации.

Исследован акустический тракт теневого ультразвукового дефектоскопа с использованием коротко- и длиннофокусных импульсных ЭМА преобразователей, что повышает вероятность обнаружения расслоений и коррозионных поражений в сварных листовых конструкциях.

Создана технология тангенциальной рентгенографии и рентгеноскопии для измерения остаточной толщины стенки высоколегированных труб, их изоляции и внутреннего заполнения без остановки эксплуатации.

Выполнены исследования появления аномалий собственного магнитного поля на поверхности объекта при продолжительных механических напряжениях, что позволило предвидеть возникновение усталостных трещин.

ДЕФЕКТОСКОПИЯ XXI ВЕКА

Исследованы возможности магнитооптического метода для выявления тонких дефектов без промежуточного носителя информации о магнитных полях рассеяния без магнитографической в виде никелевой ленты, которые являются сейчас основной аппаратуры для этого метода.

Разработаны рентгенотелевизионные системы на основе ПЗС-матриц и флуоресцирующих экранов, открывающая реальные возможности для многочисленных вспомогательных объектов нефте-, газораспределительных комплексов, которые до сих пор не обеспечены неразрушающим контролем.

Внедрены методики оценки размеров внутренних трещиноподобных дефектов, низкотемпературных сероводородных расслоений на основе методов TOFD, SAFT, фазированных решеток при УЗК, например, на ОАО «Лукойл-Карпатнефтехим», на больших мостовых металлоконструкциях.

Широко внедряется тепловой метод НК, заложены основы термографической дефектометрии.

Продолжается разработка систем автоматизированного контроля с использованием пьезо- и ЭМА-возбуждением ультразвуковых волн для выявления дефектов типа расслоений в прикромочных зонах сварного шва и основного металла труб; ведутся разработки автоматизированных систем распознавания образа дефекта в результате ультразвукового контроля, что воплощается в новых АУЗК установках.

При ИЭС им. Е.О. Патона работают Межотраслевой учебный центр, Центр сертификации и Аттестационный центр неразрушающего контроля, которые готовят специалистов этой профессии по международным стандартам EN ISO 9712, и др. Начало этой деятельности по НК было положено общим приказом Национальной академии наук Украины Государственного комитета Украины по стандартизации, Государственного комитета Украины по надзору за охраной труда, который учредил Национальный комитет по неразрушающему контролю (НАК).

Позже был создан Технический комитет по стандартизации ТК-78 «Техническая диагностика и неразрушающий контроль» при Госстандарте Украины.

Практически по всем методам НК в ИЭС им. Е.О. Патона подготовлены учебные пособия, издается бюллетень «НК-информ», организовано издание научного периодического журнала НАН Украины «Техническая диагностика и неразрушающий контроль» и международного журнала «Территория NDT», издан справочник «Неразрушающий контроль в Украине», в котором представлено реальное положение дел в стране по этому важному

научно-техническому направлению, приведены сведения о всех организациях, работающих в этой области, отмечена роль НАН Украины в становлении этого наукоемкого направления.

Регулярная организация стендов и участие в европейских и всемирных конференциях по НК, которые прошли в Копенгагене (7-я ECNDT, 1998), Риме (15-я WCNDT, 2000), Барселоне (8-я EFNDT, 2002), Монреале (16-я WCNDT, 2004), Берлине (9-я EFNDT, 2006), Шанхае (17-я WCNDT, 2008), Москве (10-я EFNDT, 2010), Дурбане (18-я WCNDT, 2012), Праге (11-я EFNDT, 2014), Мюнхене (19-я WCNDT, 2016) утвердили авторитет Украины в этом важном научном направлении.

Сотрудники ИЭС им.Е.О.Патона являются членами международного комитета ТК-135 ISO, EFNDT и Международной Академии NDT, сотрудничают с международными организациями России, Беларуси, Молдовы, Польши, Чехии, Болгарии, Хорватии, Италии, США, Кореи и других стран, принимают участие в Европейских проектах.

New Technology for Magnetic Particle Testing (MPT)
Prof. V. Troitskiy, Ukraine

This is a new technology for MPT of large extended objects based on movable local multidirectional magnetization. This new technology gives more information about defects, quicker and cheaper than the traditional MPT. The proposed devices allow reciprocal motions to produce local magnetization of the testing zones in different directions and change the magnetic field tangential component value. In addition, it is possible to produce both continuous and pulsing multidirectional magnetization of the object. The new MPT technology can be applied during the manufacture of metal constructions as well as in-service testing.

This is our proposition to you.



The Paton Electric Welding Institute of NAS of Ukraine
11, Bozhenko Str., Kiev-150, Ukraine, 03680, ndt@paton.kiev.ua



Українське товариство неруйнівного контролю та технічної діагностики

Українське товариство неруйнівного контролю та технічної діагностики (УТ НКТД) – творча громадська організація, яка об'єднує науковців, інженерів та робітників різних організацій, підприємств та лабораторій, професійна діяльність яких пов'язана з неруйнівним контролем та технічною діагностикою. Товариство зареєстроване в Міністерстві юстиції України як всеукраїнське громадське об'єднання.

Головна мета Товариства – консолідація зусиль науково-технічних працівників, що працюють в галузі дефектоскопії та діагностики, з метою комплексного вирішення проблем підвищення якості та надійності промислових виробів і споруд, розвитку творчої та ділової активності, обміну інформацією, розширення співробітництва та міжнародних контактів.

Головними напрямками діяльності є:

- допомога підприємствам і організаціям у виконанні НКТД;
- допомога у створенні лабораторій та служб з НКТД;
- сертифікація персоналу, що працює в галузі НКТД;
- сприяння в гармонізації нормативно-технічної документації України з європейською і міжнародною;
- організація конференцій, семінарів та виставок;
- консультування та керівництво проектами в галузі НКТД;
- сприяння міжнародним контактам спеціалістів;
- видання книг, посібників, журналів, з питань НКТД.

В 1998 році УТ НКТД став співзасновником Європейської федерації з неруйнівного контролю (EFNDT), до якої входять Товариства з неруйнівного контролю 27 країн Європи. УТ НКТД є членом Міжнародного комітету з неруйнівного контролю (ICNDT). Укладено ряд угод про двостороннє співробітництво з аналогічними національними товариствами країн Європи та світу.

Запрошуємо організації та підприємства України, діяльність яких пов'язана зі сферою неруйнівного контролю та технічної діагностики вступити в Товариство.

вул. К. Малевича, 11
м. Київ, 03150
т. (044)2004666, 2052249
e-mail: usndt@ukr.net
www.usndt.com.ua





РАДИАЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ

РАДИАЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ НА ОСНОВЕ ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ МИНИАТЮРНЫХ ДЕТЕКТОРОВ

проф. В.А. Троицкий, Р.О. Пастовенский

Институт электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины

Переход на миниатюрные твердотельные преобразователи и соответствующие технологические решения, описанные в работе [1, 2] вызвал большой интерес у специалистов США, читающих журнал TNT, издаваемый обществом ASNT.

Для повышения качества сложных изделий, машин и агрегатов на всех стадиях разработки, изготовления и эксплуатации необходим неразрушающий контроль исходных материалов, технологии изготовления и свойств готовой продукции. Среди видов неразрушающего контроля значительное место занимает радиационный контроль. Радиационные методы неразрушающего контроля применимы к изделиям из любых материалов и превосходят полнотой информации о дефектах (тип, форма, размеры, место расположения) другие виды неразрушающего контроля.

Радиационный контроль качества использованных металлов позволяет обнаруживать поры, трещины, инородные включения, несплошности и другие дефекты. Неразрушающий контроль при изготовлении изделий обеспечивает требуемое качество при сборке продукции. При эксплуатации сложной техники необходимо контролировать отклонения от нормы, возникающими в процессе ее работы (повышенные зазоры, усталостные трещины, инородные накопления в замкнутых объемах, коррозия металла и т. д.). В ИЭС им. Е.О. Патона имеется многолетний опыт разработки и внедрения систем для рентгенотелевизионного контроля. Они постоянно совершенствуются.

В современных рентгенотелевизионных системах возможно применение недорогих малогабаритных твердотельных плоскопанельных детекторов. Новая технология на основе таких малогабаритных детекторов получила название X-ray mini. В отличие от традиционной пленочной радиографии или компьютерной радиографии X-ray mini технология позволяет значительно снизить стоимость и повысить оперативность контроля, а также обеспечивает практически мгновенный его результат. Важной особенностью X-ray mini технологии является миниатюрность рентгеновского детектора, что позволяет проводить оперативный рентгеновский контроль труднодоступных узлов эксплуатируемых самолетов, турбин, реакторов и т.п. Пока такую технологию массово применяют только в стоматологии. Малогабаритный рентгеновский детектор располагается во рту пациента и позволяет за доли секунды получить детальное рентгеновское изображение полости рта. Нами эта технология осваивается для задач промышленности. Это дает новые технологические решения.

На рис. 1 приведен внешний вид детектора для технологии X-гау mini типа S10811-11 с размером рабочего поля 34×24 мм, толщиной 6 мм, размером пикселя 20 мкм и количеством пикселей 1700×1200 . Детектор обеспечивает высокие чувствительность контроля и разрешающую способность (20 пар лин./мм). В ИЭС им Е.О. Патона такая X-гау mini технология используется для контроля сварных соединений различных изделий, состояния сотовых панелей летательных аппаратов, структуры композитов, исследование замкнутых пространств (рис. 2 ÷ 9), где невозможно разместить компьютерные панели, традиционные пленки или запоминающие пластины.

При реализации технологии X-гау mini используется детектор рентгеновского изображения, площадь которого более чем на два порядка меньше, чем площадь традиционных кассет с пленкой, запоминающих пластин или плоскопанельных детекторов стандартных размеров. Благодаря небольшим размерам такой твердотельный детектор может быть размещен в любом труднодоступном или стесненном пространстве, а также перемещаться по поверхности контролируемого объекта. Такое сканирование позволяет исследовать обнаруженные дефекты и неоднородности контролируемого объекта в разных ракурсах. В реальном времени информация о внутренней структуре исследуемого участка контролируемого объекта поступает на экран монитора рентгентелевизионного дефектоскопа. Основное отличие технологии X-гау mini от известной цифровой радиографии на основе плоскопанельных детекторов состоит в том, что стоимость такого миниатюрного детектора в десятки раз меньше, чем стоимость плоскопанельного детектора стандартных размеров. Способность перемещать, удалять и приближать миниатюрный твердотельный преобразователь открывает новые технологические возможности для радиационного контроля. Опишем некоторые из них.



Рис. 1. Внешний вид твердотельного плоскопанельного детектора S10811-11 ф. Hamamatsu с размером рабочего поля 34×24 мм и площадью $8,16 \text{ см}^2$ на 70 кВ

ДЕФЕКТОСКОПИЯ XXI ВЕКА

В табл. 1 приведены результаты и режимы контроля сварных соединений стальных и алюминиевых пластин толщиной $1,5 \div 2$ мм с использованием технологии X-гау mini (детектор S10811-11, рис. 1). Для просвечивания образцов использовался рентгеновский аппарат РАП 150/300, а также микрофокусный аппарат РЕИС-100И. В табл. 1 обозначены U_a и I_a - соответственно анодное напряжение и ток рентгеновских трубок.

Таблица 1. Режимы контроля

№	Толщина	Материал	Тип РА	U_a , кВ	I_a , мА	Фокусное расстояние, мм	Время экспозиции, с	Чувствительность по проволочному эталону, мм
1	1,5	Сталь	РАП 150/300	60	4	600	20	0,063
2	1,5	Сталь	РЕИС 100И	65	0,04	100	20	0,063
3	2	Алюминий	РАП 150/300	50	3,7	700	10	0,1

При просвечивании образцов аппаратом РАП 150/300 его рентгеновская трубка работала в режиме малого фокуса и фокусное расстояние устанавливалось большим ($600 \div 700$ мм). При работе с аппаратом РЕИС-100И, учитывая его малую мощность и малый размер фокусного пятна, фокусное расстояние устанавливалось равным 100 мм. Во всех режимах просвечивания анодное напряжение рентгеновских трубок не превышало 70 кВ. При контроле стальных образцов использовался проволочный эталон 11 (ГОСТ 7512-82), а при контроле алюминиевых образцов – проволочный эталон 22 (ГОСТ 7512-82).

На рис. 2 приведены изображения, полученные при просвечивании сварного соединения стальных пластин толщиной 1,5 мм в режиме, который соответствует п. 2 табл. 1. Изображение контролируемого образца представлено в негативе и позитиве. Маркировочный знак расположен на седьмой проволочке эталона. Как видно из приведенных изображений, чувствительность по проволочному эталону составила значение 0,063 мм. Таким образом, технология X-гау mini на основе твердотельных миниатюрных детекторов S10811-11 обеспечивает чувствительность, которая не уступает используемой в настоящее время радиографии с промежуточными носителями информации (пленки, запоминающие пластины).

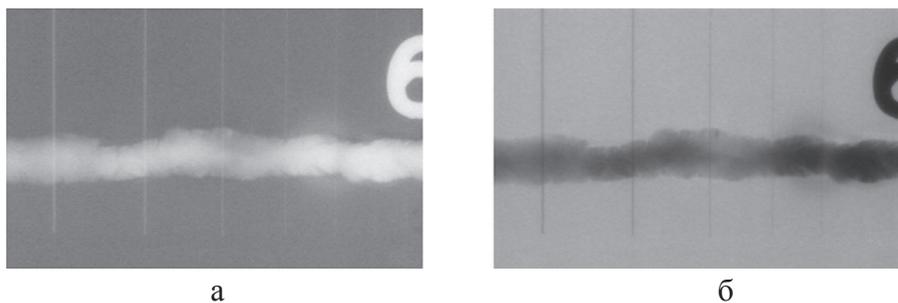


Рис. 2. Цифровые изображения сварного соединения, соответствующие п. 2 табл. 1: а – негатив; б – позитив

Рис. 3, 4 иллюстрируют возможности X-гау mini технологии на примере контроля сотовой конструкции закрылка крыла самолёта. Изображение внешнего вида такой сотовой конструкции приведено на рис. 3.

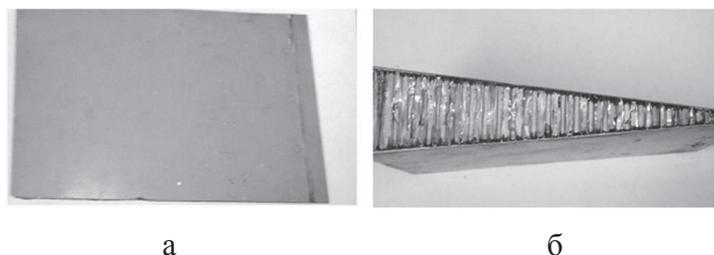


Рис. 3. Изображения внешнего вида сотовой конструкции закрылка крыла самолёта: а – вид сверху; б – вид сбоку

Для больших площадей сотовых конструкций предлагается следующая новая технология. Контактным путем делается флюороскопический снимок большой площади, до 1 м² за одну экспозицию, изображение выводится на экран монитора, где намечаются зоны тщательного контроля. На рис. 4 приведено цифровое изображение сотовой конструкции, полученное с помощью рентгенотелевизионной системы РТВ-03 с размером рабочего поля 160×120 мм на основе рентгеновского экрана Gd₂O₂S(Tb) и высокочувствительной ПЗС-камеры. Далее производится локализация дефектных участков, которые предполагается детально исследовать с высокой пространственной разрешающей способностью с помощью твердотельного плоскопанельного детектора S10811-11. На рис. 4 дефектный участок, размеры которого выбираются равными размерам детектора S10811-11, обведен белой линией.



Рис. 4. Цифровое изображение фрагмента сотовой конструкции закрылка крыла самолета с локализацией дефектного участка для подробного исследования с помощью детектора S10811-11

ДЕФЕКТОСКОПИЯ XXI ВЕКА

Далее производится просвечивание выделенного дефектного участка сотовой конструкции с применением плоскопанельного детектора S10811-11. Полученные в результате такого просвечивания цифровые изображения дефектного участка приведены на рис. 5. Семикратное увеличение выделенного дефектного участка позволяет детально исследовать и расшифровать дефект сотовой конструкции.

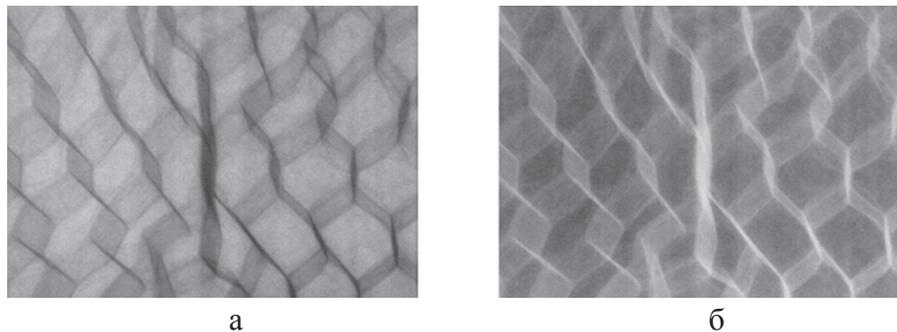
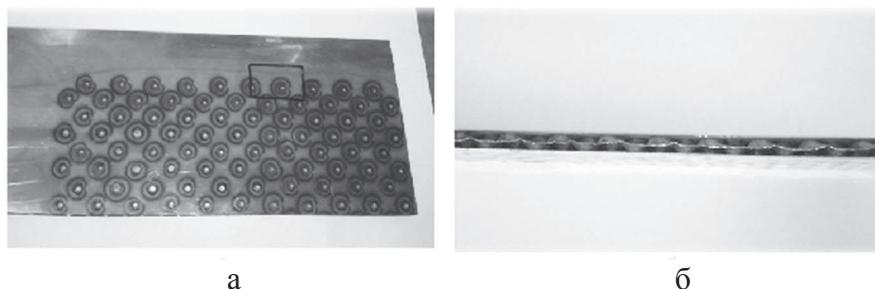


Рис. 5. Цифровые увеличенные изображения дефектного участка сотовой конструкции закрылка крыла самолета, полученные с применением твердотельного преобразователя типа S10811-11: а – позитив; б – негатив

На рис. 6 ÷ 8 приведены результаты контроля с помощью технологии X-ray mini трехслойного образца из нержавеющей стали с двойной точечной сваркой, изображение внешнего вида которого приведено на рис. 6.



*Рис. 6. Трехслойный образец с двойной точечной сваркой:
а – вид сверху; б – вид с торца*

Вначале, так же как и при контроле сотовой конструкции самолета (рис. 3), производится контактное просвечивание образца с помощью рентгенотелевизионной системы РТВ-03 с размером рабочего поля 60×120 мм. Полученные цифровые изображения образца с точечной сваркой представлены на рис. 7 (а̄ негатив; б̄ позитив). Далее производится выделение проблемных (дефектных) участков, которые предполагается детально исследовать с помощью миниатюрного твердотельного плоскопанельного детектора. На рис. 7 этот участок обведен белым прямоугольником. Судя по рис. 7, имеются несколько зон, заслуживающих более тщательного изучения.

Одна из них с двумя сварочными точками выделена белым прямоугольником на негативном изображении и черным прямоугольником на позитивном изображении.

На рис. 8 приведены результаты такого просвечивания. Как на негативном, так и на позитивном изображениях четко видны дефекты, характерные для этого вида точечной сварки. Такие детальные изображения могут быть получены только на основе технологии X-ray mini. Эти дефекты практически не выявляются на контактных изображениях (рис. 7). Это фактически радиационная микроскопия с 7-кратным увеличением внутренних дефектов.

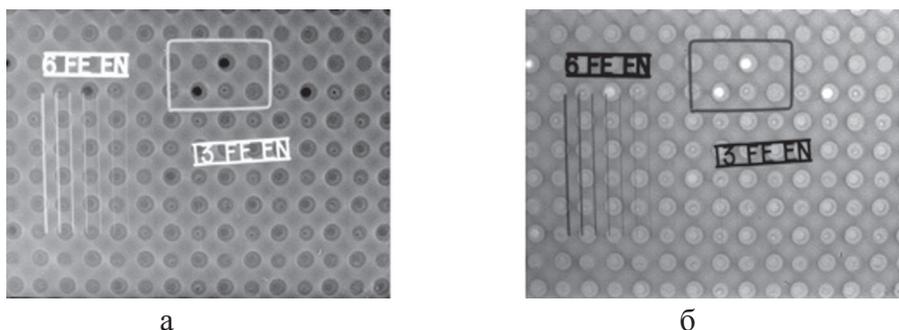


Рис. 7. Цифровые изображения образца с двойной точечной сваркой с локализацией участка для исследования с помощью твердотельного преобразователя S10811-11: а – негатив; б – позитив

На рис. 9 показана схема реализации X-ray mini технологий при контроле ограниченного пространства разрывного испытательного стенда, который с помощью пленочной или компьютерной радиографии проконтролировать невозможно.

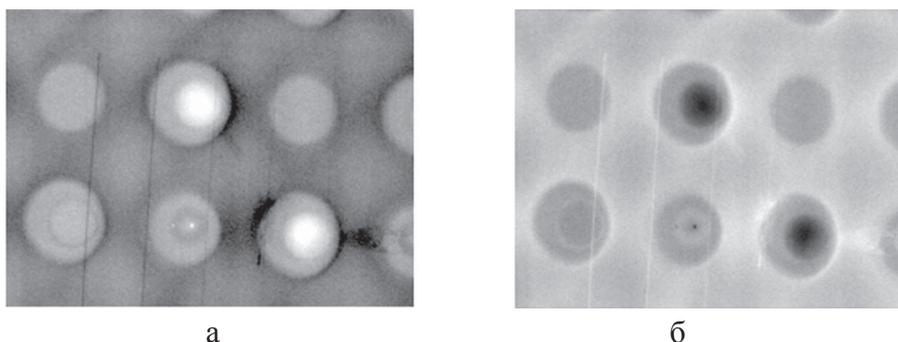
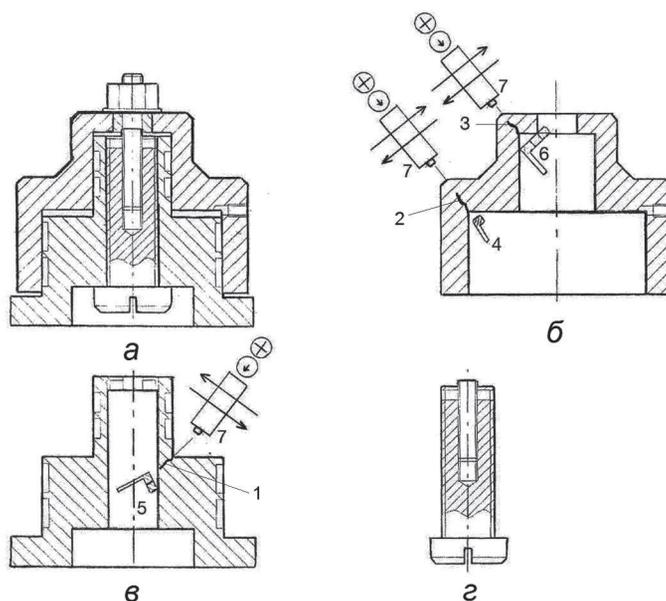


Рис. 8. Цифровые изображения в семикратном увеличении дефектного участка образца с двойной точечной сваркой, полученные с применением твердотельного преобразователя типа S10811-11: а – негатив; б – позитив

Таким образом, миниатюрные твердотельные детекторы открывают новые технологические возможности в радиационном контроле ответственных агрегатов. X-ray mini технологии реализуются на серийном стандартном



*Рис. 9. Схема реализации X-ray mini технологий при контроле ограниченного пространства разрывного испытательного стенда
а – стенд в сборе; б – корпус стенда; в – плунжер; г – задвижка, которая испытывается*

и недорогом оборудовании (в сравнении с компьютерной радиографией и радиографией на основе плоскочелюстных детекторов стандартных размеров). Сканирование контролируемых объектов миниатюрными детекторами и сшивание изображений отдельных экспозиций с помощью специального программного обеспечения позволяет контролировать протяженные объекты в разных ракурсах. Для выполнения сканирования конкретных объектов миниатюрными детекторами разрабатывается соответствующее вспомогательное оборудование.

Выводы

1. Самым информативным, с легко понимаемыми результатами остается радиографический метод контроля качества сварных соединений. С помощью этого метода можно достичь разрешения порядка десяти пар линий на мм, что очень важно для обнаружения различных трещин в сварочных конструкциях.

2. Широко применяемая сейчас пленочная радиография имеет много существенных недостатков в сравнении с цифровой флюороскопией и радиографией на основе твердотельных преобразователей. Причем, чем более темный снимок, тем больше он содержит информации о тонких дефектах. При относительной плотности почернения более 4 снимки делаются практически нечитаемыми, а оцифровка их невозможной. Этого недостатка лишены современные беспленочные технологии, обеспечивающие, кроме того результат радиационного контроля в электронном виде без специальных оцифровывающих комплексов.

3. Современная бесплёночная цифровая технология расширяет возможности дефектоскопии, уменьшает время и стоимость контроля. Это мгновенная радиография без промежуточных носителей информации, т.е. особенно эффективна флэш-радиография [1 – 4] или портативное рентгентелевидение. При этом не требуются вспомогательные материалы, пленки, запоминающие пластины, используются те же источники излучения, которые применяются при обычной плёночной радиографии. Появляется возможность рассмотрения внутренних дефектов в разных ракурсах, корректировать, накапливать качество R-изображений.

4. Наиболее перспективной является флэш-радиография с цифровыми твердотельными преобразователями. При этом может быть достигнута недоступная другим средствам чувствительность до 0,1 % толщины просвечиваемого металла при разрешении, превышающем 10 пар линий на мм. Причем эта технология производится на том же оборудовании, что и плёночная радиография.

5. Использование малогабаритных перемещаемых твердотельных преобразователей открывает новые технологические возможности. Они могут размещаться внутри и на поверхности объекта и перемещаться в зонах, где размещение кассет с пленками и запоминающими пластинами невозможно. Цифровые твердотельные преобразователи открывают новые технологические возможности в неразрушающем контроле, недоступные другим физическим методам.

6. Цифровая X-ray mini технология реализуются на серийном оборудовании и позволяет более чем на порядок снизить стоимость R-контроля по сравнению с компьютерной радиографией и цифровой радиографией на основе плоскочастотных детекторов стандартных размеров. При этом открываются возможности для новых R-технологий.

7. Сканирование контролируемых объектов миниатюрными детекторами и сшивание изображений отдельных экспозиций с помощью специального программного обеспечения позволяет контролировать протяженные объекты в разных ракурсах, что другим методам недоступно.

8. Институт электросварки им. Е.О. Патона оказывает консультативные и практические работы по внедрению бесплёночных R-технологий, обеспечивает Заказчиков флюороскопическими и твердотельными преобразователями. Переход от плёночной к флэш-радиографии в зависимости от объемов применения окупается очень быстро.

ЛИТЕРАТУРА

1. Troitskiy V.A. Quick Industrial X-ray Testing without Intermediate Data Carriers of Information, ASNT, The NDT Technician. Vol. 15, № 4, 2016.
2. Троицкий В.А. Флэш-радиография // Территория NDT. 2013. № 4. С. 44 – 49.
3. Photonicdevices 2016, www, Hamamatsu.com.

РЕНТГЕНТЕЛЕВИЗИОННЫЙ КОНТРОЛЬ НА СЛУЖБЕ АТО

И. Молодан

Представители МОУ обратились в ИЭС им. Е.О. Патона с просьбой проверить качество средств защиты, состоящих на вооружении бойцов АТО. Результаты оказались неожиданными.

Известные случаи пробития бронеплит в боевой обстановке со сквозными ранениями через защитные пластины. Эффективность нынешних средств защиты, как отечественных, так и импортного производства, которые до сих пор используются бойцами, требует рентгеновского контроля и получения соответствующего сертификата о качестве.



Рис. 1. Внешний вид пластин и система контроля их качества

Инициировано это расследование было исполнительным директором «Объединения украинских производителей баллистической защиты» Александром Довгим. В эксперименте, кроме работников института участвовал Кирилл Бибко и Игорь Молодан, в качестве наблюдателя и журналиста. Поддержал данную инициативу, в рамках журналистского расследования, Институт электросварки им. Е.О.Патона НАН Украины, на базе которого проводился рентген бронеплит с помощью разработанной его сотрудниками уникальной рентген-телевизионной системы РТВ-4, за что ему отдельная благодарность! Портативная рентген-телевизионная установка всегда к услугам МОУ.

Данная система позволяет заглянуть внутрь плит без их разрушения, определить плотность и использованный материал, а так же определить реальную площадь бронезащиты. На мониторе компьютера РТВ-4 можно увидеть все дефекты, которые невозможно определить другим путем, включая контрольный отстрел.

Рентген-телевизионному контролю подверглись 23 керамических и металлических бронеплиты американских, израильских, украинских,

польских, немецких и китайских производителей. Результаты были неожиданными, а в одном случае, даже шокирующие!

Ниже приведены фотоматериалы эксперимента с указанием на фото в квадратных дециметрах фактической площади плит (ФП) и полезной площади защитного элемента (ПП), запаянного внутри. Как оказалось, эти параметры у некоторых производителей существенно отличаются, что, в конечном итоге влияет на безопасность бойца. Так же на снимках хорошо видна плотность защитного элемента относительно керамического эталона в верхнем правом углу. Чем темнее изображение, тем плотность выше. Видны стыковочные зазоры керамических плит, трещины и производственный брак.

Самой шокирующей плитой оказалась пластина, которую принес один из бойцов на проверку в комплекте из двух плит. Это плиты американского производителя. То, что видно по центру на рис. 2 – кусок металла (проверенно магнитом). Фактически, полезная площадь защиты составила всего 1,7 дм², при оптимальной 7,5 дм². Это притом, что металл не проверен на пробивные свойства. Примечательно, что вес плит отличается лишь на 10 г, то есть в пределах допустимой погрешности. Создается впечатление, что металл в центре просто для веса. Вокруг него рыхлая поверхность без какой-либо защиты. Может быть, этому есть какое-то объяснение, но плиты покупались и продавались для боевых действий фото ниже, плита с этого же комплекта, но без замечаний.



*Рис. 2. Внешний вид (слева)
и полученное цифровое изображение бронеластины*

Вторым, выявленным недостатком, стал вопрос несоответствия фактическим размерам плиты реальной площади защиты. Производители заявляют больший размер, а реальная бронезащита меньше на 10-25% от фактически заявленной. Такие плиты были выявлены как у китайских и израильских производителей, так и в штатных образцах ВСУ, которые предоставили на рентген военнослужащие ВСУ. Но, если израильтяне заявляют разницу между фактической и реальной площадью защиты в паспорте изделия, а с китайцами и так все понятно, то отечественный производитель, который снабжает всю армию и силовые ведомства своей продукцией, не утруждает себя такими информационными «мелочами».

ДЕФЕКТОСКОПИЯ XXI ВЕКА

По словам производителей, участвующих в тендерах, каждый раз заявляется площадь плит не менее 7,5 дм² (15 дм² на две плиты), при этом, заказчик получает товар с реальной площадью защиты на 10 – 15% меньше. Самое паршивое, что у заказчика нет процедур проверки плит без разрушения, а плиты отстреливаются в лабораториях по методике на расстоянии не ближе 7 см к краю, то есть, отстреливаться может только центральная часть плиты с площадью почти в два раза меньше от фактической. А что будет размещено по периметру в 5-6 см от края, никак и никем не контролируется!!! Фактически, туда можно запихнуть что угодно – никаких проверок внутреннего содержания плит на состав, площадь, зазоры и т.п. не предусмотрено!

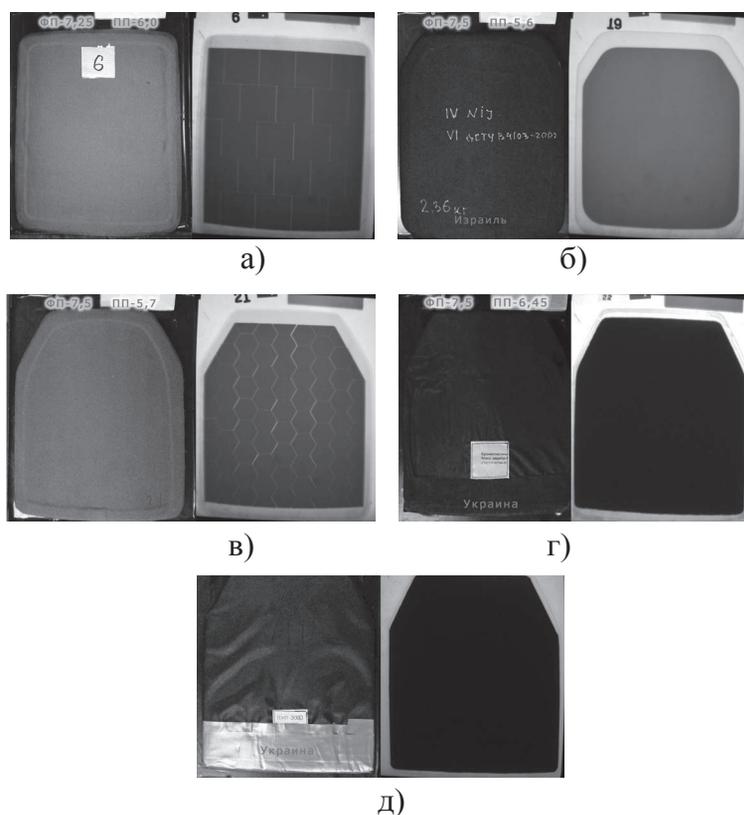


Рис.3. Бронепластины с несоответствием заявленной площади защиты, где: а) и в) – производится в Китае, б) – в Израиле, , г) и д) – в Украине

Это проблема производителей, которые экономят и обогащаются на безопасности бойца и его жизни, пользуясь не совершенными законами и подзаконными актами, но и проблема законодательного уровня. Давно созрел вопрос пересмотра норм ДСТУ и методик проверок. Полученные цифровые изображения представлены на рис. 3.

Следующей, выявленной проблемой стали большие зазоры между керамическими пластинами некоторых плит и их неаккуратная склейка. Выявленные на рентгене зазоры в некоторых местах достигали 3 мм, что очень много для пули калибра 5,45 мм. Такие бреши пуля пробьет навывлет, если попадет четко встык. Да и сами пластины при попадании в центр могут из-за смещения создавать критические запределы раны. Такие проблемы были обнаружены у украинских и китайских производителей керамики. Их также хорошо видно на рентген-фото, представленных на рис. 4 (а – в).

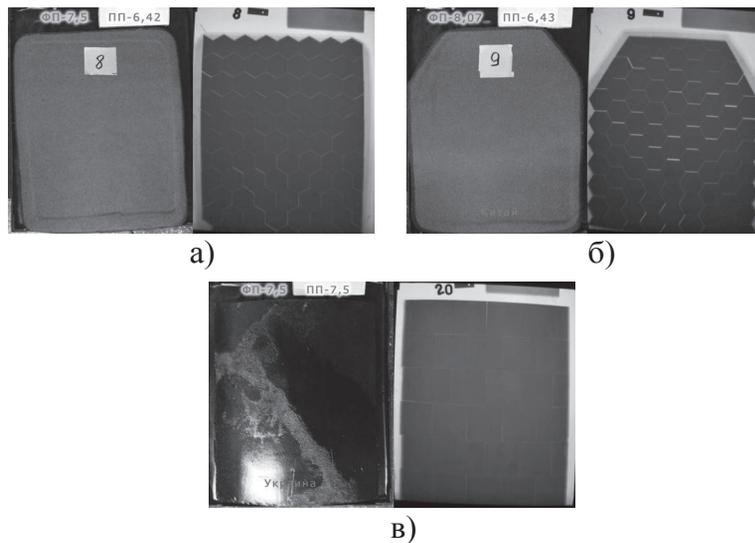


Рис. 4. Изображения наборных бронепластин с зазорами между сегментами, где: а) и б) – страной-производителем является Китай, в) – страна-производитель Украина

Наиболее качественными оказались некоторые модели плит израильтян и американцев, плиты польских, немецких и некоторых украинских производителей. Это хорошо видно на рис.5 (а – д).

Отдельно следует отметить возможность с помощью рентген - телевизионной системы РТВ-4 анализировать разрушения плит после контрольных тестовых отстрелов в баллистических лабораториях. На снимках, представленных на рис. 6 (а и б), хорошо видны все детали разрушений при попадании снарядов.

В заключение, хочется надеяться, что данная проблема, от которой напрямую зависит безопасность бойцов, будет поднята в общественную плоскость и общественность заставит обратить на нее внимание отечественных производителей, Министра Обороны Украины и министров других силовых ведомств, а так же самих бойцов, которые должны быть уверены, что защищены.

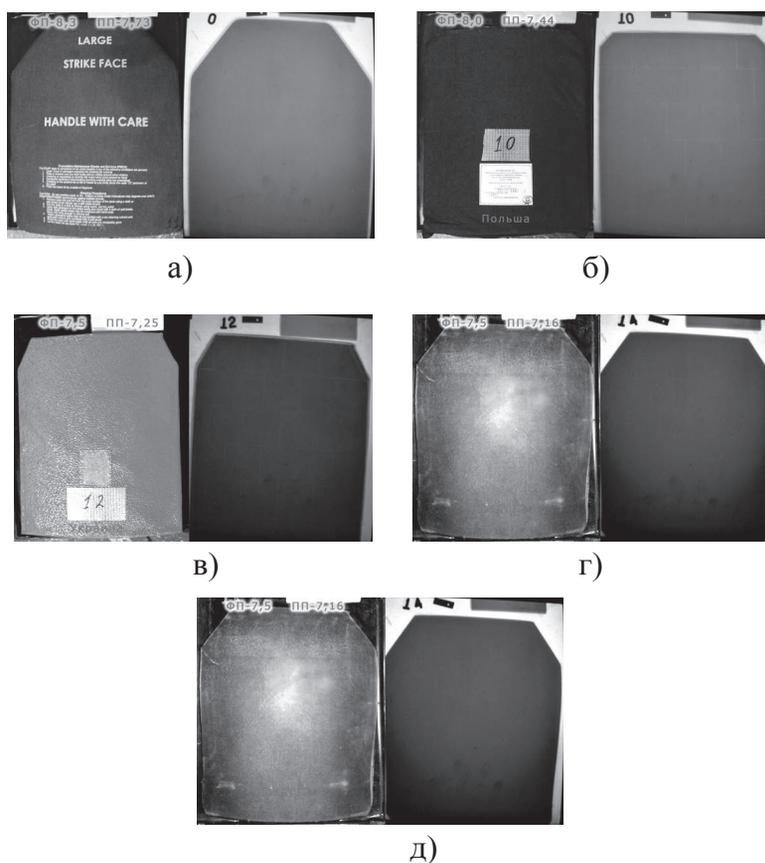


Рис. 5. Изображения бронепластин, которые соответствуют заявленным параметрам, где производителями являются: а) – США, б) – Польша, в) – Украина, г) – Германия, д) – Израиль

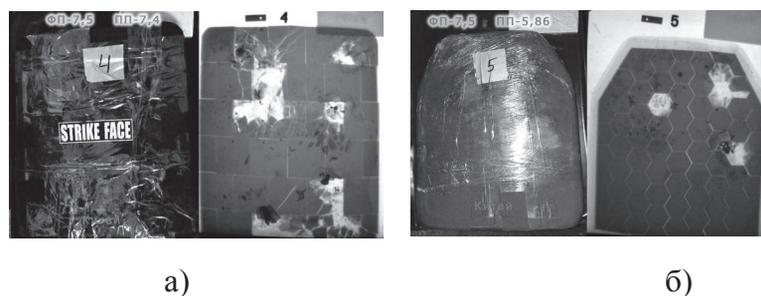
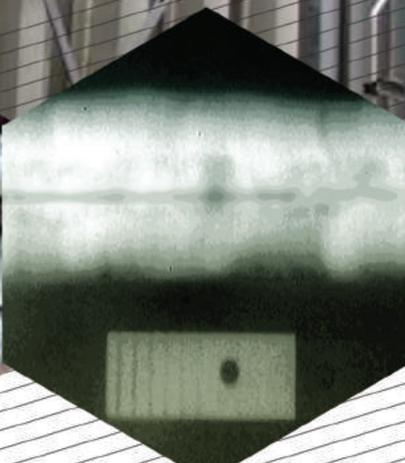
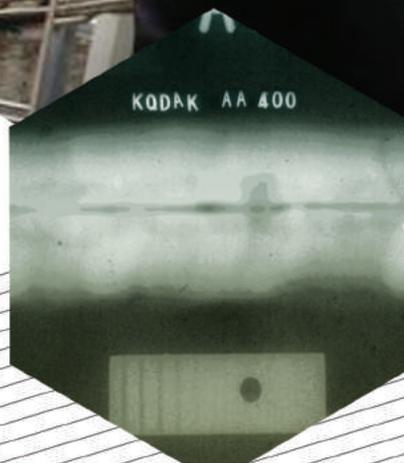


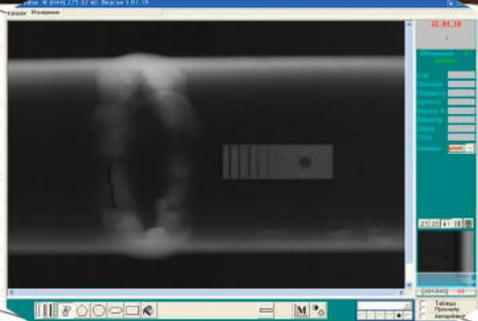
Рис. 6. Изображения разрушения бронепластин после контрольного отстрела, где: а) – наборная пластина из четырехугольных сегментов, б) – наборная пластина из шестиугольных сегментов



ФЛЭШ-РАДИОГРАФИЧЕСКИЕ ЦИФРОВЫЕ ВЫСОКОЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ ПОРТАТИВНЫЕ РЕНТГЕНТЕЛЕВИЗИОННЫЕ СИСТЕМЫ ВМЕСТО ПЛЕНОЧНОЙ РЕНТГЕНОГРАФИИ

- Системы (вес до 15 кг) имеют размер рабочего поля 120±200 мм, обеспечивают чувствительность контроля 0,8±1 % и разрешающую способность до 5 пар лин./мин.
- Системы обеспечены алгоритмами для обработки и архивирования изображений, а также измерения размеров дефектов.
- Радиоскопические преобразователи изготавливаются под технологии потребителя

Контроль качества газо- и нефтепроводов; элементов и конструкций авиационного, железнодорожного и автомобильного транспорта; продукции химического и энергетического машиностроения; сварных и паяных соединений; сосудов высокого давления; композитных материалов и в таможенном деле.



Технология цифровой обработки радиационных изображений, полученных при радиографическом или радиоскопическом (рентгентелевизионном) контроле.

Обработке могут подвергаться как слабые и нормальные, так и очень плотные радиационные изображения.

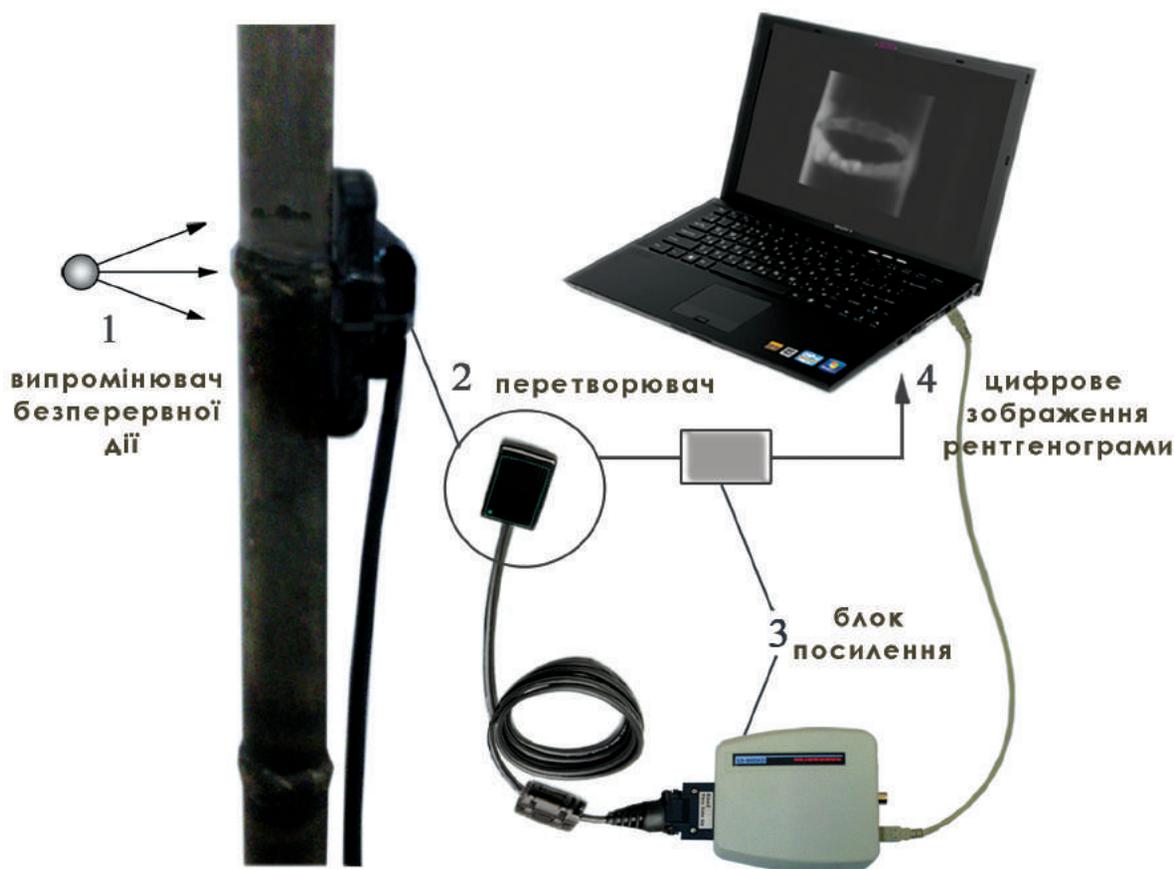
После обработки получают радиационные изображения заданной оптической плотности, убираются шумы, выделяется дефект, определяются размеры и координаты. Радиационное изображение до и после обработки записывается для архивации на компакт-дисках или передаются Заказчику электронным путем.



ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА РАДИАЦИОННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ И АРХИВАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЯ

X-ray mini технологія

на базі портативного напівпровідникового перетворювача



Технічні характеристики системи:

Розмір робочого поля

25x34 мм

Вага перетворювача та посилювача

0,1 та 0,3 кг

Робоча напруга

до 70 кВ

Блок посилювача має USB вихід

Галузь використання системи:

Трубопроводи промислового призначення

$D \leq 59$ мм, $t \leq 5$ мм

Пластикові та керамічні вироби

$t \leq 8$ мм

Локальне просвічування небезпечних ділянок в медицині
електроних схемах, поштових відправленнях, авіації та інш.

ПОРТАТИВНА РЕНТГЕНТЕЛЕВІЗІЙНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ПРОТЯЖНИХ ОБ'ЄКТІВ

Повноформатний цифровий рентгентелевізійний контроль з використанням малоформатних твердотільних рентгентелевізійних детекторів, що забезпечують прецизійний високочутливий повноформатний рентгенівський контроль за рахунок цифрового зшивання окремих фрагментів зображень з використанням мікроконтролерів і комп'ютерної техніки.

Застосовується для виявлення мікродефектів об'єктів енергетики, авіаційної, військової техніки.

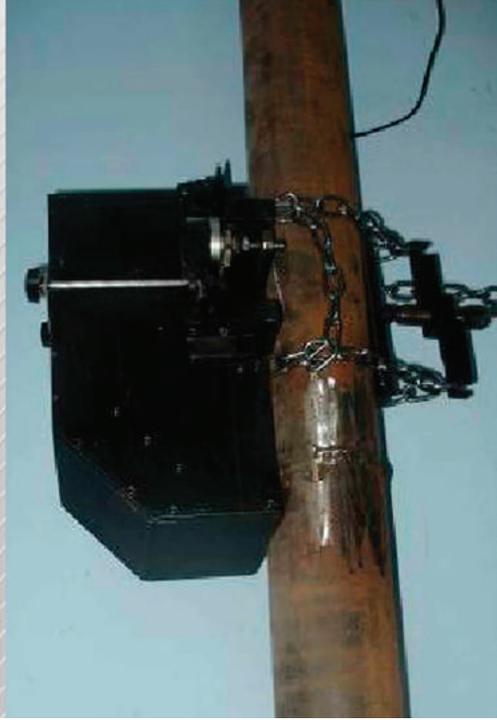


Технічні характеристики:

Робоча область сенсора	34×24 мм
Дискретні розміри робочої області сенсора	1700×1200 пікс
Розмір пікселя	20 мкм
Розміри сенсора	42,5 x 30 x 13 мм
Розрядність АЦП	12 біт
Час сканування фрагмента зображення	до 3 с
Розміри системи	150 x 100 x 550 мм
Вага	2 кг



КОМБИНИРОВАННЫЙ РАДИАЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ СОТОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ И ЭЛЕМЕНТОВ ТОЧЕЧНОЙ СВАРКИ



Выполняется с использованием портативной полноформатной цифровой рентгентелевизионной камеры РТВ-03 и твердотельного мини рентгеновского преобразователя.

Технические характеристики системы РТВ-3:

Размер рабочего поля 120 x 160 мм

Дискретные размеры цифрового рентгеновского изображения 1100 x 1440 точек

Максимальное напряжение рентгеновского излучения 200 кВ

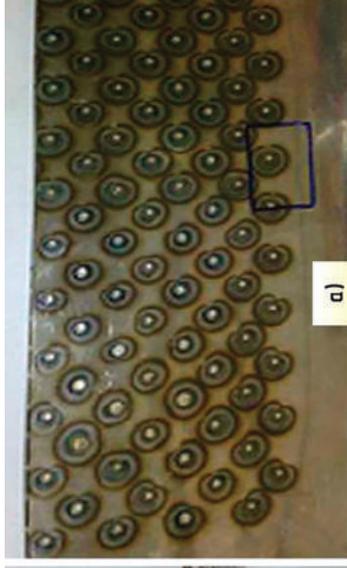


а)

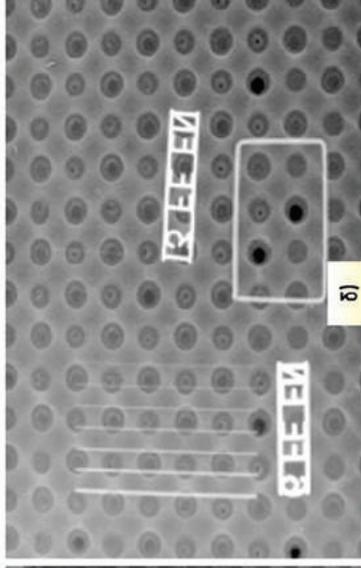


б)

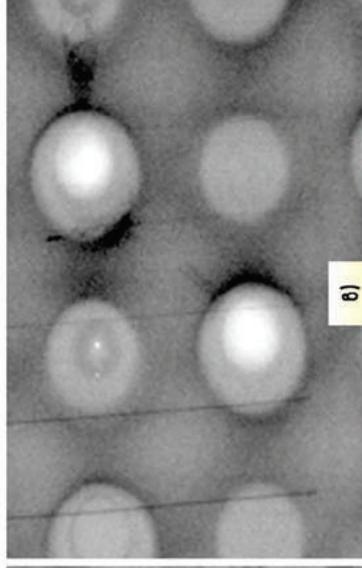
а) фрагмент крыла самолета; б) изображение локального участка, полученное методом контактной съемки; в) увеличенное изображение участка с дефектом полученное с помощью миниатюрного R-преобразователя



а)



б)



в)

а) Образец с двойной точечной сваркой; б) изображение образца, полученное контактным путем с выделением локального участка; в) увеличенное изображение с использованием миниатюрного R- преобразователя

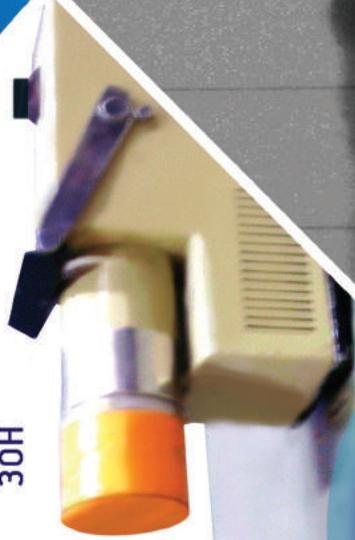
X-RAY

СКАНИРОВАНИЕ
СЛОЖНЫХ
ПОВЕРХНОСТЕЙ



MINI

ИЗУЧЕНИЕ
НЕДОСТУПНЫХ
ЗОН



ПРИМЕНЕНИЕ
МИНИАТЮРНЫХ
ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ
ДЛЯ РАДИАЦИОННОГО
КОНТРОЛЯ



В контактном просвечивании
внутренние дефекты с точностью
до 20 пар на мм. В дистанционном –
маштабирование до 10 крат.

Технические характеристики
преобразователя:

Размеры сенсора 4,5x30x13 мм

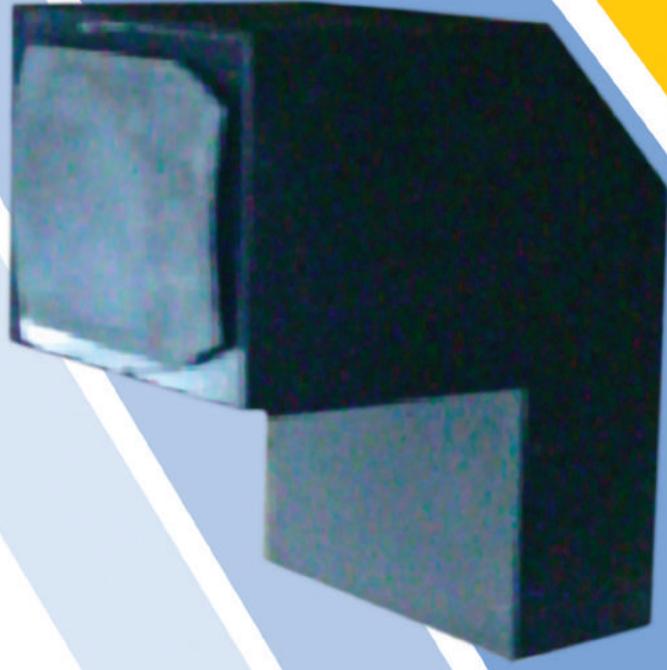
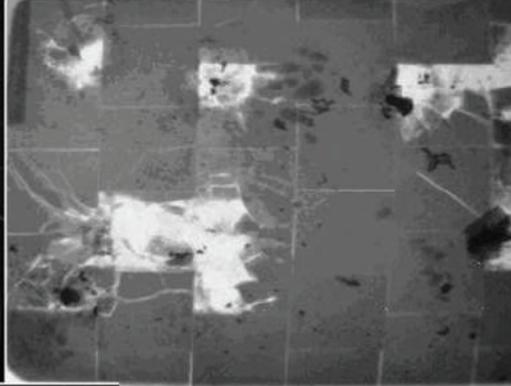
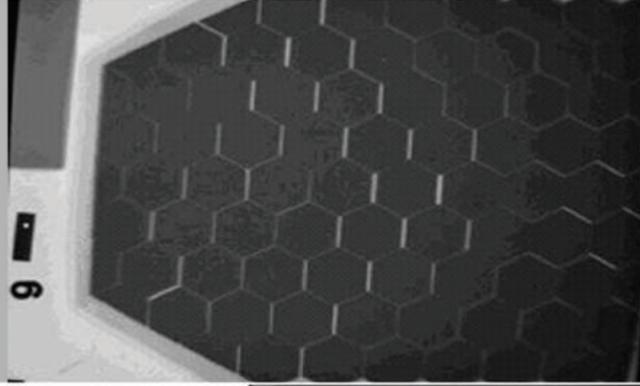
Разрешение 1700x1200 пикселей

Рабочая область 25x34 мм

ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ РАДИАЦИОННОГО К О Н Т Р О Л Я КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Рентгеновскому контролю с непосредственным выводом цифрового изображения на экран компьютера, подверглись 23 бронепластины в полном сборе (пластина + покрытие). Было выявлено несоответствие заявленных параметров и внутренние дефекты, которые не могли быть определены визуально.

Технические характеристики системы РТВ-4
Размер рабочего поля 270 x 360 мм
Дискретные размеры цифрового рентгеновского изображения 960 x 1280 точек
Максимальное напряжение рентгеновского излучения 200 кВ





МАГНИТНЫЙ КОНТРОЛЬ

**СРАВНЕНИЕ НАМАГНИЧИВАЮЩИХ УСТРОЙСТВ
НА ПОСТОЯННЫХ МАГНИТАХ ДЛЯ МАГНИТОПОРОШКОВОГО
КОНТРОЛЯ**

проф. В.А. Троицкий, В.М. Горбик, О.С. Бородай

\Институт электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины

Магнитопорошковый контроль (МПК) является одним из основных методов оценки качества металлоконструкций, обнаружения в них поверхностных и подповерхностных нарушений, трещин различного происхождения, непроваров сварных соединений, пор, надрывов, закатов, флакенов и др. несплошностей.

Для намагничивания изделий при магнитопорошковом контроле (МПК) во всем мире широко применяются намагничивающие устройства (НУ) на постоянных магнитах с гибким соединением магнитов стальным тросиком. Такие НУ разрабатывались и в ИЭС им. Е.О. Патона 20 – 25 лет тому назад. Они до сих пор выпускаются под названием МАГЭКС-1П. НУ с тросиком просты в изготовлении, позволяют магнитным полюсам занимать любые пространственные положения. Это определило их широкое распространение, способствовало распространению МПК на основе постоянных магнитов. МПК на постоянных магнитах мобилен, не требует источников тока, кабелей, имеет ряд технологических преимуществ, описанных в книге [1]. Однако конструкции НУ с соединительным ярмом между полюсами в виде тросика имеют много недостатков, что снижает возможности этого метода неразрушающего контроля (НК).

Практика показала, что более перспективными являются НУ на постоянных магнитах, соединение полюсов у которых выполнено не тросиком, а гибким шарнирным ярмом, ферромагнитная часть сечения которого на несколько порядков больше, чем у тросиков. Покажем, что выполнение этих двух требований существенно повышает эффективность МПК с использованием постоянных магнитов.

Серийные конструкции первых и вторых типов НУ (МАГЭКС-1П и ТВА-5) приведены на рис. 1, а их технические характеристики – в табл. 1. Подобные НУ широко применяются во всех отраслях промышленности практически во всех странах.

Для сравнения эффективности применения конструкций НУ на тросике и шарнирном магнитопроводе нами были проведены сравнения НУ МАГЭКС-1П и ТВА-5, разработанные ИЭС им. Е.О. Патона. Результаты подтверждены и при использовании НУ других фирм.

В табл. 1 жирным шрифтом выделено несколько принципиальных различий, подчеркивающих важность замены тросика (рис. 1а,б) на монолитное гибкое ярмо (рис. 1д) и изменение направления намагничивания с вертикального на

ДЕФЕКТОСКОПИЯ XXI ВЕКА

параллельно поверхности контролируемого объекта. Из табл. 1 видно, что для достижения приблизительно равных величин тангенциальных составляющих (8 кА/м и 11,2 кА/м) мощность (индукция) на полюсах при тросике должна быть в $590 : 72 = 8$ раз больше. НУ со сплошными ярами (см. п.п. 3 и 5 табл. 1) имеют в 1,5 раза больше величины поисковых полей внутри объекта. Отказ от расположения магнитов на полюсах позволил уменьшить мощность магнитов приблизительно в $120 : 72 = 1,7$ раза, что следует из сравнения п. 2 и п. 5 этой таблицы 1.

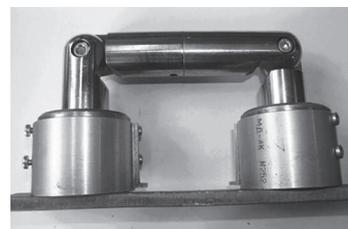
Все намагничивающие устройства по рис. 1 предназначены для локального намагничивания определенного участка металлоконструкции. Для того, чтобы намагнитить следующий участок, НУ надо оторвать от поверхности с усилием 20 – 30 кгс, а в МД-4К до 45 кгс и переставить на новую позицию. Согласно нормативным документам [2, 3, 4] такая многократная перестановка выполняется с шагом, кратным ширине полюса вдоль всего сварного шва. НУ должно устанавливаться под разными углами к оси сварного соединения. Поэтому НУ по рис. 1д в отличие от других 1а, б, в, г, в своей конструкции может иметь на одном из полюсов отжимаемый ролик (колесико), что позволяет передвигать этот полюс, изменяя направление поиска дефектов без отрыва НУ от поверхности объекта. Плавное перемещение одного из полюсов по поверхности объекта повышает эффективность МПК



а) МАГЭКС, тросик



б) МАГЭКС-1П,



в) НУ ярмо сплошное



г) НУ, магнитопровод
из пластин



д) ТВА-5, шарнирный магнитопровод

Рис. 1. Типовые конструкции намагничивающих устройств на постоянных магнитах: а, б, в – вертикальное расположение постоянных магнитов в полюсах; г, д – расположение магнитов внутри ярма

Таблица 1. Сравнительные характеристики НУ разных производителей

№ п/п	Тип НУ вид соединения полюсов	Технические характеристики							Возможность плавного переключения одного из полюсов
		Габаритные размеры, мм	Максимальное межполюсное расстояние, мм	Масса, кг	Сила отрыва от стальной пластины, кГс	Индукция магнитного поля на полюсе, Вн, мТл	Тангенциальная составляющая Нг, кА/м в центре межполюсного расстояния 100 мм	Поисковое магнитное поле Нвн в зазоре шириной 3 мм между пластинами 500x250x12 мм на глубине 6 мм, кА/м	
1	МАГЭС, тросик	д.45x145x680	280	0,83	38	590	8,0	27,2	нет
2	МАГЭС-1П, тросик	д.35x135x690	340	1,1	28	120	16,0	30,4	нет
3	НУ, ярмо сплошное	д.32x50x150	250	1,0	30	65	12	23,0	нет
4	НУ, ярмо шарнирное	д.55x50x300	70	2,98	45	180	17,1 (70 мм)	45,3	нет
5	ТВА-5, ярмо шарнирное	д.30x295	200	1,8	30	72	11,2	44,8	есть

ДЕФЕКТОСКОПИЯ XXI ВЕКА

Все пять сравниваемых НУ представляют собой П-образные магнитные системы, содержащие постоянные магниты, оси которых направлены параллельно (г, д) или перпендикулярно (а, б, в) поверхности контролируемого изделия и разные ярма, соединяющие полюса. В первых двух НУ (а, б) тросики, в трех остальных (в, г, д) – ярма. Установленные на ферромагнитное изделие такие НУ создают замкнутые магнитные цепи, отдельные участки которых обладают магнитными сопротивлениями, равными

$$R_m = \frac{F}{\Phi} = \frac{l}{\mu S},$$

где l и S – длина и сечение участка магнитной цепи, μ – магнитная проницаемость. Все НУ имеют вокруг себя развитые магнитные поля рассеяния (рис. 2), взаимодействие которых между собой существенно влияет на их технологические возможности. Основные (рис. 2) магнитные потоки Φ_0 , которые на всех участках последовательной цепи будут одинаковы, определяют возможности НУ создавать над дефектом изделия магнитные поля, собирающие магнитный порошок, формирующие индикации дефектов. Т.о., возможности НУ обнаруживать дефекты прежде всего определяются величиной магнитного потока Φ_0 , его тангенциальной составляющей.

$$\Phi_0 = \frac{F}{\Sigma R_m}$$

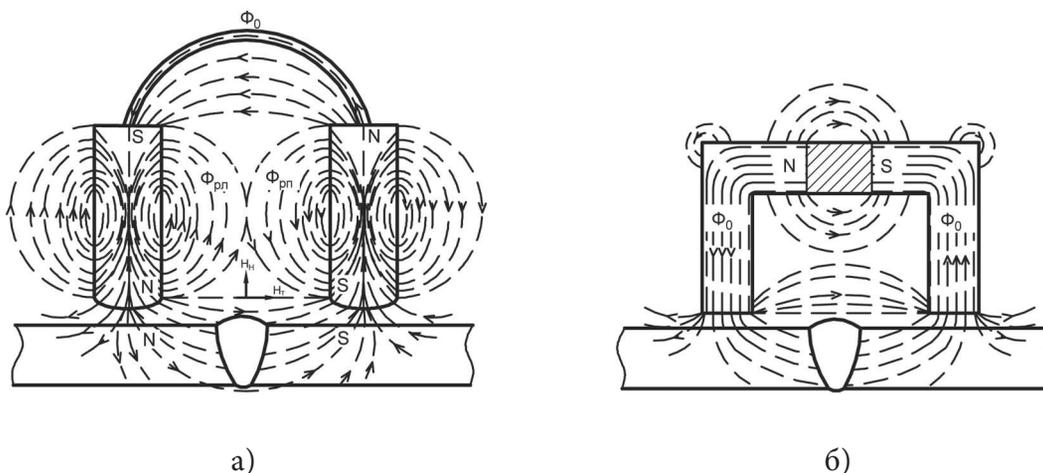


Рис. 2. Распределение магнитных потоков в НУ: а) с тросиком; б) со сплошным ярмом

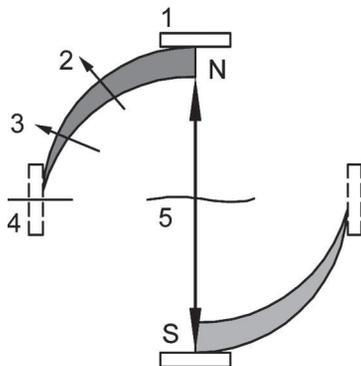
Очевидно, магнитное сопротивление сплошного ярма R_y значительно меньше магнитного сопротивления тросика R_t . Эта разница зависит от отношения сечений ферромагнитных масс в ярме и тросике. При ярме

$d = 30$ мм это сечение $S_{\text{я}} = 706$ мм², а в тросике оно составляет только 22,7 мм², т.е. в $706 : 22,7 = 21$ раз меньше. Приблизительно во столько же раз меньше поисковый поток Φ_0 в устройствах с тросиком. В устройствах по рис. 1а и рис. 1б с вертикально расположенными постоянными магнитами имеются особо сильно развитые магнитные поля рассеяния, которые изменяются с изменением межполюсного расстояния. Отношение нормальных и тангенциальных составляющих этих полей определяют технологические возможности НУ.

Из рис. 2 видно, что картины распределения магнитных силовых линий полей рассеяния зависят от расположения постоянных магнитов, сильно отличаются по величине и имеются мощные магнитные поля вокруг вертикально расположенных постоянных магнитов. С приближением полюсов друг к другу происходит компенсация встречно направленных нормальных магнитных полей рассеяний. Это явление устраняется при изготовлении ярма - сплошным (рис. 1г,д). Картины распределения нормальных составляющих полей рассеяния по рис. 2 зависят и от геометрии контролируемого изделия, прилегающей ферромагнитной среды.

В мощном НУ рис. 1в, (ядро сплошное) в котором вертикально расположенные постоянные магниты имеют небольшую высоту, составляющую около 1/5 части высоты полюса, эффект взаимного размагничивания параллельных и встречно направленных магнитных потоков остается, но он существенно меньше.

В НУ по рис. 1д магнитопровод выполнен из шарнирно соединенных ферромагнитных элементов с горизонтальным, параллельно поверхности контролируемого изделия, расположением магнитов в яре, что исключает магнитные противопотоки при сближении полюсов. Здесь, в межполюсном пространстве картина распределения магнитных полей рассеяния не зависит от расстояния между полюсами. Этим объясняется равномерность выявляемости дефектов во всем межполюсном пространстве этого НУ.



*Рис. 3. Эффективность обнаружения трещины 5 в зависимости от направления намагничивания:
1 – максимальная;
2, 3 – пониженная;
4 – не обнаружение*

ДЕФЕКТОСКОПИЯ XXI ВЕКА

Один из полюсных наконечников у ТВА под заказ выполняется с эксцентрически установленными колесиками, обеспечивающими возможность перемещения полюса по поверхности контролируемой детали.

Эффективность обнаружения трещины зависит от угла между её плоскостью и направлением тангенциальной составляющей магнитного поля. Диаграмма обнаружения трещины от её расположения относительно направления магнитного намагничивания потока представлена на рис. 3 [3]. Кроме того, возвратно-поступательное движение одного из полюсов ТВА (рис. 1д) способствуют повышению выявляемости разноориентированных трещин. После поисковых движений, используемых для обнаружения индикации дефектов, поворотом ручки эксцентрического колесика НУ переводится с режима оценки индикации, в режим минимизации зазора между полюсом и поверхностью объекта контроля, в режим повышенной тангенциальной составляющей магнитного поля. При этом в сравнении со всеми НУ по рис. 1 устройство ТВА легко снимается по-полюсно с поверхности объекта контроля.

При разработке НУ ТВА учитывалось следующее.

1) Напряженность магнитного поля, создаваемая НУ, должна обеспечивать намагничивание объекта до состояния технического насыщения.

2) Масса НУ должна быть по возможности минимальной, а подвижность максимальной.

3) НУ должно удерживаться на вертикальной и потолочной поверхности объекта контроля, имея силу отрыва не менее 20 кгс, и силу его снятия порядка 3 – 5 кгс.

Для НУ с гибким ярмом различают понятия сила снятия и сила отрыва. Для НУ с жестким ярмом, например по рис. 1в и рис. 1г этого различия нет. В случае гибкого ярма есть возможность сначала, наклонив один полюс, легко его оторвать от ферромагнитной поверхности. Потом снять второй полюс. Это преимущество всех НУ с гибкими ярмами.

При полюсном намагничивании напряженностью H_e в детали создаются размагничивающие магнитные поля, зависящие от формы детали и дефектов, и истинное поле внутри детали равно

$$H = H_e - NJ - N_A J,$$

где N , N_A – размагничивающие факторы формы детали и дефектов.

Сравниваемые конструкции НУ имеют разное количество зазоров и их площадей. Поэтому с учетом различных «незначительных» воздушных зазоров на пути магнитного потока, на преодоление которых также требуется МДС, и результирующее значение H еще меньше:

$$H = H_e - NJ - N_A J - N_B J,$$

где $N_B J$ – составляющая напряженности магнитного поля, необходимая на преодоление воздушных зазоров между полюсами и изделием и элементами магнитопровода.

Контрольным параметром режима намагничивания является напряженность магнитного поля на поверхности изделия и, в соответствии с [3,4], рекомендуемая тангенциальная составляющая H_t напряженности на контролируемой поверхности, измеренная датчиком Холла расположенным перпендикулярно этой поверхности, должна составлять от 2 до 6 кА/м. Это справедливо при контроле изделий из малоуглеродистых и низколегированных сталей, типовое значение магнитной индукции насыщения которых находится в пределах от 1,6 до 2,0 Тл.

Для уверенного выявления трещин, формирования устойчивых индикаций дефектов необходимо, чтобы отношение H_n к H_t , называемое критерием выявляемости $\theta = H_n/H_t$ не превышало 3-х раз, т.е. $\theta < 3$, т.е. относительно большая нормальная составляющая ухудшает технологические возможности.

В НУ рис. 1а, б, в на участках, прилегающих к магнитным полюсам, из-за больших величин нормальных составляющих полей рассеяния величина значения θ большая и индикации дефектов практически не формируются. Здесь мощная нормальная составляющая не дает им формироваться, магнитный поток идет вдоль полости трещины, магнитные силовые линии одного края трещины не замыкаются на втором ее крае, снимается магнитный порошок в этих зонах.

Практика показала, что основными параметрами НУ на постоянных магнитах являются:

- 1) напряженность (индукция) магнитного поля на полюсах вне ферромагнитной массы;
- 2) тангенциальные составляющие напряженности магнитного поля в центре между полюсами как вне, так и на поверхности изделия, зависящие от толщины, формы изделия, свойств материала объекта;
- 3) напряженности магнитного поля в зазоре между подвижным полюсом и объектом в период поиска и при оценке индикации;
- 4) механическое усилие отрыва полюсов от ферромагнитной поверхности пропорционально квадрату индукции в зазоре и площади полюса: $F_{max} = B^2 S$ и должно быть не меньше 20 – 30 кгс.

Для получения сравнительных данных, МАГЭКС-1П (тросик) и ТВА-5 (ядро шарнирное), они поочередно устанавливались сначала на неферромагнитном стенде, потом на стальной пластине размером 500x250x12 мм. Измерения проводились миллитесламетром МТУ-1 с датчиком Холла через каждые 10 мм от нейтральной оси НУ.

Результаты измерений отдельных составляющих магнитного поля построены в виде графиков на рис. 4 и 5 для трех расстояний между полюсами 40, 60 и 100 мм.

Тангенциальная B_t составляющая индукции на поверхности пластины измерялась при расстоянии датчика Холла $t = 0,8$ мм от поверхности.

Из рис. 4 следует, что с приближением полюсов друг к другу возрастает нормальная и тангенциальная составляющая индукции магнитного поля. Причем интенсивность роста B_n и B_t в конструкции с тросиком в 2 – 3 раза быстрее, чем в случае монолитного ярма. Абсолютные величины B_n и B_t зависят от мощности (индукции) полюсов, количества постоянных магнитов.

В случае тех же измерений при расположении НУ на поверхности ферромагнитного изделия (рис. 5) в несколько раз снижается нормальная составляющая B_n и сильно искажаются кривые её распределения между полюсами. Это распределение приобретает синусоидальную форму с прохождением через нулевые значения на расстояниях $1/4$, $1/2$ и $3/4$ от полюсов.

Кривые распределения $B_n = f(L)$ три раза проходят через нулевые значения. Таким образом, в случае ярма с тросиком высокая выявляемость дефектов будет в трех зонах $1/4$, $1/2$ и $3/4$, где $\theta = 0$. Причем кривые распределения B_n теряют свою синусоидальность распределения, если расстояние между полюсами сделать минимальным, например 40 мм.

В сравнении с измерениями вне ферромагнитной массы тангенциальная составляющая индукции B_t уменьшается в десятки раз, т.к. основная составная часть тангенциального потока теперь идет по металлу. Очевидно, технологические возможности всех НУ определяются кривыми распределения B_n , которые зависят от размеров и массы ферромагнитного изделия. При большом удалении полюсов в случае тросиков между точками $1/4$, $1/2$ и $3/4$ имеются четыре зоны плохой выявляемости дефектов: под полюсами и в местах, где кривые распределения B проходят через максимальные значения. Сложение и компенсация развитых полей рассеяния в случае тросика сильно зависит от расстояния между полюсами. Зоны низкой и хорошей выявляемости чередуются и зависят от величины межполюсного расстояния.

Эти особенности НУ с тросиком зависят от высоты вертикально расположенных магнитов. Чем выше столбики, тем ниже технологические свойства НУ. В конструкции НУ по рис. 1в этот недостаток уменьшен. Здесь существенно уменьшена высота вертикально расположенных магнитов. Из табл. 1 видно, что это обстоятельство и сплошное ярмо обеспечило данному НУ большое поисковое магнитное поле.

На рис.5б наблюдается смещение B_t в отрицательную область в НУ МАГЭКС-1П при относительно больших межполюсных расстояниях 60 и 100 мм. Это объясняется большими значениями B_n нормальных составляющих магнитной индукции, включая отрицательные значения. При измерении тангенциальной составляющей в плоскость датчика Холла в данном случае попадает межполюсное магнитное поле не только параллельное поверхности.

На рис. 6 показаны графики распределения нормальной B_n и тангенциальной B_t составляющих магнитной индукции вне и на

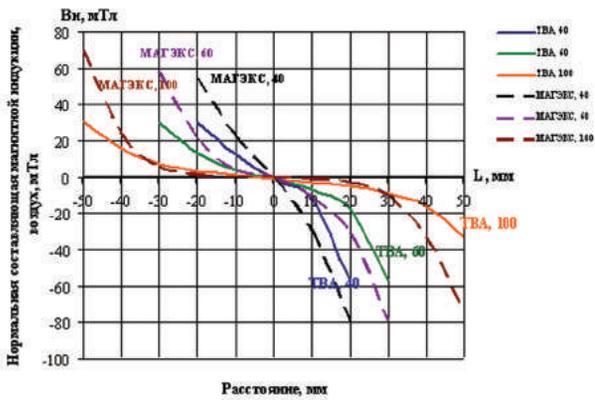


Рис. 4. Распределение составляющих магнитной индукции в межполюсном воздушном пространстве:
 а) нормальной V_n ;
 б) тангенциальной V_t
 у НУ МАГЭКС-1П и ТВА-5,
 располагаемых вне ферромагнитных
 объектов при расстояниях
 40, 60 и 100 мм между полюсами

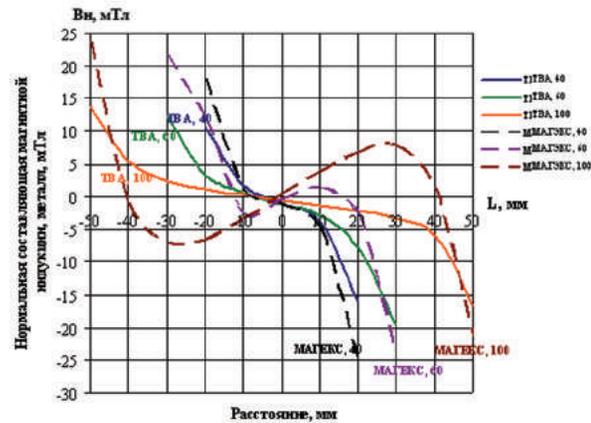
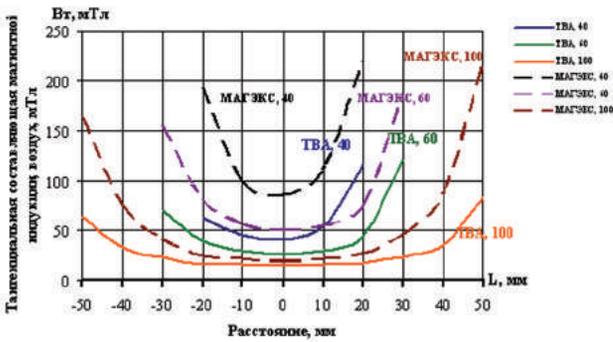
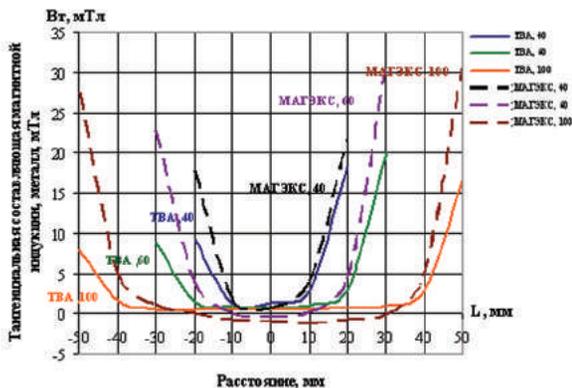


Рис. 5. Распределение составляющих магнитной индукции на поверхности стальной пластины:
 а) нормальной V_n ;
 б) тангенциальной V_t
 у НУ МАГЭКС-1П и ТВА-5
 при расстоянии 40, 60 и 100 мм
 между полюсами



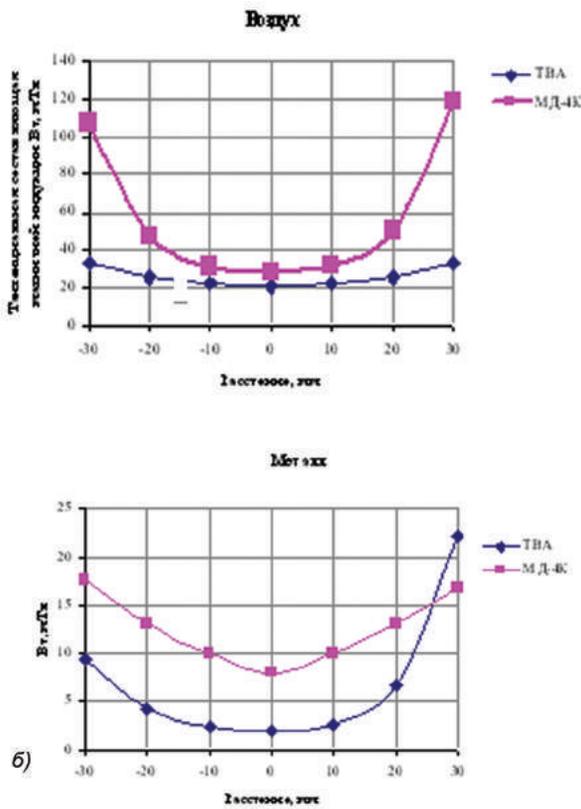
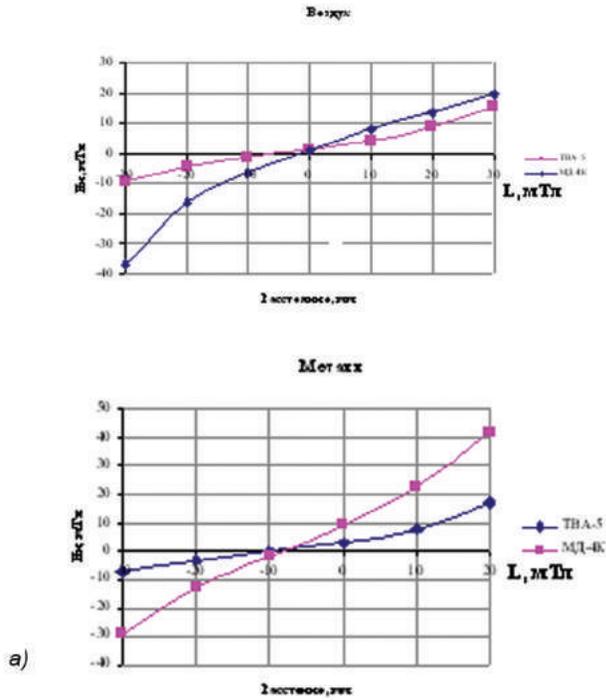


Рис. 6. Распределение составляющих индукций B_x и B_t в межполюсном пространстве НУ ТВА-5 и НУ (рис. 1е) при расстоянии между полюсами 70 мм: а – вне ферромагнитных масс; б – на поверхности ферромагнитного объекта

ферромагнитной массе для двух НУ со сплошными ярмами, но с горизонтальным (ТВА-5) и вертикальным (рис.1в) направлением намагничивания. Обе эти составляющие у МД-4К больше, чем у ТВА, т. к. в МД-4К установлены более мощные магниты. На ферромагнитном изделии нормальные составляющие B_n остались одного порядка величин, а тангенциальные составляющие B_t резко упали, т.к. были зашунтированы ферромагнитной массой. Отношения вблизи полюсов для МД-4К на воздухе, а на ферромагнитном изделии . Для ТВА на воздухе , на изделии , т.е. вертикальность направления намагничивания существенно ухудшает показатель θ .

С учетом неоднозначности напряженности (магнитной индукции) на полюсах сравниваемых НУ: МАГЭКС-1П: +107мТл; -127мТл; ТВА-5: +43мТл, -58мТл; НУ (рис.1в): +166мТл, -188мТл отсутствует симметрия кривых относительно центра полюсных систем НУ на рис.5б.

Третья серия испытаний проводилась на стенде, представляющем собой две стальные пластины 500×250 мм, толщиной 12 мм (рис. 7), между которыми устанавливался с помощью немагнитной вставки зазор 3 мм, равный толщине датчика Холла миллитесламетра. Таким образом появилась возможность измерять тангенциальную (внутреннюю) составляющую магнитной индукции внутри металла, т.е. ту составляющую магнитного поля, которая выявляет дефекты.

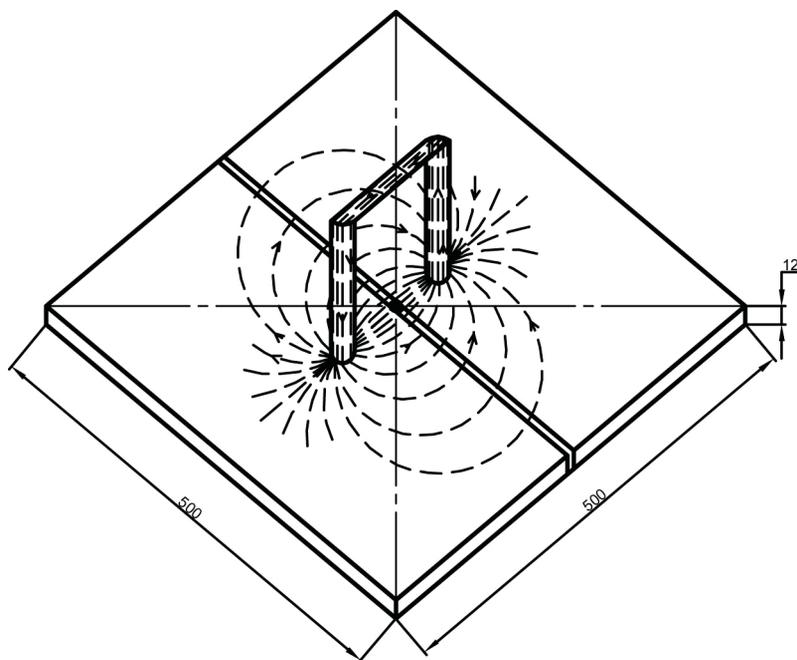


Рис. 7. Схема стенда для измерения поля внутри металла

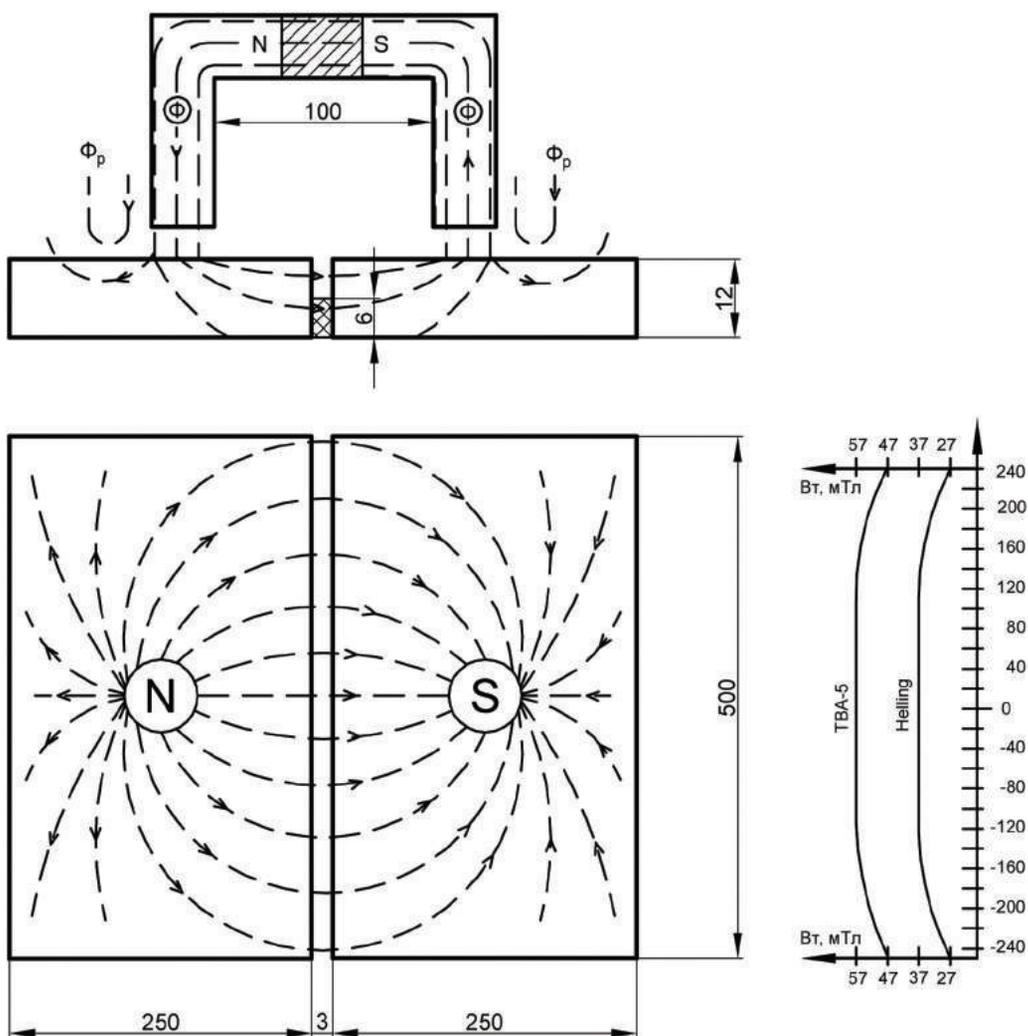


Рис. 8. Распределение магнитных потоков в габаритной ферромагнитной пластине

Распределение магнитных потоков в пластинах приведены на рис. 8.

Измеренные поисковые магнитные поля $B_{вн}$ в зазоре шириной 3 мм между пластинами, приведенные в табл. 1, показывают превышение $B_{вн}$ в НУ с монолитным ярмом над аналогичными полями НУ с тросиком в 1,47 - 1,66 раза.

Постепенно увеличивая у стенда (рис. 7) величину зазора S (по 0,5 мм), записывали значения величин индукций в зазоре при намагничивании НУ ТВА-5 и НУ МАГЭКС-1П. Далее с помощью графиков рис. 9 получили значения

магнитного потока $\Phi = B_T \times S$ внутри «монолитной» пластины 500x250x12 мм при 60, 80, 100 мм межполюсных расстояниях НУ. С удалением друг от друга магнитных полюсов от 60 мм до 100 мм магнитное поле внутри металла при НУ ТВА-5 изменяется мало, а в случае НУ МАГЭКС-1П с тросиком оно уменьшилось на 17 % с 70 до 60 мТл. С удалением полюсов друг от друга вводятся дополнительные зоны металла с их магнитными сопротивлениями и уменьшается величина магнитного потока внутри металла, связанная с перераспределением и увеличением магнитных полей рассеяния. В случае изготовления ярма в виде тросика при удалении полюсов падает как абсолютная величина поискового магнитного потока, так и появляются зоны с $\theta = 0$.

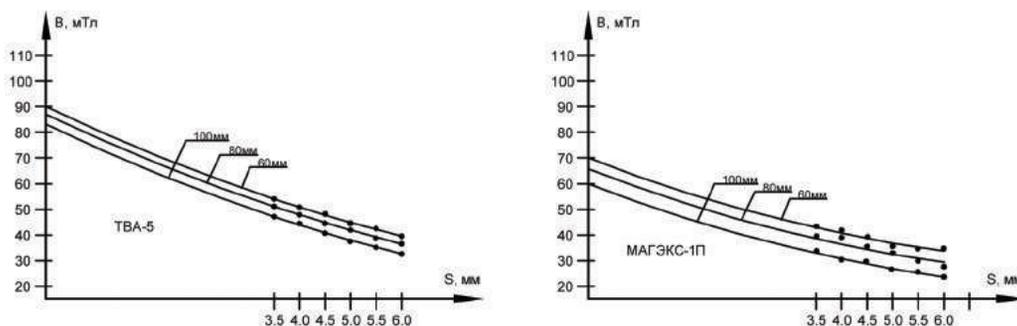


Рис. 9. Значения B_T внутри пластины, для НУ ТВА с шарнирным ярмом и НУ МАГЭКС в виде тросика при расстоянии 40, 60, 100 мм между полюсами

Следующая серия экспериментов была проведена на образце с внутренними дефектами. Для этого был изготовлен образец, показанный на рис. 10, толщиной 20 мм из конструкционной стали с восьмью сверлениями $\varnothing 1$ мм на разных глубинах залегания от поверхности.

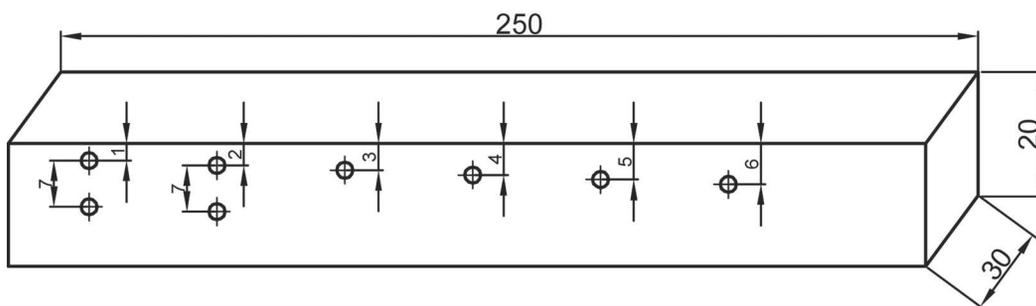
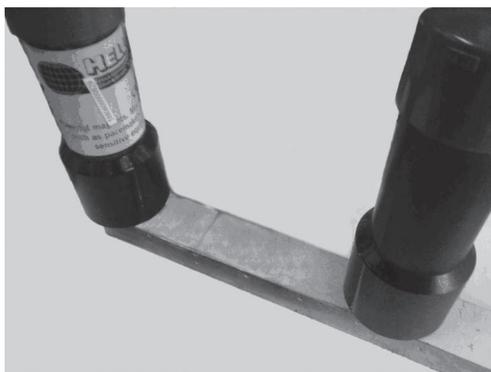


Рис. 10. Испытательный образец с искусственными дефектами в виде сквозных отверстий $\times \varnothing 1$ мм

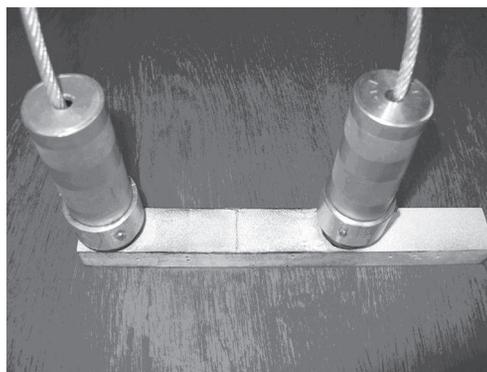
Фотографии четырех НУ на данном образце и соответствующие индикации сквозных сверлений показаны на рис. 11. Как видно из рис. 11

ДЕФЕКТОСКОПИЯ XXI ВЕКА

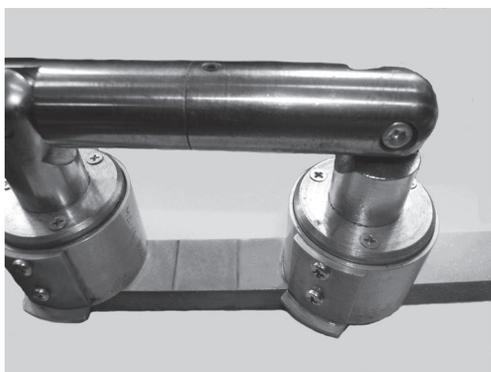
все сравниваемые НУ показали разные возможности выявления дефектов. Выделяется устройство ТВА с относительно слабыми магнитами, которое оказалось способным выявлять несплошности, расположенные под самым полюсом. Это НУ способно находить дефекты во всем межполюсном пространстве, включая внутренние $\varnothing 1,0$ на глубине до 3 мм. Хуже всех оказались результаты у НУ с ярами в виде тросиков. Мощное НУ (рис. 1в) со сплошным ярмом, но с вертикально расположенными магнитами не смогло выявить засверления вблизи полюсов, тогда как хорошо определило глубокие засверловки вдали от полюсов.



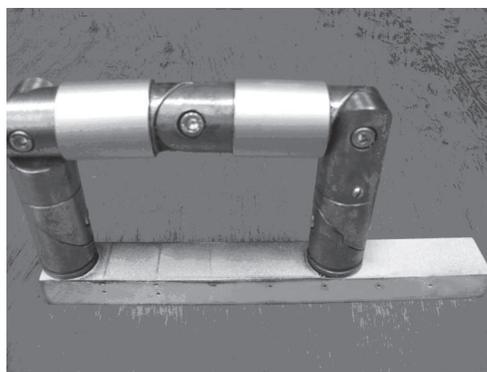
НУ, тросик



НУ МАГЭКС-1П, тросик



НУ ярмо сплошное



НУ ТВА-5, ярмо шарнирное

Рис. 11. Фотографии сравниваемых намагничивающих устройств на испытательном образце с искусственными дефектами

Из описанных исследований следуют выводы:

1. Мнение, что чем больше сила отрыва от поверхности контролируемого изделия, тем лучше НУ – неверное. Это условие необходимое, но недостаточное. Технологическая эффективность у мощных НУ может

быть малая и она зависит от конструкции НУ. У сравниваемых НУ сила отрыва отличается на 10 – 20 %, а эффективность (рис. 11) несопоставимая. Эффективность НУ зависит прежде всего от конструкции устройства.

2. Решающее значение для выявления дефектов имеет не тангенциальная составляющая магнитной индукции, измеренная на поверхности объекта между полюсами, а поисковое магнитное поле внутри металла. В данных опытах – магнитный поток в зазоре между массивными стальными пластинами. То НУ лучше, у которого этот магнитный поток больше. Если тросик заменен на сплошное ферромагнитное ярмо, то магнитный поток внутри контролируемого объекта значительно возрастает.

3. Все сравниваемые НУ вне контролируемого изделия имеют приблизительно одинаковые картины распределения отдельных составляющих магнитного поля. На ферромагнитном изделии кривые распределения тангенциальной составляющей магнитной индукции приблизительно сохраняют свою форму, тогда как распределение нормальной (B_n) составляющей в случае тросика претерпевает замысловатые синусоидальные изменения. Они равны нулю в трёх зонах 1/4, 1/2 и 3/4 расстояния между полюсами и могут достигать больших значений в четырех промежуточных местах межполюсного пространства. Очевидно, эти изменения нормальной составляющей магнитной индукции зависят и от формы изделия. Иногда трещина может быть видна на поверхности металлоконструкции, а НУ с тросиком ее не фиксирует. Такие НУ серьезно подрывают авторитет магнитопорошкового контроля. Практика показала, что для деталей сложного профиля, например, деталей подвижного состава, локальное намагничивание более эффективно, чем намагничивание всей детали. Поэтому важно, чтобы конструкция НУ была эффективная.

Литература

1. Троицкий В.А. Магнитопорошковый контроль сварных соединений и деталей машин. Киев, 2002.
2. ГОСТ 21105-87. Контроль неразрушающий. Магнитопорошковый метод.
3. ДСТУ EN ISO 17638:2014. Контроль неразрушающий сварных соединений. Контроль магнитопорошковый.
4. EN ISO 9934 часть 1, 2, 3. Контроль магнитопорошковый.
5. Электротехнический справочник (в трех томах), под общей редакцией проф. Герасимова В.Г. и др., Москва, Энергия, 1980.
6. Постоянные магниты NdFeB, г. Киев, Квант; г. Киев, ООО НПК «РОМСАТ», 2012.
7. Неразрушающий контроль. Справочник в 8 томах, под ред. Акад. РАН Клюева В.В., М., Машиностроение, 2006.
8. Troitsky V.A. Devices for the Movable Local Multidirectional Magnetization of Metal Structures in Magnetic Particle Testing, Materials Evaluation, Vol. 73, N 6, p. 675-683, June 2015.
9. Троицкий В.А. Подвижное намагничивающее устройство (варианты), патент № 111766 от 10.06.2016, Бюл. 11.
10. Троицкий В.А. Разнонаправленное локальное намагничивание металлоконструкций при магнитопорошковом контроле, ж. Территория NDT, № 3,

**НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ КОНТРОЛЯ, РЕМОНТА И ЗАЩИТЫ
ТЕПЛООБМЕННЫХ ТРУБОК**

*проф. В.А.Троицкий, ИЭС им.Е.О.Патона НАН Украины,
М.Л.Казакевич, ИФХ им.Л.В.Писаржевского НАН Украины*

На всех тепловых атомных электростанциях имеется много различных теплообменных агрегатов. В их состав входит большое количество теплообменных труб диаметром 20 – 40 мм, торцы которых выходят на трубные доски. Например, парогенераторы (ПГ) Запорожской АЭС типа ПГВ-1000М, предназначенные для выработки насыщенного пара, работают в составе энергоблока с водо-водяным ядерным реактором и являются основной составляющей частью циркуляционных петель реакторных установок. В таких теплообменниках пар, который является теплоносителем, конденсируется на горизонтально расположенных теплообменных трубках (ТОТ). Многочисленные конденсаторные трубки образуют поверхность охлаждения, которая разделяет после отработки в турбине паровую и водяную части конденсатора. Здесь теплота отработанного пара передается воде, циркулирующей в трубках. Длина трубок – 14 м, внутренний диаметр – 26 мм, толщина стенки – 1 мм, материал трубок – медно-никелевый сплав МНЖ-5. Пучок охлаждающих трубок ПГ насчитывает более 80 000 элементов, по каждой из которых циркулирует неочищенная техническая вода. В тоже время пар, конденсирующийся на внешней поверхности трубок ПГ, далее проходит тщательную многостадийную подготовку. Конденсат деаэрируют для удаления газов (O₂, CO₂), способствующих коррозии, очищают от ферромагнитных соединений железа, обрабатывают ионообменными смолами и т.д.

Только такая стерильность конденсата обеспечивает надежность работы АЭС. Комплекс мероприятий по обеспечению режима водно-химической очистки конденсата обеспечивает минимальное количество отложений на теплопередающей поверхности парогенератора (ПГ), предотвращение коррозионно-эрозионных повреждений, минимальный объем выбросов, содержащих вредные примеси для окружающей среды. И все эти усилия по обеспечению высокого качества конденсированной воды оказываются напрасными, если происходит нарушение герметичности теплообменных трубок. Тонкостенные трубки из медно-никелевого сплава при прохождении по ним неочищенной воды повреждаются от коррозии и эрозии. На рис. 2 показана фотография эрозионного износа такой трубки. С возрастом металл теплообменников труб (ТОТ) деградирует, возникают язвы и, в конечном итоге, потеря герметичности.

Примеси, растворенные в охлаждающей технической воде, попадают в конденсат, что недопустимо. Трубки, потерявшие герметичность, выводят из эксплуатации. Дефектные трубки глушат на трубных досках (рис. 1). Эта

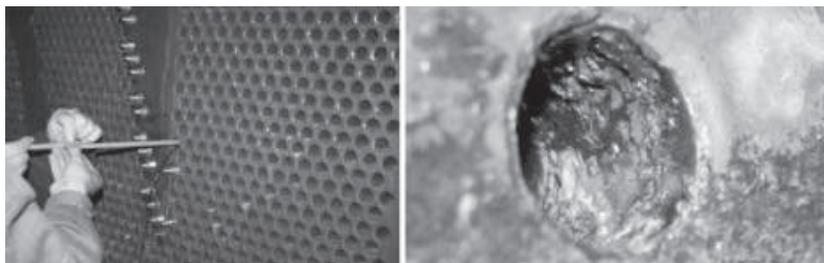


Рис. 1. Трубная доска (коллектор) при введении в теплообменную трубку телеэндоскопа

Рис. 2. Картина эрозионного повреждения в устье теплообменной трубки

временная мера поддержания качества конденсата не может быть длительной, т.к. такой способ улучшения качества конденсата ухудшает теплофизические характеристики ПГ. Поэтому существует предел количества заглушенных трубок, выше которого эксплуатация ПГ становится малоэффективной.

Для восстановления возможностей парогенератора необходим ремонт или замена трубок. И то и другое проблематично. Для принятия решения по ремонту ПГ должны быть проведены исследования. Оценка состояния трубки, подлежащей ремонту, производится с использованием методов, оснастки и оборудования для неразрушающего контроля. Обычно это вихретоковые или магнитные дефектоскопы. Далее изучаются подходящие для конкретных условий методы, оснастки и материалы для ремонта дефектных трубок. После выполнения ремонтных работ трубки должны быть подвержены приемному НК и покрыты материалами для защиты внутренней их поверхности. Для этого используются краски или определенные антикоррозионные покрытия.

Такая последовательность ремонтных процедур используется во всех странах. Однако отдельные операции отличаются существенно. Так, для НК внутреннего износа трубок могут применяться: вихретоковый, магнитный, ультразвуковой (высоко- или низкочастотный), визуально-оптический методы. Последний метод отличается наибольшей наглядностью. Все электромагнитные и акустические методы дают информацию в виде электрических сигналов. Только эндоскопия дает абсолютно наглядную информацию о качестве внутренней поверхности и до и после ремонта. Этот метод успешно применяется и для мониторинга состояния ТОТ в течение процесса эксплуатации ПГ. Поэтому в нашей технологии ремонта был выбран визуально-оптический метод, реализуемый с помощью миниатюрных тепловизионных камер. Для этого был сконструирован видеотелеэндоскоп «Патон-эндо-25», позволяющий проводить непрерывное обследование и запись состояния внутренней поверхности ТОТ от трубной доски на протяжении всей

ДЕФЕКТОСКОПИЯ XXI ВЕКА

ее длины, а также контроль правильности выполнения ремонтной технологии. Цифры 25 в обозначении эндоскопа указывают на минимальный диаметр входного отверстия, через которое он может быть введен в изучаемую полость.

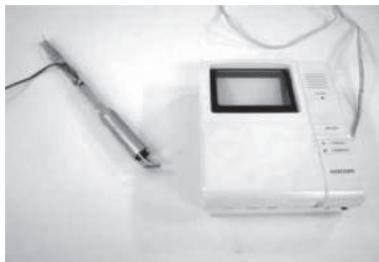


Рис. 3. Две телекамеры на штанге и монитор эндоскопа «Патон-эндо-25»

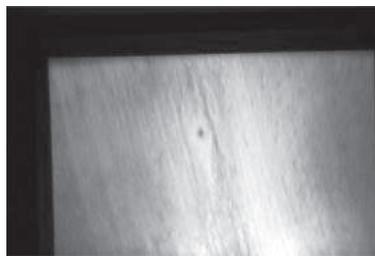


Рис. 4. Изображение сварного шва на экране теледефектоскопа

Особенности телевизионного трубного эндоскопа «Патон-эндо-25» (рис. 3) является наличие двух миниатюрных телекамер, способных видеть как всё внутреннее пространство, так и локальные зоны (рис. 2, 4). Видеоизображение на экране монитора может быть подвержено цифровой обработке. В результате могут быть выделены отдельные фрагменты, подвергаемые ремонту. Трубный телевизионный эндоскоп собран из широко распространенных миниатюрных телекамер, серийно производимых во всех развитых странах. Используемые комплектующие и монитор (ноутбук) недорогие и надежны.

Программы работы телеэндоскопа, обработки результатов контроля зависят от конкретных задач технологии ремонта и пишутся под деленный вид работ и последующего мониторинга состояния ТОТ.

Для задач ЗАЭС к телеэндоскопу прилагалась телескопическая (15 м) штанга, с помощью которой можно рассмотреть всю внутреннюю поверхность ТОТ. На рис. 3 показана внешняя часть этой штанги с двумя телекамерами. Этот видеодефектоскоп может быть использован с гибкой штангой, а также более короткой штангой для других задач диагностики. Перед ремонтом заглушенная труба требует тщательного обследования тестирования всей поверхности. Независимо от количества язв и сквозных дефектов должен быть проведен полный ремонт трубки и выполнен контроль ее герметичности.



Рис. 5. Цанговая оснастка для ремонта течей ТОТ.

Сформировавшиеся в зонах язв сквозные дефекты определяются вакуумно-манометрическим и химическим методами. Зоны

поверхности трубы без сквозных дефектов, разъеденные эрозией, следует ремонтировать так же как негерметичные участки.

Видеоэндоскоп «Патон-эндо-25» многократно применялся в процессе и после ремонта каждой поврежденной трубки. В соответствии с разработанной в Госпредприятии «КОЛОРАН» ИХФ им. Л.В. Писаржевского технологией обнаруженные в стенках течи ремонтировались с применением специальной цанговой оснастки (рис. 5) под непрерывным визуальным наблюдением.

Эта оснастка позволяет:

- герметизировать сквозные дефекты с помощью клеёв-герметиков, например, анаэробных композиций путем приклеивания на зону дефекта изнутри трубки втулок-уплотнений,
- герметизировать сквозные дефекты с помощью токопроводящих шпатлевок, поверх которых наносят электрохимическое покрытие, содержащие наночастицы алмаза.

Проведенные в лаборатории известной фирмы ISI в соответствии с американским стандартом ASTM испытания этих шпаклевок показали, что адгезия ремонтных покрытий к медной основе ТОТ оценивается максимально возможным баллом 5 по пятибалльной шкале. При этом обеспечивается твердость покрытия по графитовой шкале – выше 10Н, а стойкость к абразивному износу максимальна; абразивный износ в водной среде отсутствует. Проведенные на ЗАЭС испытания различных составов ремонтных покрытий внутренних поверхностей ТОТ систематизированы в табл. 1. Данные составы покрытий имеют ноу-хау, поэтому им присвоены обозначения, указанные в табл. 1.

Таблица 1

Показатель	Состав	Значения показателей для образцов покрытий							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Толщина	[1]	10,2	28,4	17,6	18,6	19,4	20,1	29,5	19,9
Адгезия покрытия	[2]	5	5	5	5	5	5	5	5
Твердость по графитовой шкале	[3]	Выше 10Н	Выше 10Н	Выше 10Н	Выше 10Н	Выше 10Н	Выше 10Н	Выше 10Н	Выше 10Н
Эластичность	[4]	9,4	6,9	8,2	2,3*	3,8*	7,9*	6,3*	8,9
Стойкость к абразиву	[5]	1-2	1	1	1	1-2	1-2	1	1-2
Абразивный износ в водной среде	[6]	2	1-2	1-2	1-2	2	2	1	2

Все составы покрытий прошли испытания на коррозионную стойкость и показали устойчивость защитного покрытия к 5 % NaCl в течение 120 часов. Это время было ограничено только временными возможностями экспериментов.

ДЕФЕКТОСКОПИЯ XXI ВЕКА

На основании полученных результатов наиболее предпочтительным для условий ЗАЭС оказался состав покрытия № 7 (табл. 1), показавший наивысшие баллы при испытаниях на абразивную стойкость в жидкой среде. Для этого состава характерна высокая механическая прочность, которая оказалась соизмерима с прочностью металла трубы, на которой было нанесено покрытие из этого состава.

Доказано, что новая технология зачистки, контроля и нанесения разработанного электрохимического покрытия толщиной 20 – 30 мкм на внутреннюю поверхность обеспечивает гарантированную защиту металла ТОТ от эрозии. При этом герметизируются сквозные дефекты, что позволяет продлить ресурс работы теплообменных аппаратов в 1,5 – 2 раза. Предложение реализации такой технологии в период технического обслуживания парогенераторов получило положительную оценку Всемирной ассоциации организаций, эксплуатирующих атомные станции. В решении этой организации отмечена перспективность применения предложенных решений для ремонта и защиты теплопередающих поверхностей конденсаторов турбин. К данной технологии проявили интерес также специалисты тепловых электростанций. Она одобрена Украинским обществом неразрушающего контроля и технической диагностики для представления в ЕС в качестве европейского проекта и в настоящее время проходит соответствующую экспертизу.



РЕВОЛЮЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ МАГНИТОПОРОШКОВОГО КОНТРОЛЯ

МАГЭКС



ТВА



СТАРАЯ

производительность контроля

требование стандарта:
трехкратная перестановка НУ в
одной точке и многократная вдоль
сварного соединения

НОВАЯ

разнонаправленное плавное
перемещение по поверхности и
выявление трещин разной
ориентации

мобильность контроля

при каждой перестановке НУ
требуется усилие 20-30 кгс

контроль протяженных объектов
без отрыва от поверхности

скорость контроля

низкая, и определяется количест-
вом перестановок и процедур МПК

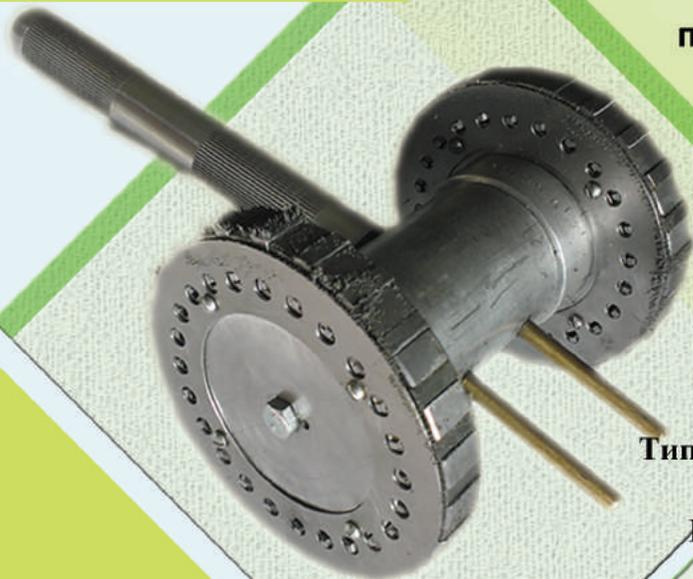
высокая, процедуры МПК
выполняются в движении

достоверность результата

пропуск дефектных
участков из-за дискретности
намагничивания поверхности

разнонаправленное многократное
сканирование участка с разной
скоростью под разными углами к
оси шарнирного соединения

ТВА-2



Намагничивающее устройство с повышенной магнитной проницаемостью зон контакта полюсов с контролируемым изделием за счет расположения по периферии пазов с подвижными элементами.

Технические характеристики:

Тип применяемых магнитов - неодим-ферум-бор
Габаритные размеры, мм, не более 270x130x110
Масса, кг, не более 2,8.

Мобильное намагничивающее устройство с полюсами, выполненными в виде цилиндров. Полюса могут вращаться в трех плоскостях. Устройство может комплектоваться подпружиненным полюсным наконечником или в виде подвижной платформы для обеспечения поискового режима. Магнитный провод выполнен в виде механических сочленений.



ТВА-5

Технические характеристики:

Тип применяемых магнитов - неодим-ферум-бор
Габаритные размеры - 295x030мм.
Масса-1,7 кг.



ТЕПЛОВОЙ КОНТРОЛЬ

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛОВИЗИОННОЙ ДИАГНОСТИКИ
ДЛЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПАЯНЫХ СОЕДИНЕНИЙ
ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СТАТОРНЫХ ОБМОТОК МОЩНЫХ
ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ**

проф. В.А.Троицкий, В.Ю. Глуховский

Институт электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины

Качество паяных изделий определяется их прочностью, надежностью, степенью работоспособностью, коррозионной стойкостью, способностью обеспечивать функции неразъемного соединения, обеспечивая необходимую теплопроводность, электропроводность, коммутационные характеристики. Обеспечение этих характеристик достигается оптимальными технологическими решениями и наполнения процесса производства паяного изделия. Дефекты, возникающие при изготовлении паяных изделий можно разделить на дефекты заготовки и сборки, дефекты паяных соединений связанные с заполнением припоем пространства между соединяемыми деталями.

К наиболее типичным дефектам паяных соединений относятся смещения, поры, раковины, шлаковые и флюсовые включения, непропаи, трещины. Эти дефекты классифицируют на две группы: связанные с заполнением расплавом припоя зазора между соединенными пайкой деталями и возникающее в процессе охлаждения изделия с температурой пайки. Дефекты первой группы связаны главным образом с особенностями заполнения капиллярных зазоров в процессе пайки. Дефекты второй группы обусловлены уменьшением растворимости газов в металлах при переходе из жидкого состояния в твердое и усадочным явлениям. К ним относится пористость кристаллизационного и диффузионного происхождения.

Наиболее часто в паяном соединении встречаются отсутствие его сплошности, пустоты и пористость. Эти дефекты нарушают непрерывность слоя припоя, они неизбежно оказывают неблагоприятное влияние на прочность паяного соединения. В исследованных паяных соединениях силовых цепей больших электрических машин в зависимости от условий паяния площадь пустот в паяном соединении может изменяться в пределах от 5% до 65% площади спая и приводить к резкому снижению его усталостной прочности. В связи с этим, для обеспечения высокого качества паяных соединений, прежде всего, необходимо применять методы неразрушающего контроля и технической диагностики [1].

При неудовлетворительном качестве паяных соединений контактов статорных обмоток электродвигателей локальный нагрев и электродинамические силы, возникающие в обмотке и зоне пайки проводников, снижают их электрическую и механическую прочность, приводят к возникновению электроразрядных процессов и последующий выход из строя машины. Исходя из статистики повреждаемости

электродвигателей, наиболее уязвимым узлом является статор, на долю которого приходится до 60% отказов, на втором месте – подшипниковый узел – до 22%, далее ротор – до 9% [2].

Из этого следует, что паяные соединения в процессе производства статорных обмоток электродвигателей должны подвергаться неразрушающему контролю (НК) согласно соответствующим нормативным документам (ГОСТы 19249-73, 23479, 18442-80, 24715-81, 26126-84). Для паяных соединений применимы все известные наблюдения, регистрация и анализ результатов взаимодействия с объектом контроля (ОК) воздействующих факторов (физических полей, т.е. излучений, или веществ), причем характер этого взаимодействия зависит от химического состава, строения, состояния структуры ОК и т.п. В зависимости от типа физического взаимодействия с ОК неразрушающий контроль подразделяют на девять основных видов: оптический, электрический, тепловой, акустический, магнитный, вихретоковый, радиоволновой, радиационный и контроля проникающими веществами [3].

Традиционно применяемый визуально-измерительный метод не дает полной картины состояния пайки элементов статорной обмотки и не позволяет, гарантированно и своевременно обнаружить скрытые дефекты пайки. При этом задача раннего обнаружения дефектов паек может быть решена средствами тепловизионной техники под нагрузкой и может выполняться на машинах с открытым оптическим доступом при снятых торцевых щитах электродвигателя. При расположении электродвигателей во взрывоопасных помещениях на производстве (например, двигатели нефтяных насосов) их работа при снятых торцевых щитах не допустима, и в этой связи возникает необходимость для создания методики, которая позволит проводить диагностику паек в любых, по классу взрывоопасности, помещениях [4].

Тепловой контроль качества паяных соединений ошиновок и обмоток двигателей всех типов и классов напряжений является наиболее естественным, поскольку связан с изменением основного параметра обмотки ее локального электрического сопротивление. При контроле теплового (температурного) режима фрагментов обмоток и зон с прямым оптическим доступом паяных соединений в лобовой части использовались тепловизионная техника и термопары. Для контроля температурного поля применялся тепловизор Testo 876 с функцией SuperResolution, обеспечивающий температурную чувствительность < 80 мК. Данная модель тепловизора оснащена неохлаждаемой болометрической матрицей с разрешением 160×120 (программно 320×240) с диапазоном температур до $+280$ °С.

Тепловой режим в зоне дефектного соединения характеризуется трехмерным температурным полем из-за распространения тепла, как поперечном, так и продольном направлении относительно оси проводника.

ДЕФЕКТОСКОПИЯ XXI ВЕКА

Элементарные

проводники обмоток не обладают осевой симметрией в направлении, перпендикулярном продольной оси, поэтому для них характерен увеличенный уровень теплоотдачи с боковой поверхности и, как правило, большая скорость снижения температуры в продольном направлении по сравнению с цилиндрическими проводниками.

Исследуемые паяные соединения статорных обмоток электродвигателя представляют собой нахлесточное соединение двух проводников с прямоугольным сечением (22x10x2 мм). Величина нахлеста лежит в пределах от 2 до 2,5 длины большей стороны прямоугольника. Образцы, в количестве пяти единиц, были изготовлены на заводе «Крупных электрических машин» г. Н. Каховка, Украина и являются элементами статорных обмоток электродвигателей (рис. 1).



Рис. 1 Общий вид паяных соединений статорных обмоток электродвигателя.

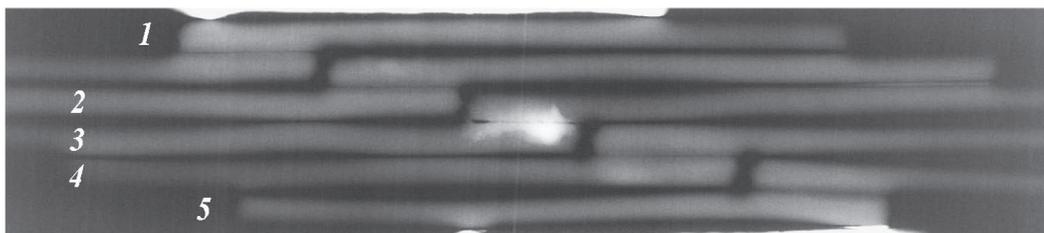


Рис. 2 Рентгенограмма пяти образцов паяных соединений статорных обмоток электродвигателя

Для подтверждения наличия или отсутствия внутренних дефектов в паяных соединениях статорных обмоток электродвигателя было проведено рентгенографирование пяти образцов (рис. 2).

На рис. 2 приведена рентгенограмма пяти образцов паяных соединений, расположенных под номерами от 1 до 5. При этом образец под номером 3

имеет явные дефекты в виде несплошностей паяного соединения, на что указывают более темные участки в районе спая [5].

Для расчета температурных параметров паяных соединений была рассмотрена модель прохождения электрического тока через плоскость припоя, лежащего между двумя медными проводниками. При этом в качестве припоя использовался материал Пср-10. Это твердый припой на основе меди (52-52%), с добавлением цинка (35,39-38,15%) и серебра (9,7-10,3), с температурой плавления 822-850 °С [6].

Если через проводник, имеющий температуру окружающей среды, проходит ток, то температура проводника постепенно повышается, так как вся энергия потерь при прохождении тока переходит в тепло. Скорость нарастания температуры проводника при нагреве током зависит от соотношения между количеством выделяющегося тепла и интенсивностью его отвода, а также теплопоглощающей способности проводника.

Количество тепла, выделенного в проводнике в течение времени dt , будет составлять:

$$dQ = P \cdot td = I^2 \cdot R_a \cdot td \quad (1)$$

где I - действующее значение тока, проходящего по проводнику, (А); R_a - активное сопротивление проводника при переменном токе, (Ом); P - мощность потерь, переходящих в тепло, (Вт). Часть этого тепла идет на нагрев проводника и повышение его температуры, а остальное тепло отводится с поверхности проводника за счет теплоотдачи.

Энергия, переходящая в нагрев проводника, равна:

$$dQ_1 = G \cdot c \cdot d \cdot \Delta T \quad (2)$$

где G - вес токоведущего проводника, (кг); c - удельная теплоемкость материала проводника, (кДж/кг•К); ΔT - перегрев, т.е. превышение температуры проводника по отношению к окружающей среде:

$$\Delta T = T - T_0 \quad (3)$$

T и T_0 — температуры проводника и окружающей среды, (°С).

Энергия, отводимая с поверхности проводника в течение времени dt за счет теплоотдачи, пропорциональна превышению температуры проводника над температурой окружающей среды:

$$dQ_2 = K \cdot F \cdot (T - T_0) \cdot dt = R \cdot F \cdot \Delta T \cdot dt \quad (4)$$

где K - общий коэффициент теплоотдачи, учитывающий все виды теплоотдачи, (Вт/м•°С); F - поверхность охлаждения проводника, (см²).

Уравнение теплового баланса за время неустановившегося теплового процесса можно записать в следующем виде:

$$dQ = dQ_1 - dQ_2 \quad (5)$$

$$\text{или } I^2 R_a \cdot td = G \cdot c \cdot dT + K \cdot F \cdot \Delta T \cdot td \quad (6)$$

$$\text{или } \frac{I^2 \cdot R_a}{G \cdot c} = \frac{d\Delta T}{dt} + \frac{K \cdot F}{G \cdot c} \cdot \Delta T \quad (7)$$

Для условий нормального режима, когда температура проводника изменяется в небольших пределах, можно принять, что R, c, K представляют собой постоянные величины. Кроме того, следует учесть, что до включения тока проводник имел температуру окружающей среды, т. е. начальное превышение температуры проводника над температурой окружающей среды равно нулю.

Решение этого дифференциального уравнения нагрева проводника будет:

$$\Delta T = A \cdot e^{-\frac{K \cdot F}{G \cdot c} t} + \frac{I^2 \cdot R_a}{K \cdot F} \quad (8)$$

где A - постоянная интегрирования, зависящая от начальных условий.

При $t = 0$ $\Delta T = 0$, т. е. в начальный момент нагреваемый проводник имеет температуру окружающей среды.

$$\text{Тогда для } t = 0 \text{ получаем: } \Delta T = A + \frac{I^2 R_a}{K \cdot F} \text{ и } A = -\frac{I^2 \cdot R_a}{K \cdot F} \quad (9)$$

Подставляя значение постоянной интегрирования A, получаем:

$$\Delta T = T - T_0 = \frac{I^2 \cdot R_a}{K \cdot F} \cdot (1 - e^{-\frac{K \cdot F}{G \cdot c} t}) \quad (10)$$

Из этого уравнения следует, что нагрев токоведущего проводника происходит по экспоненциальной кривой. Как видно, с изменением времени подъем температуры проводника замедляется и температура достигает установившегося значения. Уравнение (10) дает температуру проводника в любой момент времени t с начала прохождения тока.

Величина установившегося перегрева может быть получена, если в уравнении нагрева принять время $t = \infty$:

$$\Delta T_y = T_y - T_0 = \frac{I^2 \cdot R_a}{K \cdot F} \quad (11)$$

где T_y - установившаяся температура поверхности проводника;

ΔT_y - установившееся значение превышения температуры проводника над температурой окружающей среды.

Так, выражение (11) позволяет определить оптимальный ток нагрева паянного соединения, при котором возникает максимальная температурная контрастность, соответствующая значению ΔT_y (рис. 3).

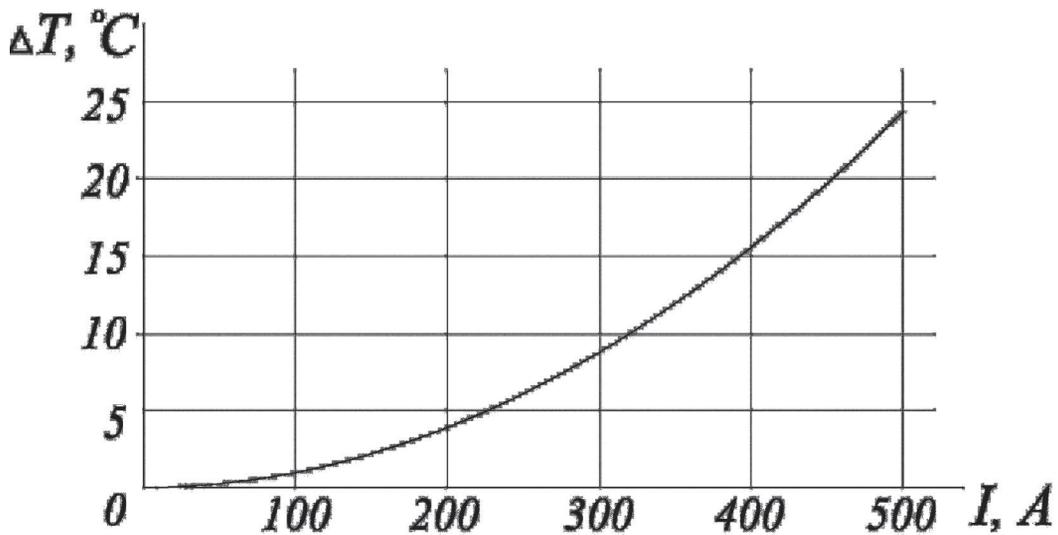


Рис. 3 Зависимость значения превышения температуры проводника над температурой окружающей среды ΔT_y , от величины проходящего тока через плоскость паяного соединения I .

Таким образом, при проходящем постоянном токе 500 А, через плоскость припоя с параметрами $22 \times 10 \times 2$ мм, предельное значение ΔT_y равно $24,35$ °C. При этом данное значение разности температур соответствует бездефектному паяному соединению и имеет высокую степень контрастности при термографировании. Наличие несплошностей в паяном соединении будет способствовать увеличению температуры над зоной припоя (рис. 4).

Предварительный тепловизионный контроль паяных соединений статорных обмоток электродвигателя проводился на специально изготовленных образцах, один из которых имел явные дефекты в виде локальных непропаев, термограммы которых представлены на рис. 5. Через паяные соединения пропускался переменный ток равный 500 А в течении 30 секунд. После чего проводилась термографическая съемка тепловизором марки TESTO 876.

Как видно на гистограммах (рис. 6), которые соответствуют участкам P1, отмеченными на рис. 5, максимальная температура зоны спаивания для бездефектного соединения равна $37,1$ °C, при средней температуре медных токопроводов равной $27,2$ °C и, соответственно, $52,6$ °C для дефектного, при средней температуре медных токопроводов равной $38,1$ °C.

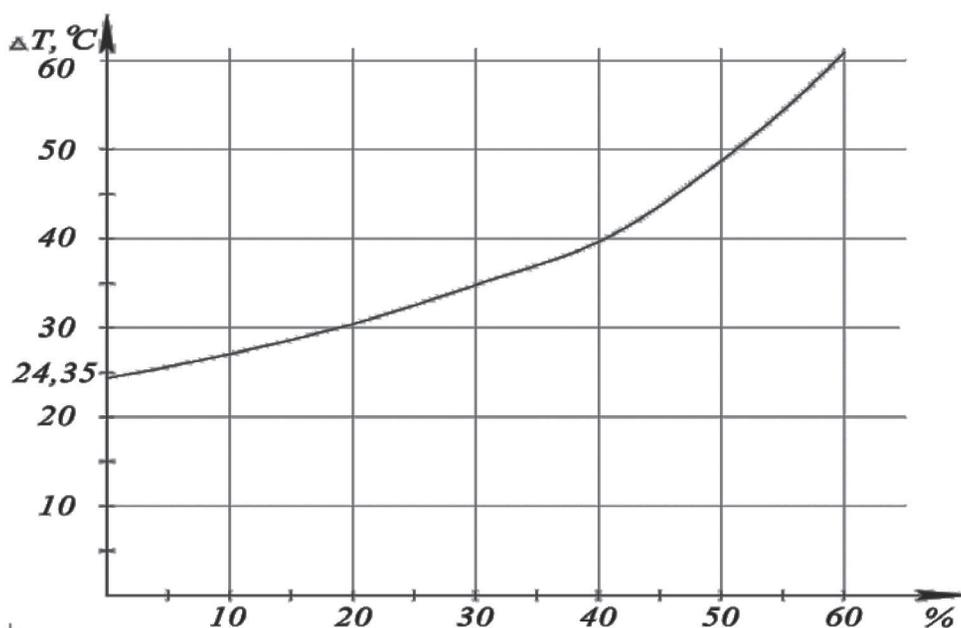


Рис. 4 Зависимость предельного значения разности температур $\Delta T_{\text{г}}$ в зоне припоя от процентной составляющей площади пустот в паяном соединении при токе 500 А.

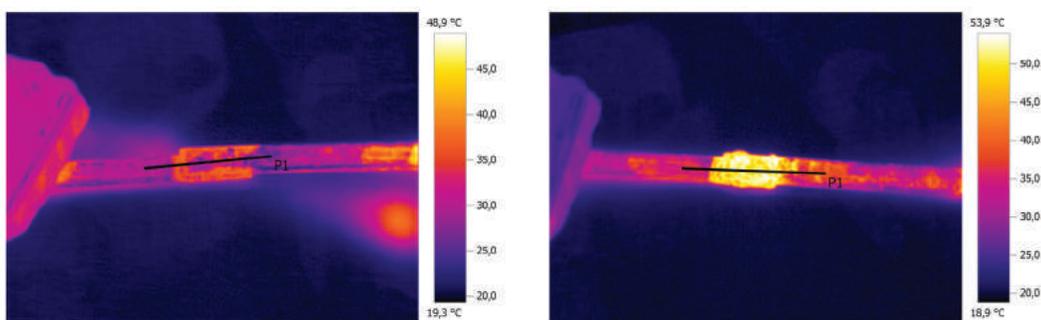


Рис. 5 Термограммы бездефектного а) и дефектного б) паяных соединений.

Выводы

1. Проведенные испытания и предварительные расчеты показали, что при токе 500 А, проходящем через зону припоя, граничное значение превышения температуры для бездефектного соединения составляет 24,35 °С (для соединения 22 × 10 × 2 мм).
2. Превышение граничного значения температуры для подобных паяных соединений будет свидетельствовать о наличии внутренних дефектов.

ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ НАТУРНЫХ ОБРАЗЦОВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ТЕПЛОВОГО КОНТРОЛЯ

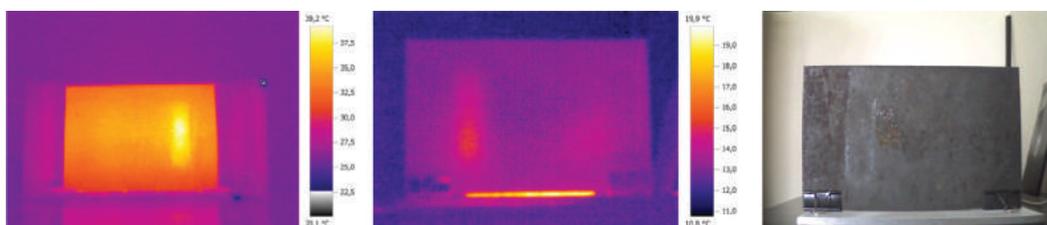
В.Ю. Глуховский, Б.О. Онащенко

Институт электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины

В процессе работы над подготовкой специалистов I, II или III уровня по тепловому методу контроля согласно требованиям стандарта EN ISO 9712:2012 возникает проблема создания некоторых типов экзаменационных образцов для проведения практических занятий и дальнейшей аттестации.

Особенностью теплового контроля является необходимость в источнике нагрева, которое создает, в процессе своей работы, избыточное температурное поле на поверхности контролируемого объекта, которое отличается от температуры окружающей среды [1-2]. При этом, температурное поле над дефектом должно иметь значения, отличное от значения температуры над бездефектной зоной и представлять величину большую чем погрешность измерительного прибора. В другом случае дефект не проявится на термограмме, и будет иметь значения бездефектной зоны.

Так, при использовании пластины с дефектами, которые имитируют коррозионно-эрозионное поражение стенки, достаточно, в качестве источника нагрева, использовать инфракрасные излучатели или источника горячего воздуха (рис.1).



а)

б)

в)

Рис. 1 Термограммы а), б) и видимое изображение пластины из дефектов в), что имитирует коррозионно-эрозионное срабатывание; а) нагревание инфракрасным излучением, б) нагревание потоком горячего воздуха

При этом, контрастность температурного поля над дефектом позволяет проводить не только количественный анализ, а и определять геометрические параметры выявленного дефекта, используя математические методы (рис.2). Материалом пластины может служить как металл, так и полимеры, например полипропилен. В последнем случае под дефектом понимают уменьшение толщины стенки.

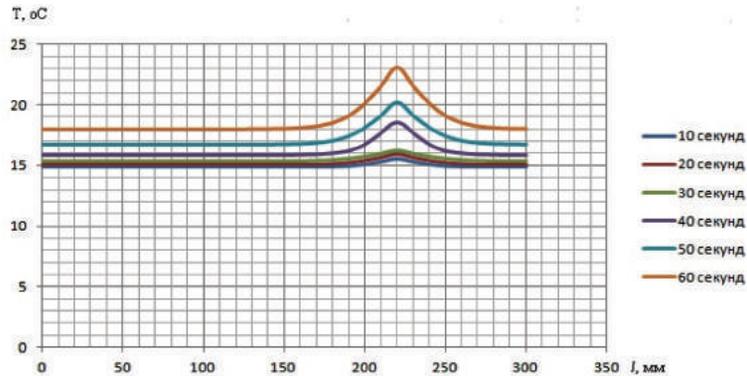


Рис. 2 Распределение температуры над дефектом, в зависимости от него координат и времени нагревания образца

Образец с имитацией расслоения контролируется с применением, как и в предыдущем случае, радиационных и конвективных источников нагрева (рис.3).

Как видно из рис.3б температурное поле над дефектом, как и в предыдущем случае, позволяет определять не только количественные, а и качественные характеристики выявленного дефекта с применением математических методов расчетов тепловых процессов, которые возникают в образце при нагревании. Образец изготовлен из низкоуглеродистой стальной пластины

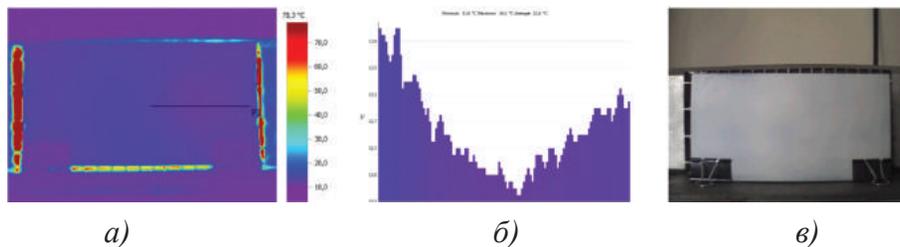


Рис. 3 Термограмма а), температурный профиль над дефектом б) и видимое изображение пластины с дефектом, который имитирует расслоение

Контролируя качество паяных соединений, на примере паяных соединений статорных обмоток электродвигателей, достаточно пропустить постоянный электрический ток, сила которого отвечает рабочему значению и в данном случае составляла 500 А. При этом контрастность температурного поля над паяным соединением позволяет проводить качественный и количественный анализ полученных термограмм [3]. А применение математических методов позволяет определять величину непропая как основного дефекта.

В качестве контрольных образцов могут выступать и термограммы электрического оборудования, где рядом с дефектным узлом, или прибором, представлены бездефектные, при условии, что они работают в одинаковых условиях.

В качестве источника нагрева выступает электрический ток, который проходит по сети. Протекая через дефектные участки, происходит их нагрев и формируется соответствующее избыточное температурное поле. Сравнительный анализ термограмм позволяет определять, преимущественно, количественные параметры.

Здания и сооружения в период отопительного сезона, могут также выступать контрольными и экзаменационными образцами при подготовке специалистов. В данном случае источником нагрева служат конвективные потоки теплого воздуха, которые формируются радиаторами системы отопления в середине помещений. При этом, для корректной оценки температурного поля ограждающей конструкции температура в середине помещения должна быть выше температуры извне, по меньшей мере, на 12 градусов. При таких условиях, при анализе температурного поля можно определять не только количественные характеристики, а также качественные, применяя математические методы.

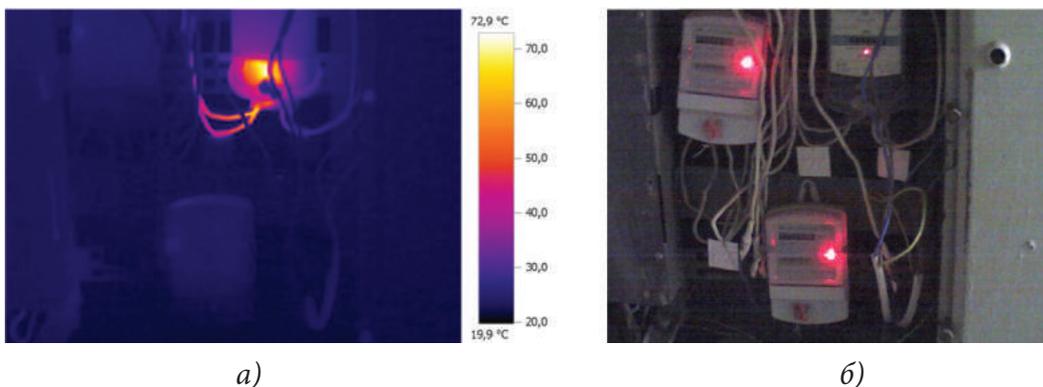


Рис. 4 Термограмма а) та видимое изображение б) счетчиков учета потребляемой электроэнергии

При создании образца, который имитирует трубопровод горячей воды, возникает ряд вопросов относительно выявления дефектных участков на термограмме. Под дефектами в данном случае следует понимать коррозионно-эрозионное поражение внутренней стенки трубы. Так, при нагревании воды в середине указанного образца дефект не проявляется (рис. 6а).

Такая же картина наблюдается при заполнении образца уже нагретой водой (рис. 6б). Расчеты тепловых процессов, которые происходят в системе вода – стенка трубы – воздух, показывают различие температур над дефектом

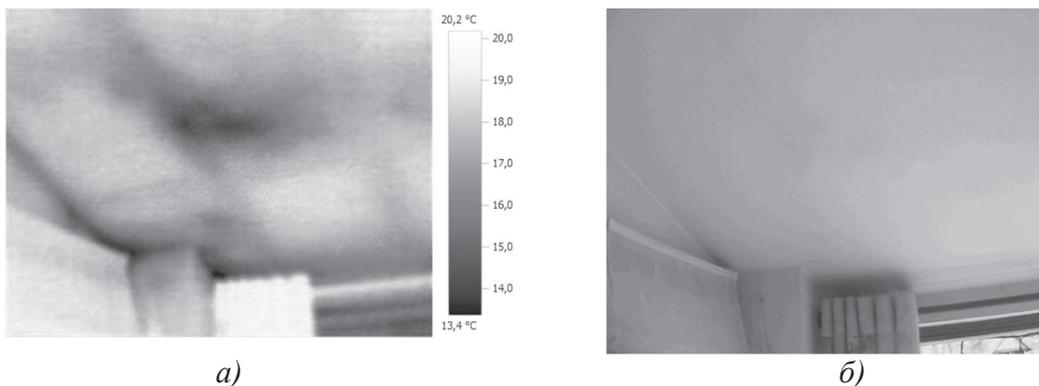


Рис. 5 Термограмма а) и видимое изображение б) потолка одноэтажной прихожей частного дома

в пределах 0,02ос. Так, значение является значительно меньше погрешности измерения тепловизора, что составляет 0,1ос. Данная погрешность является актуальной для большинства промышленных тепловизионных камер, которые применяются для технической диагностики промышленных и общественных объектов. Однако, в случае взаимодействия горячего воздуха или нагретой водяной пары с внутренними стенками трубы, на термограмме начинает проявляться дефектный участок (рис. 7).

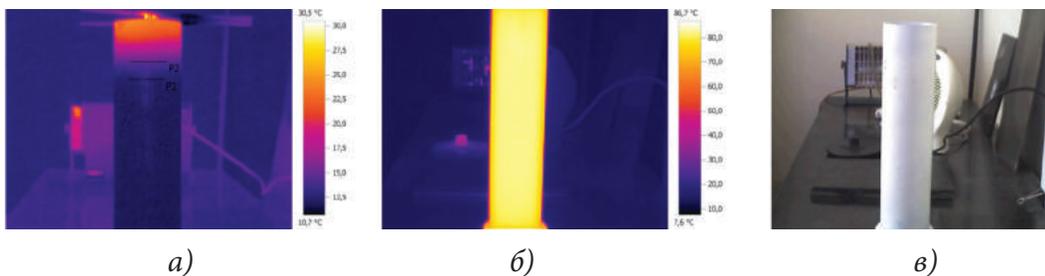


Рис. 6 Термограммы при нагревании воды а) и при нагретой воде б) в трубе с дефектом, ее изображение в)

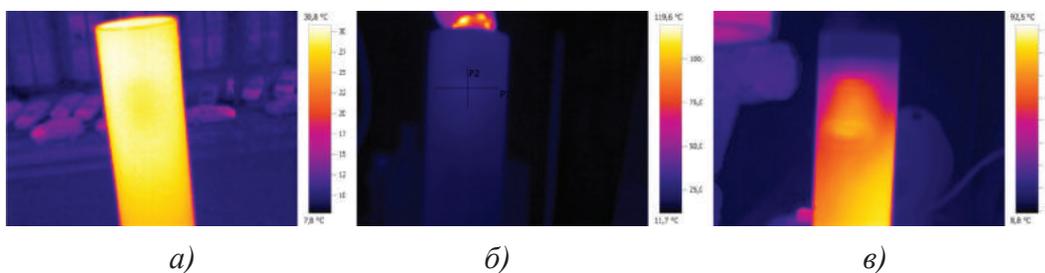


Рис. 7 Термограммы трубы с дефектом при охлаждении на воздухе а), при нагревании горячим воздухом б), при взаимодействии с горячим паром в)

Таким образом, процесс создания экзаменационных образцов нуждается не только в натурных испытаниях, а и в применении математических методов расчета тепловых процессов в системах, с целью определения оптимальных параметров нагрева контрольных образцов, прогнозирование формы температурного профиля над дефектом и разработки эффективных процедур контроля.

Литература

1. Михеев М.А., Михеева И.М. Основы теплопередачи. Изд. 2-е, стереотип. М., «Энергия», 1977. 344 с.
2. Вавилов В.П. Инфракрасная термография и тепловой контроль - М.: ИД Спектр, 2009. - 544 с.
3. Глуховский В. Ю. Применение тепловизионной диагностики для контроля качества паяных соединений статорных обмоток электродвигателей// Техническая диагностика и неразрушающий контроль.-2014.-№.2-С.23-27.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛООВОГО НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ДЕФЕКТОВ В ТРУБОПРОВОДАХ, РАБОТАЮЩИХ ПОД ВЫСОКИМ ДАВЛЕНИЕМ И ВЫСОКОЙ ТЕМПЕРАТУРОЙ

проф. В.А. Троицкий. В.Ю. Глуховский

Институт электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины

На сегодняшний день в Украине находится в эксплуатации значительное количество трубопроводов, работающих под высоким давлением и температурой. В процессе эксплуатации стенки труб подвергаются как термическим так и механической нагрузкам, что может приводить к возникновению дефектов и как следствие к разрушению трубопроводов. Поры, трещины, коррозия и кавитационная эрозия являются теми факторами, которые могут приводить к разрушению труб в процессе их эксплуатации [1]. Использование классических методов неразрушающего контроля (ультразвуковой, радиационный) для выявления дефектных участков на большой протяженности труб не позволяет выявлять общую картину дефектности объектов контроля. В связи с этим было предложено исследовать целесообразность использования тепловизионного метода контроля для выявления дефектных участков на внутренней поверхности трубопроводов, работающих в условиях повышенного давления и температуры.

Тепловизионный метод контроля базируется на регистрации инфракрасного излучения, поступающего от поверхности контролируемого объекта, имеющего температуру выше абсолютного нуля градусов. Тела, температура которых отлична от температуры абсолютного нуля вследствие колебания атомов, излучают тепловые волны [2]. Этот принцип положен в основу тепловизионной диагностики. Тепловизионный контроль возможно проводить в случаях, когда температура объекта контроля отлична от температуры окружающей среды. С этой целью тела или нагревают или

охлаждают. Основное преимущество тепловизионного метода заключается в его дистанционности и высокой информативности. При этом возникает необходимость определения качественных и количественных характеристик дефектов, идентифицируемых методом тепловизионного контроля.

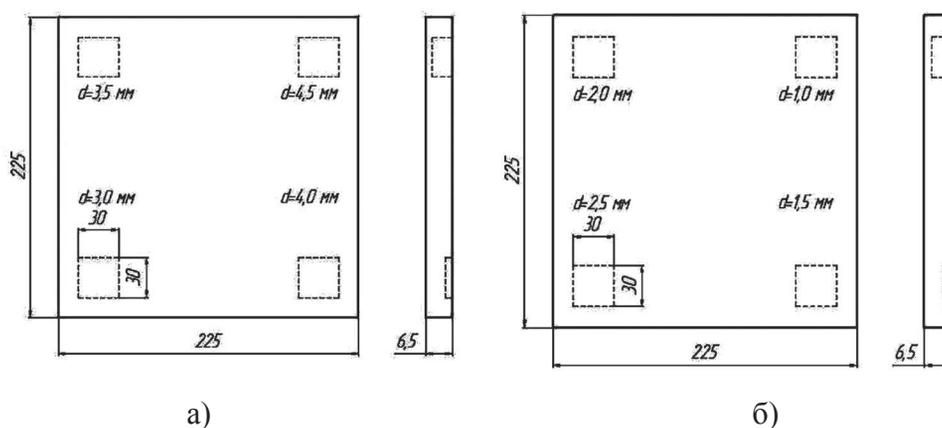


Рис. 1 Схематическое изображение пластин с искусственными дефектами в виде прямоугольных углублений.

Для определения целесообразности использования тепловизионного контроля трубопроводов была разработана методика на основе активной термографии. Искусственные дефекты эмитировали разную степень выноса материала с внутренней поверхности трубы в результате воздействия коррозии и кавитационной эрозии [3, 4].

Были изготовлены образцы двух типов: а) прямоугольные пластины 225×225×6,5 мм с соответствующими прямоугольными канавками, глубина которых варьировала в диапазоне 4,5 - 1,0 мм площадью 90 мм² (рис. 1) прямоугольная пластина 200×200×6, 5 мм с канавками продольной формы длиной 150 мм и глубиной от 1,5 до 5,5 мм (рис. 2а).

Процесс термографического контроля образцов с искусственными дефектами проводился по следующей схеме (рис.3) [5]: изделие нагревалось инфракрасным излучением до температуры 70 °С. Нагрев осуществлялся со стороны открытых дефектов. После достижения заданной температуры, производилась термографическая съемка. Температура поверхности изделия контролировалась хромель-копелевой термопарой. Поверхность изделия покрывалась черной краской, для уменьшения погрешностей измерения в процессе съемки. Коэффициент черноты был равен 0,86.

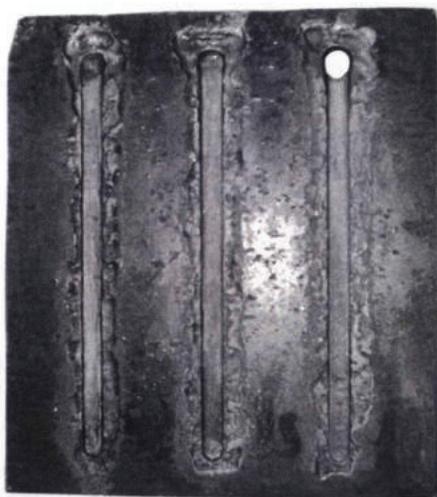
Целью исследования данных образцов было установить оптимальную чувствительность прибора при определении количественных и качественных характеристик объемных дефектов. Термографическая съемка осуществлялась тепловизором Ti25 марки Fluke, технические характеристики которого

ДЕФЕКТОСКОПИЯ XXI ВЕКА

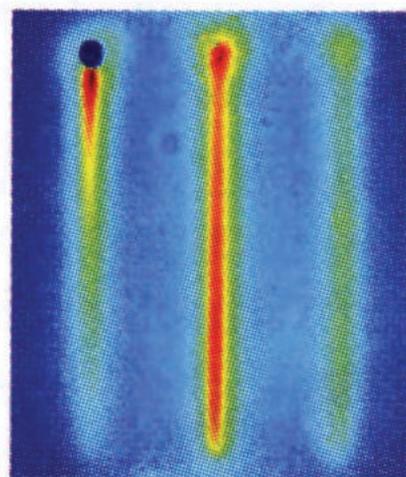
приведены в таблице 1. В качестве источника тепла использовался инфракрасный нагреватель непрерывного действия мощностью 950 Вт.

Таблица 1. Технические характеристики тепловизора Ti25, Fluke

Температура	
Диапазон температурных измерений	От -20°C до $+350^{\circ}\text{C}$
Погрешность	2°C или 2%
Экранная подстройка коэффициента излучения	присутствует
Качество изображения	
Угол изображения	23оx17о
Экранная подстройка коэффициента излучения	присутствует
Пространственная разрешающая способность (IFOV)	2,5 мрад
Минимальное расстояние фокусировки	15 см
Тип фокусировки	Ручная
Тип датчика	Матрица в фокальной плоскости 160x120, неохлаждаемый микроболометр
Частота смены кадров	Частота обновления 9 Гц
Тип инфракрасного объектива	Объектив 20 мм, $F = 0,8$
Тепловая чувствительность (NETD)	$0,1\text{oC}$ при 30oC (100мK)
Спектральный диапазон ИК	От 7,5 мкм до 14 мкм
Фотокамера	Разрешение 640x480



а)



б)

Рис.2 а) Пластина с искусственными дефектами в виде протяжных канавок разной глубины. Глубина канавок слева направо: 1,5 мм, 5,5 мм, 3,5 мм. б) Термограмма пластины с искусственными дефектами в виде протяжных канавок разной глубины. Глубина канавок слева направо: 3,5 мм, 5,5 мм, 1,5 мм. Температура нагрева пластины 72°C .

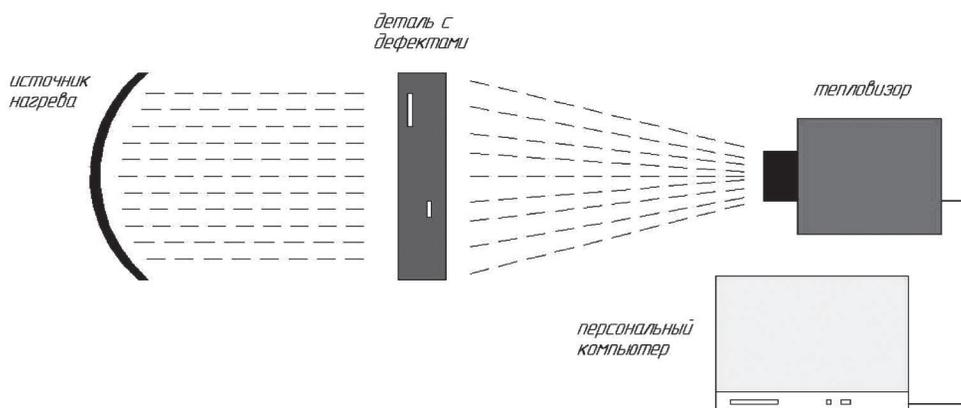


Рис. 3 Схема активного термографического контроля изделий с искусственными дефектами.

Тепловизионное обследование пластин а) и б) на рисунке 1 показало, что интенсивность теплового излучения увеличивается с уменьшением толщины материала (рис. 4, 5)

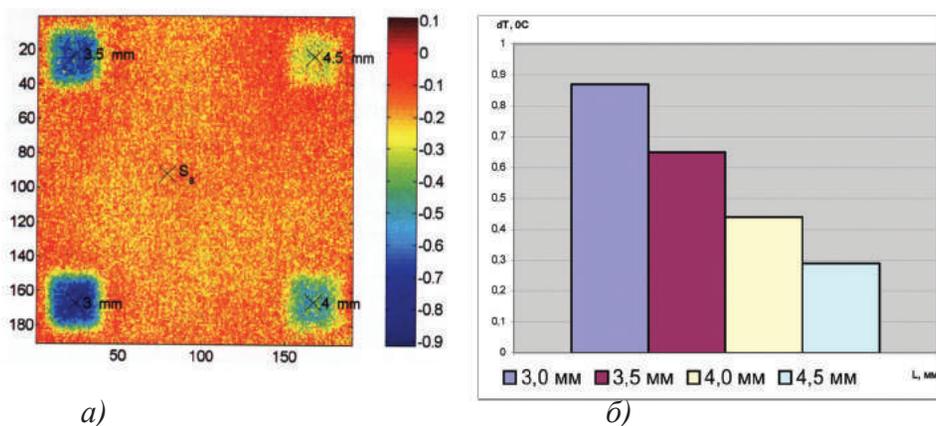


Рис. 4 а) термограмма пластины с искусственными дефектами в виде прямоугольных углублений; б) гистограмма зависимости температурной интенсивности излучения от толщины материала в месте дефекта.

Термограмма пластины типа б) (рис. 3б) подтверждает полученные выше данные, где интенсивность температурного излучения увеличивается с уменьшением толщины материала в зоне дефекта. Так наибольшая интенсивность температурного излучения наблюдается в зоне дефекта, глубина которого равна 5,5 мм, а наименьшая величина интенсивности соответственно в зоне, где глубина дефекта равна 1,5 мм.

Таким образом, применение термографического контроля для диагностики состояния трубопроводов, работающих под высоким давлением и темпера-

турой является обоснованным и необходимым методом, позволяющим выявлять коррозионный и эрозионный износ внутренних стенок труб.

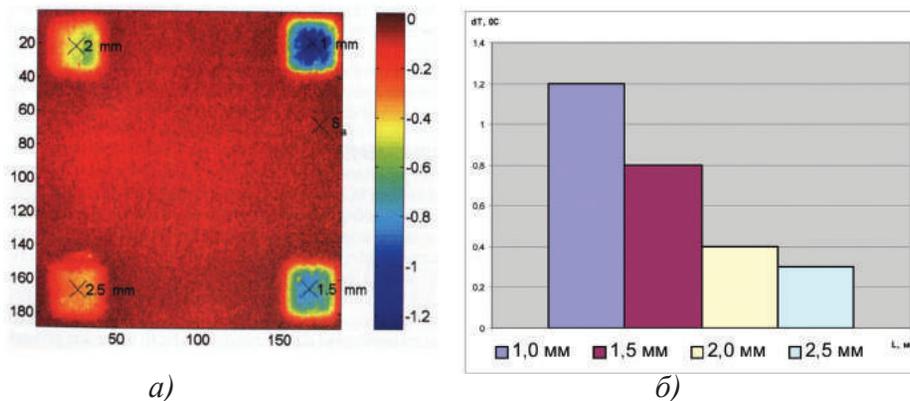


Рис. 5 а) термограмма пластины с искусственными дефектами в виде прямоугольных углублений; б) гистограмма зависимости температурной интенсивности излучения от толщины материала в месте дефекта.

Выводы:

1. В результате проведения данной работы было исследована и подтверждена возможность использования тепловизионного контроля для выявления дефектов (коррозии и кавитационной эрозии) на внутренней поверхности труб.
2. Разработана экспериментальная установка определения качественных и количественных характеристик дефектов труб.
3. Определены минимально допустимые геометрические размеры участков выноса материала, величина которых лежит в пределах 1,35 см³ для тепловизионных систем имеющих сходные характеристики с тепловизором Ti25 марки Fluke .

Литература

1. Защита трубопроводов от внутренней коррозии. Лазуткина О.Р., Костенко М.Г., Казак А.К. Высокие технологии, фундаментальные и прикладные исследования, образование: Сборник трудов 5 Международной научно-практической конференции «Исследование, разработка и применение высоких технологий в промышленности». Санкт-Петербург. 28-30 апр., 2008 Т.12 СПб:СПбГПУ 2008, с.468-469
2. Маслова В.А., Стороженко В.А. Термография в диагностике и неразрушающем контроле. – Харьков: «Компания СМІТ», 2004. – 160 с.
3. Infrared thermography for high-temperature pressure pipe, by Gontain Shen and Tao Li, INSIGHT (Non-Destructive Testing and Condition Monitoring), March 2007, Volume 49, № 3, pg. 151.
4. Qualitative and quantitative assessment of steel plates using pulsed phase thermography, by C. Ibarra-Castaneda, N.P. Avdelidis and X. Maldague. Materials Evaluation, November 2005, volume 63/ Number 11
5. Review and comparison of shearography and thermography for nondestructive testing, by Y.S. Chen, Y.Y. Hung, L. Log and Y.H. Huang. Materials Evaluation, November 2008, volume 66/ Number 11

ISO 9712
TT



КТД

Дистанційна діагностика важкодоступних промислових об'єктів із застосуванням комплексу теплової дефектометрії. Даний комплекс дозволяє дистанційно визначати площу виявлених дефектів, глибину залягання та їх теплофізичні характеристики. Даний комплекс та відповідна методика дозволяють проводити дистанційну оцінку технічного стану та залишкового ресурсу об'єктів теплової енергетики (димові труби, газоходи, паропроводи, градирні тощо), атомної енергетики, газотранспортної системи, хімічної та нафтохімічної промисловості, об'єктів будівництва та ін.



УЛЬТРАЗВУКОВОЙ КОНТРОЛЬ

**ТЕХНОЛОГИЯ ОЦЕНКИ РАЗМЕРОВ НЕСПЛОШНОСТЕЙ
В СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЯХ С ПРИМЕНЕНИЕМ
ДИФРАГИРОВАННЫХ ВОЛН**

проф. В.А.Троицкий, А.Шекеро, к.т.н Е.Давыдов

Институт электросварки им.Е.О.Патона НАН Украины, Киев

М.Миховски, проф., Ал.Алексиев

Институт механики Болгарской академии наук, София

Рассмотрены основные принципы, требования к аппаратуре, некоторые примеры применения и нормативное обеспечение дифракционно-временного метода ультразвукового контроля для обнаружения и измерения размеров трещин в сварных соединениях металлоконструкций.

General principles, demands for equipment, some examples of application, normative maintenance of ultrasonic testing TOFD technique for detecting and flaw sizing in the welds are considered.

Введение

Для обеспечения надежности и безопасной эксплуатации ответственных инженерных конструкций и сооружений необходимо проведение неразрушающего контроля (НК) качества их важнейших узлов, одними из которых являются сварные соединения.

Одним из наиболее опасных видов дефектов сварных соединений являются трещины, наличие которых существенно уменьшает эксплуатационный ресурс конструкций и в некоторых случаях приводит к авариям. Трещины в сварных швах могут возникать и развиваться как в процессе производства или монтажа конструкции при нарушении технологии сварки, так и в процессе эксплуатации в условиях знакопеременных нагрузок.

Для обнаружения трещин (внутренних и выходящих на поверхность) в сварных швах оптимальным методом НК является ультразвуковой метод. Однако традиционные методы ультразвукового контроля не позволяют измерить размеры и оценить ориентацию трещины, что является важнейшими факторами для проведения расчетов остаточного ресурса сварных соединений и конструкции в целом.

Таким образом, очевидна необходимость применения новых технологий и аппаратуры ультразвукового контроля способных решать задачу прогноза остаточного ресурса эксплуатирующихся конструкций.

Такой технологией является дифракционно-временной метод ультразвукового контроля больше известный в мире под названием TOFD (Time-Of-Flight Diffraction, буквальный перевод – «время полета дифрагированной волны»), о принципах которого и особенностях его применения для обнаружения и измерения размеров трещин пойдет речь в данной статье.

Принцип метода TOFD

Метод контроля TOFD основан на применении двух наклонных УЗ преобразователей – излучателя и приемника – расположенных соосно навстречу друг другу с двух сторон сварного шва симметрично относительно его оси (рис.1). Характеристики преобразователей выбираются так, чтобы генерировать распространение УЗ энергии в настолько широком угловом диапазоне, насколько это возможно для данной толщины сварного соединения обеспечивая полное прозвучивание сварного шва и зоны термического влияния.

Основной идеей данной технологии является взаимодействие ультразвуковой волны с кончиками несплошностей. Результатом этого взаимодействия является эмиссия дифрагированных волн в большом угловом диапазоне. Выявление волн дифракции дает возможность установить наличие несплошности. Размеры дефекта определяются на основе времени прихода дифрагированных от краев дефекта волн. Особенностью данной технологии является тот факт, что в отличие от традиционных методов ультразвукового контроля основной измеряемой характеристикой для обнаружения и измерения размеров несплошностей здесь является время прихода, а не амплитуда сигнала.

В принципе, в методе могут излучаться как продольные так и поперечные волны. Однако более широкое практическое применение получил способ, при котором излучаются и принимаются продольные волны, т.к. вследствие более высокой скорости распространения они первыми достигают приемника, что упрощает задачу расшифровки результатов контроля.

Механизм образования дифрагированных волн на кончике несплошности вызывает их дальнейшее распространение в широком диапазоне углов. Поэтому рассматриваемый метод позволяет выявлять дефекты различной ориентации.

В бездефектном изделии, как правило существует три опорных сигнала: первый вызван распространением ультразвуковой энергии от излучателя к приемнику непосредственно под поверхностью и является сигналом головной волны, второй – отражением продольной волны от донной поверхности, третий – отражением поперечной волны от донной поверхности. Однако, при появлении в сварном соединении плоскостного дефекта на его кончиках образуется две новые дифрагированные волны, сигналы от которых будут располагаться во «временном окне» между сигналом головной волны и первым донным сигналом. Типичный образец индикаций (А-скан) показан на рис. 2. Необходимо обратить внимание на противоположные фазы сигнала головной волны и эхо-сигнала от донной поверхности, а также дифрагированных сигналов от верхнего и нижнего кончиков несплошности.

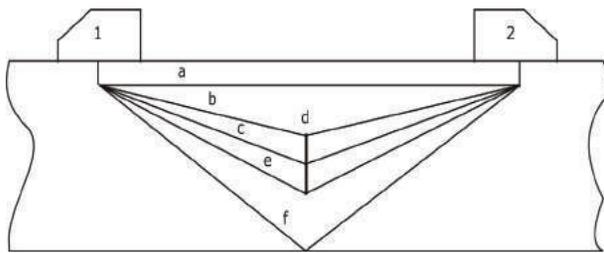


Рис. 1. Основная схема метода TOFD

Обозначения:
 1 – излучатель
 2 – приемник
 a – головная волна
 в – верхний кончик
 с – угол ввода
 d – трещина
 e – нижний кончик
 f – отражение от донной поверхности

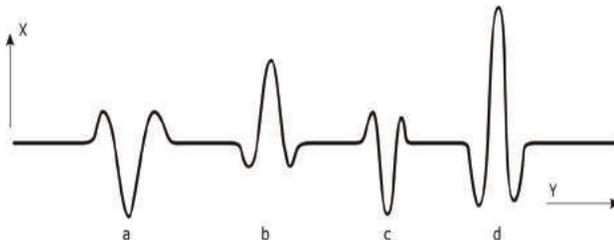


Рис. 2. Схематический А-скан при УЗ контроле сварного шва с внутренней трещиной

Обозначения:
 X – амплитуда
 Y – время прихода
 a – головная волна
 b – верхний кончик трещины
 c – нижний кончик трещины
 d – эхо-сигнал от донной поверхности

Зная расстояние между излучателем и приемником, скорость распространения ультразвука в данном материале и время прихода волны может быть вычислена глубина залегания верхнего и нижнего кончиков несплошности и высота несплошности.

Признаком трещины раскрытой на верхнюю поверхность является отсутствие первого опорного сигнала, в то время когда признаком трещины раскрытой на нижнюю поверхность является отсутствие второго (и третьего) опорного сигнала.

Амплитуды дифрагированных на краях дефекта сигналов обычно достаточно малы, поэтому решающее значение для выявления дефекта имеет отношение сигнал/шум. Величина амплитуды сигнала дифрагированной волны зависит в большей степени от формы края дефекта и величины раскрытия дефекта, и в меньшей степени - от его ориентации. Уровень шума зависит от структуры материала сварного шва. Вследствие относительно низких амплитуд сигналов, которые используются в методе TOFD, метод обычно применяется для материалов с относительно низкими уровнями поглощения и рассеяния ультразвуковых волн. Как правило, метод применяется для деталей из нелегированных или низколегированных сталей, а также для контроля мелкозернистых аустенитных сталей и алюминия. Однако, применение метода для крупнозернистых материалов и материалов со значительной анизотропией, таких как чугун, аустенитные сварные швы, сплавы с высоким содержанием никеля, требует дополнительной проверки достоверности и дополнительной обработки данных.

ДЕФЕКТОСКОПИЯ XXI ВЕКА

Там, где возможен доступ с обеих поверхностей образца, сканирование с обеих поверхностей улучшит достоверность контроля и точность измерения околоповерхностных дефектов.

Оборудование

Учитывая малую амплитуду дифрагированных волн и важность обеспечения высокого отношения сигнал/шум, специальные требования предъявляются к аппаратуре для выполнения контроля методом TOFD:

- получение А-развертки с недетектированными сигналами;
- запись в память и оцифровка А-сканов;
- отображение В-скана в оттенках серого цвета в окне с возможностью изменения временных пределов окна;
- возможность выбора на В-развертке требуемого А-скана и его отображения рядом с В-разверткой;
- TOFD-дефектоскоп должен обеспечивать возможность выполнять усреднение сигналов;
- параметры обоих преобразователей должны быть идентичны и, как правило, излучать продольную волну;
- длительность излучаемого импульса должна быть как можно меньше и не превышать двух периодов.

Для поддержания постоянного расстояния между точками ввода двух преобразователей и обеспечения их соосности должны использоваться сканирующие устройства.

Еще одной обязательной функцией сканирующих устройств является обеспечение TOFD-дефектоскопа данными о положении преобразователя для того, чтобы сделать возможным получение В-сканов. Информация о положении преобразователя может быть получена с помощью, например, инкрементных магнитных и оптических инкодеров.

Сканирующие устройства, которые используются в методе TOFD, могут быть как автоматическими, так и ручными. Величина сдвига относительно базовой линии (осевой линии сварного шва) при перемещении должна быть в пределах $\pm 10\%$ расстояния между точками ввода преобразователей.

В Институте электросварки им. Е.О.Патона НАН Украины разработан компьютеризированный TOFD-дефектоскоп, который отвечает всем изложенным выше требованиям и включает в свой состав ручное сканирующее устройство для записи В-сканов. Некоторые результаты испытаний сварных соединений проведенных с применением данного дефектоскопа представлены в разделе «Примеры практического применения».

Методика контроля

Для поиска, измерения размеров и оценивания местоположения и ориентации несплошностей в сварном шве рекомендуется выполнять два вида сканирования: 100%-ное продольное (рис. 3) - для поиска дефектов и

выборочное (только в местах обнаружения несплошностей) поперечное (рис. 4) - для обеспечения высокой точности выполнения измерений размеров и определения ориентации дефектов.

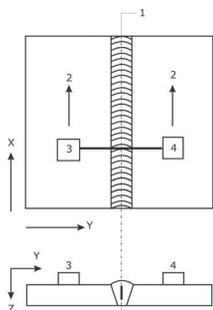


Рис. 3 Продольное сканирование (слева) и соответствующий В-скан (справа)

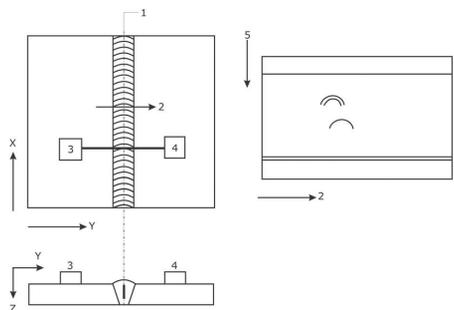


Рис. 4 Поперечное сканирование (слева) и соответствующий В-скан (справа)

Обозначения:

1 – базовая (осевая) линия	6 – головная волна
2 – направление перемещения преобразователя	7 – верхний кончик трещины
3 – излучатель	8 – нижний кончик трещины
4 – приемник	9 – отражение от донной поверхности
5 – время прихода (соответствует ходу луча)	

Предполагается, что ультразвуковая энергия вводится в образец и выходит из него в определенных точках под преобразователями, разделенными расстоянием $2S$. В случае, если допустить, что трещина расположена посередине между двумя преобразователями, глубина залегания кончика дефекта вычисляется по формуле:

$$d = [\frac{1}{4}(ct)^2 - S^2]^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

где:

d - глубина залегания кончика трещины;

c – скорость ультразвука;

t - время прихода дифрагированного на кончике трещины сигнала;

S - половина расстояния между точками ввода УЗ преобразователей.

При этом следует обратить внимание на то, что значение t времени прихода дифрагированного сигнала не учитывает задержку в призме УЗ преобразователей, которая измеряется перед контролем и вводится в соответствующий пункт меню дефектоскопа. Если не учесть время задержки в призме, то это приведет к значительной ошибке измерения. Этого не сделать, состоится серьезная ошибка в вычислении глубины.

ДЕФЕКТОСКОПИЯ XXI ВЕКА

Во избежание ошибок, которые могут быть связаны с оценкой задержки в преобразователях, глубина d , по возможности, должна вычисляться по разности времен прихода Δt между головной и дифрагированной:

$$d = \frac{1}{2}[(c\Delta t)^2 + 4c\Delta t]^{1/2} \quad (2)$$

Высота трещины выходящей на верхнюю поверхность, определяется расстоянием между этой поверхностью и глубиной залегания нижнего кончика трещины, который вызвал дифракцию падающей УЗ волны.

Высота трещины выходящей на нижнюю поверхность, определяется разностью между глубиной залегания нижнего кончика и толщиной образца.

Высота внутренней трещины определяется разностью между глубинами залегания ее верхней и нижней кромок.

Примеры практического применения

Для демонстрации практического применения технологии TOFD предлагаем рассмотреть результаты контроля сварного соединения из стали 09Г2С с толщиной свариваемых пластин 29 мм и Х-образной разделкой кромок (рис.5). В данном соединении на этапе сварки искусственным образом была заложена трещина с раскрытием меньше 10 мкм.

Контроль выполнялся с использованием компьютеризированного TOFD-дефектоскопа разработанного в ИЭС им.Е.О.Патона и удовлетворяющего требованиям стандарта ENV 583-6, а именно: наличие А-развертки с недетектированными сигналами, отображение В-скана в оттенках серого цвета, сохранение всех А-сканов для точного выбора точки измерения, смежное изображение А- и В-скана и т.д (рис.6).

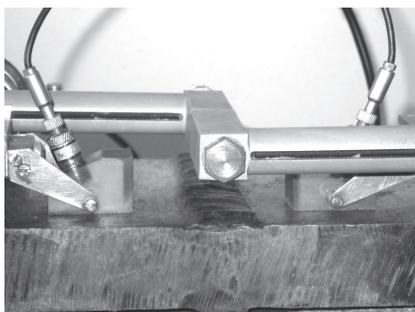


Рис. 5 Контроль методом TOFD сварного соединения толщиной 29 мм

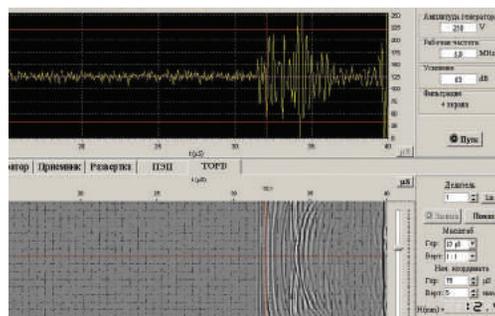


Рис. 6 Представление информации на экране TOFD-дефектоскопа (А-скан – сверху, В-скан – внизу)

На рис.7 представлено изображение В-скана полученное в результате продольного сканирования сварного шва (без поперечного перемещения пары преобразователей). Как отмечалось выше этот вид сканирования выполняется

обычно для поиска возможных несплошностей. Видно, что на фоне индикаций поверхностной волны и отраженной от внутренней поверхности продольной волн, на В-скане выделяется индикация, вызванная присутствием в сварном шве трещины. По вертикальной шкале экрана, которая соответствует длине шва было определено поперечное сечение шва для проведения измерения размеров трещины.

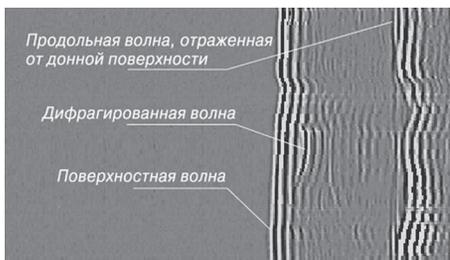


Рис. 7 Продольный В-скан

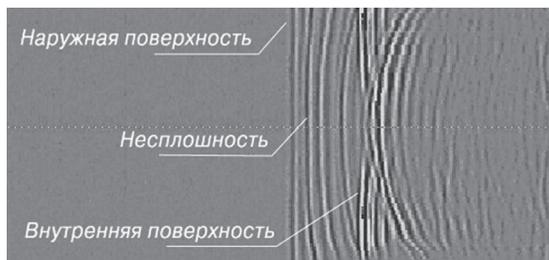


Рис. 8 Поперечный В-скан (маркерной линией обозначено место проведения измерений)

Результаты поперечного сканирования выбранного участка и проведенных измерений показаны на рис. 8. Индикация несплошности представляет кривую характерной изогнутой формы. Измерения выполняются для положения горизонтальной маркерной линии соответствующего вершине этой кривой (минимальному времени прихода дифрагированной волны). В принципе, для выполнения измерений достаточно использовать В-скан и устанавливая курсор последовательно на индикациях соответствующих верхней и нижней кромкам трещины определить ее размер. Однако, для более точного измерения необходимо уточнить точки измерения по соответствующему А-скану, выбирая положение вертикальной маркерной линии (рис. 9).

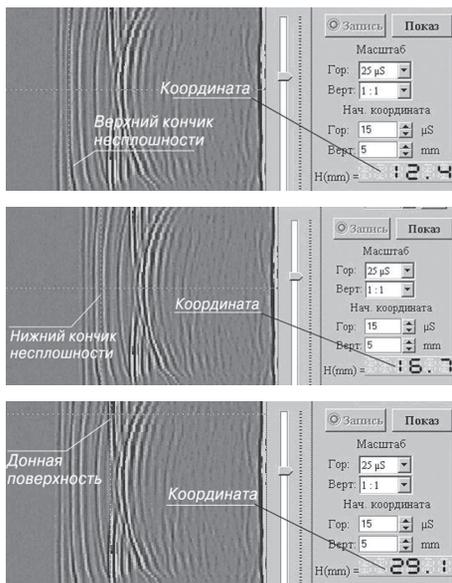


Рис. 9 Результаты измерения размеров трещины

В результате измерений был установлен размер модели трещины в сварном шве – 4,3 мм (верхний край – 12,4 мм, нижний край – 16,7 мм).

Выводы

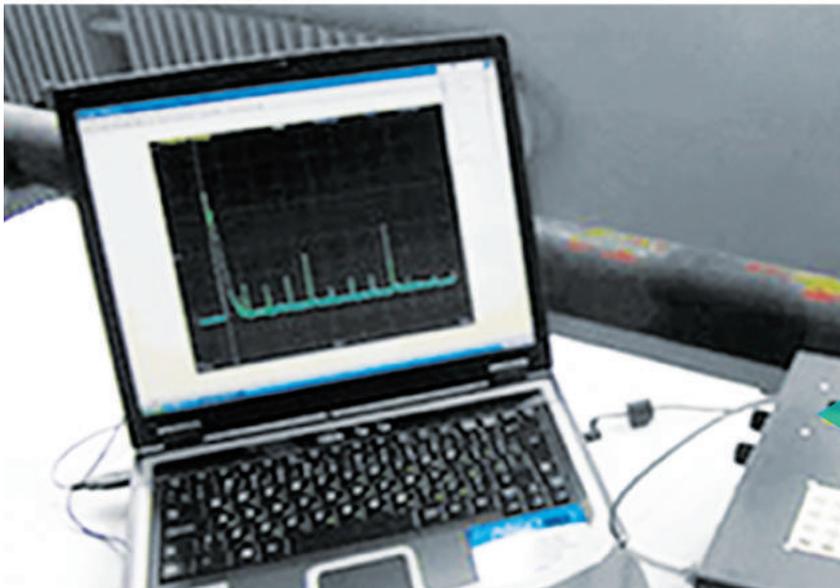
Использование современной технологии ультразвукового контроля сварных соединений металлоконструкций методом TOFD позволяет не только обнаруживать трещины в металле шва и околосшовной зоны, но также с высокой степенью точности измерять их размеры и ориентацию, что открывает новые возможности и перспективы для использования результатов контроля при проведении расчетов по оценке остаточного эксплуатационного ресурса ответственных промышленных конструкций.

Метод имеет высокую чувствительность к плоскостным дефектам с малым раскрытием (трещины, несплавления, непровары), которые не выявляются радиографическим методом контроля, а ориентация таких дефектов не является такой критичной для их выявления как при использовании традиционной эхо-технологии.

Благодаря тому, что излучение ультразвуковой энергии происходит в широком угловом диапазоне появляется возможность проводить поиск дефектов, как правило, за один проход пары преобразователей вдоль сварного шва, что повышает производительность выполнения контроля. И только в том случае, когда будут обнаружены дефекты, для их измерения потребуется проведение поперечного сканирования.

Однако технологии TOFD как и любому другому методу контроля присущи определенные ограничения: потеря чувствительности возле наружной поверхности связанная с малой разницей во времени прихода сигналов головной и дифрагированной волн, применимость метода только для мелкозернистых материалов из-за малой амплитуды сигнала дифрагированной волны.

Для решения этих и некоторых других проблем возникающих при работе с дифрагированными волнами, специалистами Института электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины и Института механики Болгарской академии наук выполняется совместный научный проект «Исследование методов оценки размеров несплошностей с помощью дифрагированных волн». Планируется, что результаты проведенных исследований смогут быть использованы при техническом диагностировании ответственных промышленных объектов для количественной оценки степени опасности трещиноподобных несплошностей, расчета остаточного эксплуатационного ресурса оборудования атомных и теплоэнергетических станций, химических и нефтеперерабатывающих производств.



**СИСТЕМА БЫСТРОЙ
ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА
РАЗЛИЧНЫХ
ТРУБОПРОВОДОВ
НАПРАВЛЕННЫМИ
НИЗКОЧАСТОТНЫМИ
УЗ ВОЛНАМИ В
ПРОЦЕССЕ ИХ
ИЗГОТОВЛЕНИЯ И
ЭКСПЛУАТАЦИИ**



На поверхности технологического трубопровода, устанавливается кольцевая НЧ-антенна, состоящая из пьезопреобразователей. Кольцо антенны не перемещается вдоль трубы в процессе контроля. Антенна посылает направленные УЗ волны крутильной моды на расстояние до 150 м. Информация об отраженных сигналах выводится на экран ноутбука в виде развертки А-scan.

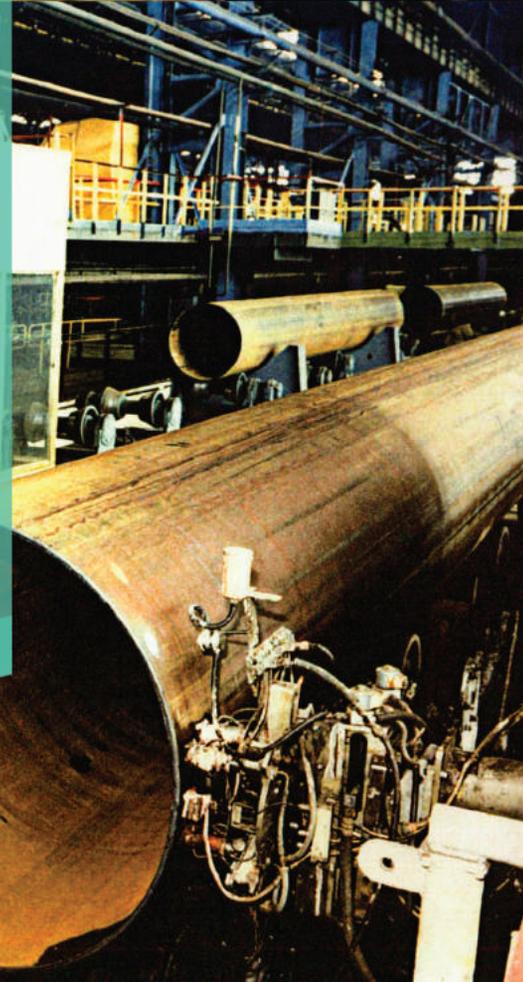
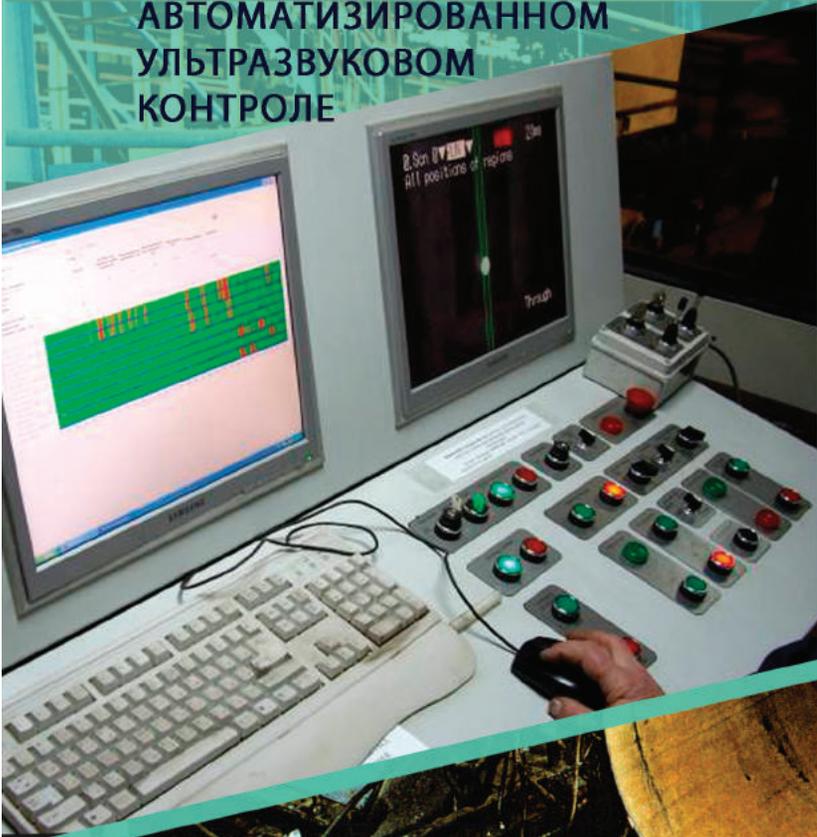


Пример антенны на труднодоступных технологических трубопроводах с $T_{\text{поверхности}}$ до $+800^{\circ}\text{C}$, диаметром до 330 мм и свободные от транспортируемого продукта. Приборы работают на частотах 16, 36кГц, а диаметры контролируемых труб от 54 до 330 мм. Площадь мин. выявляемого коррозионного поражения 5...10% от площади поперечного сечения трубы.



АУЗК

ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ
ДЛЯ РАЗДЕЛЬНОЙ РЕГИСТРАЦИИ
ДЕФЕКТОВ СВАРНОГО ШВА И ЗОНЫ
ТЕРМИЧЕСКОГО ВЛИЯНИЯ ПРИ
АВТОМАТИЗИРОВАННОМ
УЛЬТРАЗВУКОВОМ
КОНТРОЛЕ

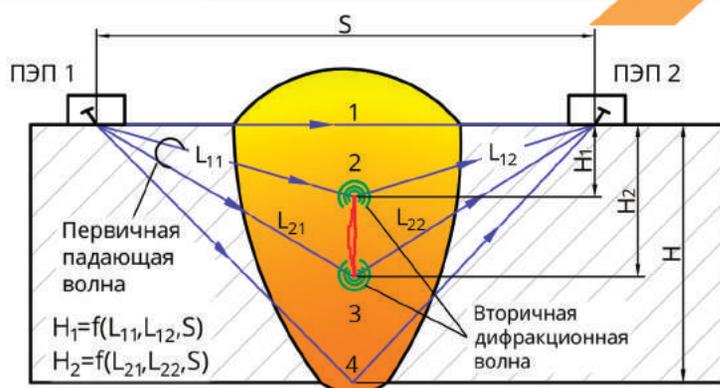


МЕТОД TOFD

ИЗМЕРЕНИЕ ТОЧНЫХ РАЗМЕРОВ ТРЕЩИНОПОДОБНЫХ НЕСПЛОШНОСТЕЙ

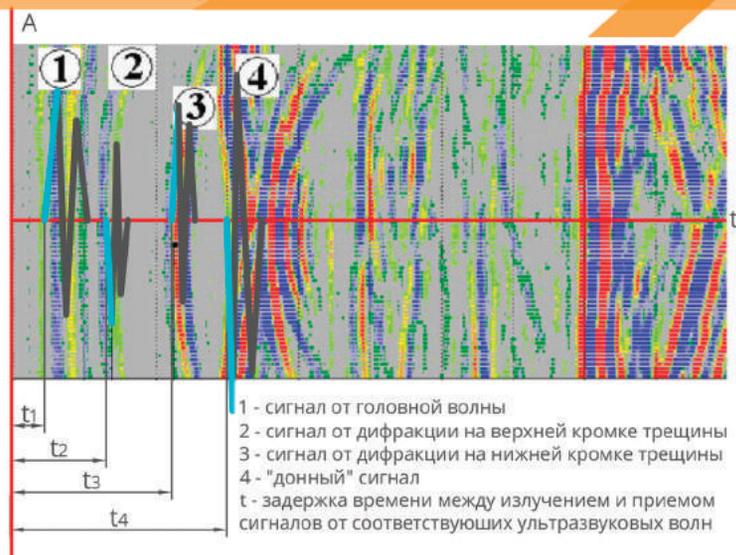
Мониторинг состояния сварных металлоконструкций, определение точных размеров трещиноподобных несплошностей при диагностике и инспекциях ответственных и тяжело нагруженных конструкций. Измерения трещиноподобных дефектов позволяет наблюдать за их развитием дефекта без прекращения эксплуатации объекта.

ИЗМЕРЕНИЕ РАЗМЕРОВ НЕСПЛОШНОСТИ



Технология измерения размеров трещиноподобных несплошностей основана на анализе дифрагированных волн, возникающих на краях несплошности. Расчет размера производится с помощью программного обеспечения. Погрешность 1-2 мм в диапазоне толщин 10-50 мм.

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ СКАНИРОВАНИЯ



Имеется большой практический опыт в применении алгоритмов данного программного обеспечения. Технология использовалась на различных предприятиях Украины и России, в частности, на нефтеперерабатывающих заводах, магистральных трубопроводах, АЭС и др.

КАПИЛЛЯРНЫЙ КОНТРОЛЬ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ И ЛИТЫХ ИЗДЕЛИЙ



Для выполнения КК создан передвижной стенд, оборудованный вытяжкой и другими средствами для эффективного контроля. Стенд изготавливается по индивидуальным заказам ЦЗЛ и экспертно-технических организаций. КК может осуществляться цветоконрастным или люминесцентным методами с использованием дефектоскопических материалов ведущих мировых производителей





КОНТРОЛЬ ГЕРМЕТИЧНОСТИ

ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА РЕЗЕРВУАРА В АНТАРКТИКЕ

Посыпайко Ю.Н.

Институт электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины

ПРЕДИСЛОВИЕ

Обычный телефонный звонок 8 декабря 2015 года от коллеги по Институту прервал суету предновогодней жизни. Более того, со временем он разорвал эту жизнь на “до” и “после”. Предложение, которое прозвучало из телефона, было настолько фантастическим, что показалось мне сперва просто розыгрышем. Но в него хотелось верить и я сразу, положив трубку, поспешил в кабинет заместителя директора.

– Нет, это не розыгрыш, - услышал я от Леонида Михайловича Лобанова. – Действительно, Институт должен отправить специалиста с технического диагностирования резервуаров в Антарктику, на Украинскую антарктическую станцию “Академик Вернадский”. Услышав, что я готов ехать ТУДА хоть сегодня, он с удовлетворением поставил “плюс” в своем перечне проблемных вопросов.

В этот же день я познакомился с Игорем Владимировичем Морозом, главным инженером Национального антарктического научного центра, послушал “учредительную лекцию” и начал изучать материалы по проблеме надежности функционирования системы обеспечения горючим дизельной электростанции в условиях Антарктики...

Меня утвердили в состав “сезонного” отряда исследователей, куда также вошли микробиолог, кандидат биологических наук Иван Парникоза, два гидробиолога-аквалангиста – кандидат биологических наук Андрей Утевский и Дмитрий Шмырев и главный инженер НАНЦ Игорь Мороз.

ДОРОГА В АНТАРКТИКУ

5 января 2016 года из Бориспольского аэропорта через Дубай, Рио-Де-Жанейро, Буэнос-Айрес мы прилетели в Ушуайю – самый южный в мире город. Только из Дубай в Рио самолет был в воздухе 14 часов!

После короткого отдыха 8 января мы загрузились на туристический круизный теплоход “Ушуайя”, где уже было около 80 туристов из разных стран мира, и в 18-м часу вышли в море.

13 января утром все были на палубе – судно проходило одну из красивейших узких проток Антарктики – Лемер, и через несколько часов были возле острова Галиндез в архипелаге Аргентинских островов, где расположена Украинская антарктическая станция “Академик Вернадский”. Оставшееся время дня пошло на переезд, перевозку груза, перекачивание горючего...

УАС «АКАДЕМІК ВЕРНАДСЬКИЙ»

14 января начал знакомиться со Станцией. Фактически - это отель с салоном-столовой, баром, библиотекой и научными лабораториями. Все условия для плодотворной работы.

Станцию на этом месте построила Британская антарктическая служба в 1960-1961 годах. Она получила имя известного физика XIX столетия Майкла Фарадея. В 1980 году Станция была улучшена, приобрела сегодняшний вид, а в 1996 году была передана в распоряжение ученых Украины. Первая Украинская антарктическая экспедиция начала свою работу 6 февраля 1996 года. В этот день на Станции был поднят флаг Украины и она получила имя «Академик Вернадский». Этот день отмечается каждый год, а в 2016-м отмечался юбилей – 20 лет!

Конечно, украинские ученые и раньше работали в Антарктике. Еще в британской экспедиции Роберта Скота 1909-1910 лет принимал участие полтавчанин Антон Омельченко. С 1950-х гг. много украинских ученых работало в советских антарктических экспедициях. К сожалению, после 1991-го года Россия отказалась передать Украине хотя бы одну из восьми советских антарктических станций...

Каждый год на Станции работает 12 специалистов: исследователи (геофизики, метеорологи, биологи) и сотрудники технического обеспечения жизнедеятельности Станции (врач, специалист связи и компьютерной техники, электромеханик, дизелист, повар и, конечно же, начальник).

ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА РЕЗЕРВУАРА

В 2007 году на Станции сооружен стальной вертикальный резервуар РВС-200 для приема и хранения дизельного горючего. Резервуар спроектирован ОАО «УКРНИИпроектстальконструкция им. В.М. Шимановского» (металлоконструкции резервуара) и ОАО «Институт транспорта нефти» (технологическая обвязка резервуара) в 2006 году. Его вместительность 200 куб. м.

Металлоконструкции резервуара изготовлены ООО «Кировоградский завод технологического оборудования». Этот же завод собрал бригаду сварщиков, которая работала на Станции. Резервуар смонтирован из отдельных листов, соединенных между собой сваркой. Резервуар спроектирован и сооружен в форме двустенного вертикального цилиндра, с двумя днищами и двумя кровлями, по принципу «стакан в стакане».

Геометрические параметры внутреннего резервуара: высота стенки – 5,96 м; внутренний диаметр – 6,63 м; толщина листов стенки – 5 мм; толщина листов днища – 5 мм; площадь днища – 34,5 кв. м.

Геометрические параметры внешнего резервуара: высота стенки – 6,58 м; внутренний диаметр – 6,96 м; толщина листов стенки – 5 мм; толщина листов днища 8 мм; расстояние между стенками внутреннего и внешнего резервуаров – 0,16 м.

ДЕФЕКТОСКОПИЯ XXI ВЕКА

В программу технического диагностирования резервуара входило следующее:

- обследование железобетонных фундаментных лент и опорных балок;
- визуальный контроль металлоконструкций и сварных соединений;
- инструментальный контроль металлоконструкций и сварных соединений;
- очищение листов днища и измерение коррозионных повреждений;
- контроль герметичности сварных соединений днища;
- ультразвуковой контроль толщины листов днища, стенки и кровли;
- измерительный контроль (нивелирование) горизонтальности днища;
- измерительный контроль (теодолитная съемка) вертикальности стенки;
- расчетная проверка статичной прочности стенки.

При выполнении технической диагностики резервуара использовано целый ряд приборов, инструментов и оборудования неразрушающего контроля: ультразвуковые толщинометры, вакуум-пузырьковый течеискатель, вакуумный насос 2НВП-1Д, теодолит Т2, нивелир, рулетки, линейки, штангенциркули, шаблоны, лупы увеличительные, осветительные устройства, средства очищения поверхности металла и т.д.

Отмечу некоторые особенности в работе с антарктическим резервуаром.

Резервуар не имеет боковых люков-лазов, хотя в проекте они есть. Поэтому “заходить” в резервуар можно только с кровли, через световой люк, по вертикальной лестнице, приваренной к стенке. Этот путь я прошел десятки раз. И об измерении концентрации паров нефтепродуктов тоже речи нет. Конечно же, все это противоречит правилам безопасности. Однако позади уже 15 тысяч километров – и отступить некуда...

Много сил и времени израсходовано на очищение днища от остатков осадка, грязи и ржавчины. Днище оказалось самым слабым местом резервуара – глубина коррозионных язв листов достигала 2 мм, то есть, 40 % от толщины днища. Коррозионные язвы разной глубины скучены на отдельных участках площадью 10...20 кв. см и расположены на поверхности всех листов, преимущественно вдоль сварных соединений. Коррозионные язвы глубиной 1,0...1,5 мм есть также в сварных соединениях. И это всего за 9 лет!

Конечно же, можно обвинять электрохимическую составляющую коррозии (в десяти метрах работают дизельные генераторы), можно говорить о морской воде в составе “подтоварной” воды, можно ругать загадочную биокоррозию... Но тяжело понять почему в Антарктику, где резервуар должен работать 40 лет, повезли листы из простейшей стали – Ст3пс. Думаю, это ошибка разработчиков технического задания и проектной документации.

А рядом, на Станции, с 1980-го года работает британский резервуар, емкостью 140 куб. м, внутренняя оболочка которого сварена из листов высоколегированной нержавеющей стали толщиной 6 мм...

Для выполнения работ по измерению горизонтальности днища и вертикальности стенки нивелир и теодолит устанавливались на снеговых заносах, которые в это лето не обещали оголить скалы (кстати, антарктическое лето – это температура $0 \pm 5^{\circ}\text{C}$, часто дождь, снег, ветер). Вертикальность внутренней стенки пришлось измерять впервые. Для этого использован постоянный магнит для закрепления подвеса и приставная лестница на всю высоту стенки. Надо сказать, что все показатели горизонтальности днища и вертикальности обеих стенок находились в пределах действующих нормативов, хотя резервуар монтировался в сложных погодных условиях.

Сварные соединения выполнены без значительных отклонений формы. Наиболее распространенными являются подрезы верхней кромки в горизонтальных швах стенок, линейное смещение кромок, превышение выпуклости шва и брызги металла. Недопустимых дефектов сварных соединений, которые могли бы повлиять на работоспособность и долговечность резервуара, не выявлено.

Контроль герметичности сварных соединений выполнено вакуумными камерами и насосом 2НВР-1Д, привезенными с собой.

В результате обследования, расчетов и обсуждения результатов со специалистами по эксплуатации и ремонту резервуаров, сделаны выводы, суть которых излагаем в сокращенном виде.

1. Статичная прочность стенки внешнего и внутреннего резервуаров, днище и кровля внешнего резервуара, в основном, отвечают требованиям проекта и действующим нормативам.

2. Отсутствие люка-лаза в первом поясе стенки значительно усложняет обеспечение условий безопасности персонала при выполнении работ в резервуаре для очистки его от осадков, грязи и воды и выполнения работ по его ремонту.

3. Конструктивным элементом резервуара, который имеет самые большие повреждения в процессе эксплуатации в виде язвенной коррозии, является днище внутреннего резервуара. Язвенная коррозия наблюдается практически по всему днищу глубиной до 1,5 мм (в трех случаях – до 2,0 мм), что составляет 30...40% от проектной толщины. Коррозионные язвы глубиной 1,0...1,5 мм присутствуют также в сварных соединениях. Коррозионные язвы разной глубины сгущены на отдельных участках площадью 10 -20 кв. см и расположены на поверхности листов, преимущественно вдоль сварных соединений.

Разрешено продолжить эксплуатацию резервуара РВС-200 до 1.06.2019 года при условии выполнения следующих рекомендаций, прежде всего

ДЕФЕКТОСКОПИЯ XXI ВЕКА

в части остановки коррозионных процессов на днище внутреннего резервуара.

1. С точки зрения эксплуатационной долговечности нужно уделить внимание остановке коррозионных процессов листов днища внутреннего резервуара. Для этого рекомендуется разработать проектную документацию и выполнить монтаж поверх существующего днища нового защитного днища из аустенитной коррозионностойкой листовой стали толщиной не меньше 2,5 мм (до 01.06.2019 года).

2. Рекомендуется решить вопрос монтажа люка-лаза в первом поясе резервуара согласно проекту, который позволит повысить безопасность выполнения работ в резервуаре и улучшить условия его эксплуатации (до 01.06.2019 года).

3. Необходимо в течение года нанести защитное покрытие на участки с равномерной атмосферной коррозией, которые выявлены на внешней стенке в уторной зоне, на окрайку внешнего днища, на листах кровли, на несущих балках-двутаврах которые являются основой резервуара. Необходимо нанести защитное покрытие на железобетонные ленты фундамента резервуара. Для этого нужно выбрать эффективные материалы (прежде всего для укрепления железобетона) и доставить их на станцию.

4. Рекомендуется иметь на станции запасной комплект запорных устройств, которые установлены на резервуаре, средства их крепления, лот и метршток для измерения уровня топлива в резервуаре, прибор для измерения загазованности в резервуаре (для допуска работников к работе в резервуаре) и средства защиты дыхательных путей: шланговые и поглощающие противогазы.

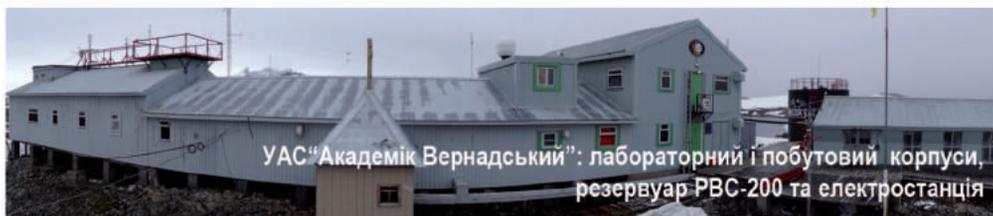
5. Срок эксплуатации резервуара (до 1.06.2019 года), после выполнения его ремонта в соответствии с рекомендациями, будет пересмотрен с целью его продления и назначено очередное диагностирование. В случае непроведения ремонтных работ резервуар должен быть выведен из эксплуатации.

ПОСЛЕСЛОВИЕ О САМОМ ИНТЕРЕСНОМ

В Антарктике “поголовье” пингвинов составляет больше 12 миллионов! В секторе исследований нашей Станции отдельными колониями живут Дженту, Адели и Чин-страпы. Южнее есть колонии Королевских и Императорских пингвинов, а севернее, в более теплых водах, на побережье и островах Южной Америки, хозяйничают Магеллановые пингвины. Эти странные птицы научились жить в невероятно сложных естественных условиях, отстаявая себя не только перед стихией, но и перед хищниками, которые караулят на них и из воздуха, и из воды. Нам, людям, украинцам, есть чему поучиться у них – стойкости, терпению, жизнелюбию, верности своей земле...



Українська антарктична станція "Академік Вернадський"



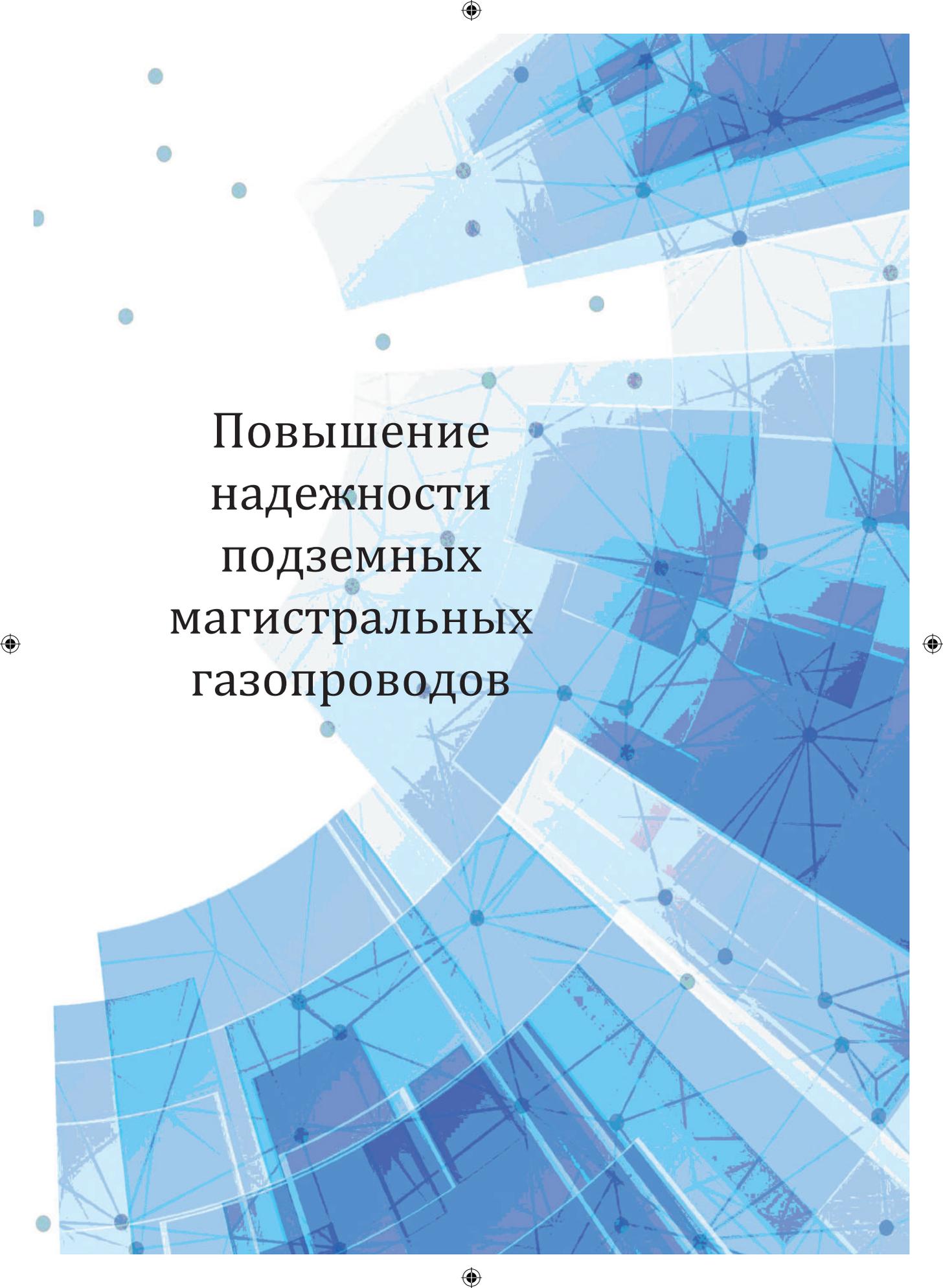
Об'єкт діагностування резервуар РВС-200



Контроль герметичності зварних з'єднань



Корозійні язви днища резервуара

The background features a complex, layered design of overlapping blue and white geometric shapes, including triangles and polygons. A network of thin blue lines connects various points, resembling a data or communication network. Scattered throughout are small, semi-transparent blue circles. The overall aesthetic is modern and technical.

Повышение
надежности
подземных
магистральных
газопроводов

**ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ПОДЗЕМНЫХ
МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ**

Проф. Троицкий В.А.

Институт электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины

Многолетняя безаварийная эксплуатация магистральных трубопроводов зависит от мониторинга их технического состояния, уровня их обслуживания, реализации физических методов их диагностики. Рассмотрены применяемые в настоящее время способы диагностики, существующие виды разметки магистральных трубопроводов, которые должны быть заменены на персональные штрих- и точечные коды труб. Это позволит объединить информационные возможности различных систем диагностики, вести персональную историю каждой трубы, уменьшить зоны раскопов и механических воздействий на подземные трубопроводы.

Общая протяженность нефтегазовых магистралей Украины [12] превышает 42 тыс км., более 20 % из которых эксплуатируются более 50 лет и нуждаются в повышении уровня учета состояния, обслуживания на основе разных видов диагностики. Для нефте-газопроводных магистралей применяют различные виды диагностики, число которых непрерывно увеличивается. Наиболее распространенными из них являются:

- внутритрубная [1, 7] магнитная (акустическая);
- низкочастотная [2] ультразвуковая;
- электрометрическая [3, 4] изоляции;
- коэрцитивно-метрическая;
- магнитометрическая;
- термографическая [2, 7], визуально-оптическая и пр.

Каждый из этих типов испытаний дает свою специфическую информацию о подземных трубопроводах, которая воспринимается ремонтниками только после ее подтверждения другими видами диагностики, ручными средствами дефектоскопии. Для этого в определенном месте производится шурфление, вскрытие определенной трубы. В настоящее время по дефектограммам каждой из перечисленных видов диагностики нельзя назвать трубу, в которой имеются опасные дефекты, поскольку трубы, из которых состоят подземные трубопроводы, обезличены, т.е. не имеют своих номеров (кодов). Отсутствие по-трубного учета трубопроводов и неопределенности мест расположения опасных дефектов приводит к необходимости использования протяженных раскопов, больших дополнительных работ.

Все перечисленные выше физические методы технической диагностики имеют собственные точки начала и средства отсчета координат, правила

ДЕФЕКТОСКОПИЯ XXI ВЕКА

и средства привязки своих результатов преимущественно к поверхности магистрали, включая устройства систем космической навигации GPS. Поэтому трудно сравнивать результаты разных видов диагностики, которые должны дополнять друг друга. Для каждого вида испытаний всегда остро стоит вопрос ошибок первого (перебор, лишнее забраковано) и второго (недобор, пропуск дефектов) рода при сравнении результатов каждого вида диагностики. Из-за обезличенности труб больше всех страдают ремонтные службы.

Опишем некоторые виды диагностики, уточнить и объединить результаты которых может только кодирование (номерация) труб.

На рис. 1 показана схема мониторинга состояния изоляции за счет измерения поляризационного потенциала трубопровода [3, 4], который используют для изучения влияния агрессивной среды грунта, которая приводит к разрушению изоляции и металла трубопроводов. Для защиты металла применяют противокоррозионную защиту и её периодически проверяют. Подземные трубопроводы защищают от коррозии изоляционным покрытием и катодной поляризацией. Основным критерием состояния изоляции [3, 4] считают разницу потенциалов между металлом и средой, называемую поляризационным потенциалом. Превышение поляризационного потенциала служит причиной потерь электроэнергии и материала анодов. При этом на поверхности металла выделяется водород, который предопределяет отслоение защитных покрытий изоляции и водородное растрескивание стали. В электропроводной среде потенциал следует контролировать и поддерживать в определенном диапазоне, не допуская ошибок первого и второго рода. Для этого существует соответствующая точная аппаратура, позволяющая следить за поддержанием поляризационного потенциала.

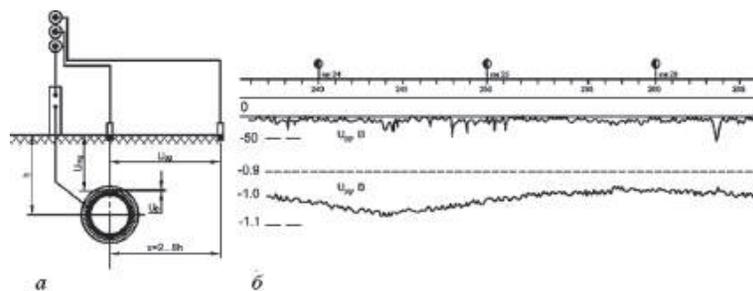


Рис. 1. Оценка качества изоляции трубопровода по результатам измерений поляризационного потенциала U_p :
а – схема, б – результаты измерений, U_{tg} – напряжение между трубой и электродом, U_{gg} – тоже на x -расстоянии от оси, h – глубина залегания трубопровода

Такое обследование подземных трубопроводов электрометрическими методами (электродами) с поверхности земли может быть контактным (рис.

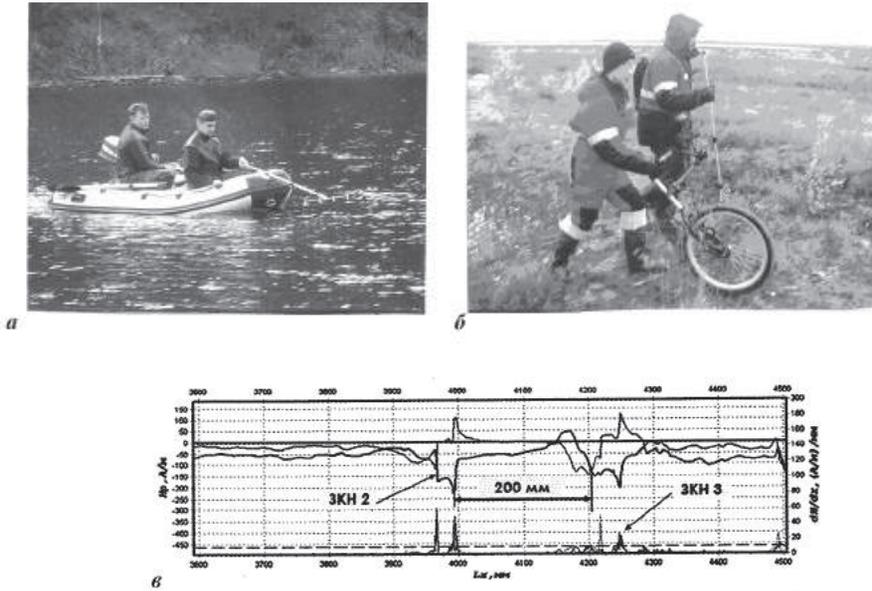


Рис. 2. Магнитометрическая диагностика, определяющая зоны концентраций напряжений (зкн): а, б – процесс измерений; в – распределение напряженности H (А/м) магнитного поля на поверхности и его градиент dH/dx вдоль оси магистрали

1) и бесконтактным. Последние существенно повышают оперативность, но не дает уверенной информации. В этом виде диагностики имеется много оригинальных решений. На рис. 1 показана упрощенная схема измерения поляризационного потенциала [3, 4]. Здесь изображен пункт измерений, электрод, заглубляемый в грунт через 5 – 15 метров по оси трубопровода, и дополнительный электрод, перемещаемый параллельно оси на расстоянии $(2-6)h$. В такой комплектации измерительного пункта на десятки и сотни метров вдоль трассы можно получать распределение переходного сопротивления «труба – земля», сопротивление изоляции, распределение



Рис. 3. Низкочастотная ультразвуковая диагностика

ДЕФЕКТОСКОПИЯ XXI ВЕКА

потенциала «земля – земля» и U_p – поляризационного потенциала вдоль трубы, оценивать состояние изоляции трубопровода, необходимость его вскрытия и ремонта.

На рис. 2 и 3 приведены примеры реализации низкочастотной [2, 13] ультразвуковой диагностики. Каждый из этих видов испытаний, как и внутритрубная диагностика [1, 7, 11], реализуется с помощью специализированных дефектоскопов. Их авторы стремятся привязать полученные результаты к телу трубопровода через собственные вспомогательные средства, начала отсчета и т.п.

На рис. 3 показан пример диагностики магистрального трубопровода с помощью низкочастотного (НЧ) [2, 13] ультразвукового контроля (УЗК). Здесь измерение (отсчет) координат идет от места установки кольцевой антенны. Метод НЧ УЗК на новых трубопроводах может дать информацию о качестве кольцевых монтажных швов нескольких километров магистрали. Это важно делать перед опусканием трубопровода в траншею. По протяженности проникновения НЧ-колебаний в металл можно судить об износе, старение структуры металла. НЧ дальнедействующий контроль успешно применяется для диагностики как технологических трубопроводов, так и наземных нефтепроводов.

Интересный опыт применения НЧ УЗК диагностики описан в работе [13], где этот метод был использован для диагностики 74 км технологических трубопроводов. С применением НЧ УЗК было обнаружено 1345 дефектов с утонением стенки трубы более 20 %. Размер утонения уточнялся УЗ-толщиномерами. При этом было выделено 263 недопустимых дефекта с толщиной стенки меньше браковочного уровня и 230 дефектов с толщиной стенки, близкой к отбраковочному значению (плюс 0,5 мм). Первые (263) подлежали немедленному ремонту, вторая группа (230) отнесена к ближайшему плановому ремонту. Остальные $1345 - 263 - 230 = 852$ пораженные (более 20 % толщины) места должны наблюдаться на трассах, должны периодически отыскиваться и диагностироваться. Очевидно, что каждые из $852 + 230 = 1082$ мест на трубопроводах будут легче обнаруживаться при наличии нумерации труб, а тем более, если им присвоить уровни опасности (красный, оранжевый, серый) и эту информацию вывести на поверхность трассы. Для наружных трасс это так и делается. Нумерация труб особенно важна для подземных трубопроводов.

На рис. 4 изображена [13] диаграмма (2011 г.) распределения недопустимых дефектов по-трубно. Отдельные трубы здесь имеют до 21 недопустимых дефектов. По 7 недопустимых дефектов было у трех труб, а по одному – у 25 труб. Характерно, что в предыдущем году (2010 г.) эта фирма без метода НЧ УЗК на 74,2 км трубопроводов нашла только 9 труб с недопустимыми дефектами. Как для наземных, так и для подземных

ДЕФЕКТОСКОПИЯ XXI ВЕКА

Все перечисленные виды диагностики дают собственные важные сведения об особенностях локальных участков магистрали. Далеко не все выделенные тем или иным видом диагностики места являются недопустимыми для дальнейшей эксплуатации. В то время как эта же зона по другому виду диагностики может оказаться критичной, недопустимой для дальнейшей эксплуатации без ремонта. Поэтому, важно сравнивать результаты разных видов диагностики. Все многочисленные виды наблюдений за состоянием подземной магистрали станут сопоставимыми друг с другом, если у них будет единая система координат – собственно трубопровод с пронумерованными трубами (монтажными швами), каждая из которых имеет свою историю старения, ремонтов, развития дефектов. Нужна только по-трубная информация, которая намного важнее общей.

Из всех перечисленных видов диагностики более дорогой является внутритрубная. Внутритрубные дефектоскопы непрерывно совершенствуются, растут объемы получаемой ими информации. Неоднородности, утонения и другие отклонения от нормы после расшифровки дефектограммы найдены и обсуждены на конкретной трубе. Сейчас интересующую трубу разыскивают по косвенным признакам, например, по расстоянию от определенного репера, который визиализируется на дефектограмме и отмечен на поверхности трассы. Расстояние от репера до места шурфления может начисляться сотнями метров. Поэтому вероятность ошибки в определении места раскопа очень высока. На старых трубопроводах, кроме проблемы «ремонтировать нечего», часто возникает более опасная ситуация – проблема «избыточности». Это происходит, когда ручная дефектоскопия нашла намного больше дефектов, чем внутритрубный дефектоскоп. При этом что-то отремонтировали, но не самое опасное место, которое не было раскопано. Из-за обезличенности труб, из-за неуверенности, приходится вскрывать большие участки трассы.

По этим и другим причинам для реконструируемых трубопроводов должна быть использована хорошо считываемая на дефектограмме и считываемая ручными средствами система кодирования труб. В настоящее время для разметки магистрали используют разные косвенные системы [9, 10, 11], основанные на применении различных маркерных пластин (рис. 5), располагаемых на теле трубы, реперов, специальных маркерных труб (рис. 6) и т.п. Маркерные знаки на теле трубы не закрывают полностью неопределенности, описанные выше проблемы.

В работе [11] описана разметка с помощью накладных маркерных пластин (рис. 5), размещенных вдоль трубопровода на стыковых соединениях отдельных труб и соответствующих реперов на поверхности трассы. Последним достижением в этой серии разметок является разметка [11] на основе видимых на дефектограмме маркерных труб (рис. 6), изготавливаемых в заводских условиях, и располагаемых в магистрали

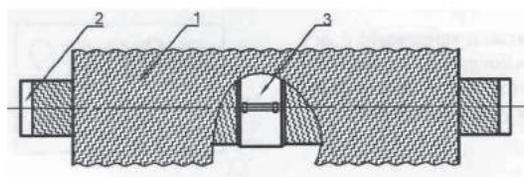


Рис. 6. Маркерная труба:
1 – балластное покрытие; 2 – тело трубы;
3 – маркер KD 13229.00.000

через 1 – 2 км. Для того, чтобы найти дефектную трубу, перемещаясь по поверхности трассы от репера маркерной трубы, надо отсчитать большие расстояния. Кроме масштабных проблем, сложен перенос информации с дефектограммы, еще и потому, что нельзя учесть все особенности рельефа поверхности трассы.

В качестве штрих-кодовых элементов в простейшем случае, например, для труб малого диаметра, могут быть использованы кодовые бандажи (рис. 7), располагаемые в зоне кольцевого монтажного шва. Для труб больших диаметров штрих-код может быть в виде панели с кодовыми элементами (рис. 8) или пластины с кодовыми отверстиями (рис. 9 – 13). Таким образом, есть три конструктивные возможности формирования кода трубы. Для каждого монтажного шва может быть сформирован код (номер) из определенной комбинации кодовых элементов. Это могут быть бандажи, кодовые элементы панели или отверстия в пластине. Каждая из этих систем имеет свои особенности в изготовлении, считывании и в объемах информации.

Преимущество штрих-кодов на основе маркерных бандажей – это пригодность для любых диаметров, абсолютная их узнаваемость, поскольку кодовый бандаж – это заметное утолщение металла по всей образующей трубы. Такой код пропустить нельзя.



Рис. 7. Формирование штрих-кода за счет удаления одного (а) или двух (б) бандажей (тонкая линия) от монтажного шва (жирная линия)

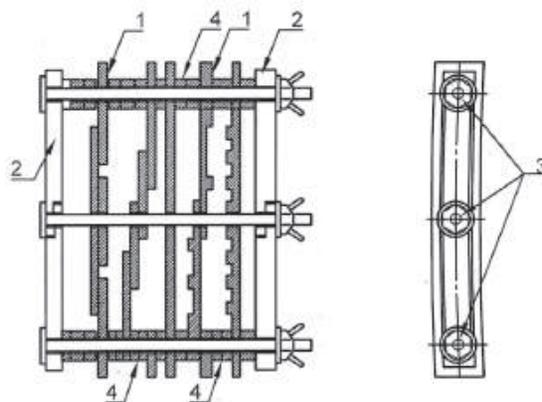


Рис. 8. Панель штрих-кодов, состоящая из 5 разных кодовых элементов, сочетание которых определяет номер трубы: 1 - кодовые элементы, 2 - щека, 3 - стягивающие шпильки

Маркерные бандажи (рис. 7), располагаемые в зоне монтажного сварного шва перед его изоляцией, изготавливаются из элементов трубного металла и плотно прилегают к поверхности трубы. Они могут быть многоэлементными или ленточными.

В качестве информативных признаков штрих-кода может быть форма, конструкция элементов бандажа, расстояние от него до монтажного шва, расстояние между отдельными элементами бандажей (рис. 8). Используя эти признаки, можно обозначить многие сотни стыков.

Если такой штрих-код делать только на каждый пятый стык, т.е. через 4 трубы, то тогда для участка из 100 труб необходимо разметить только 20 стыков.

На рис. 7а показано, как одиночный ленточный бандаж располагается около монтажного шва (м.ш.) на разных расстояниях. Здесь так обозначено 8 монтажных швов, выделенных на рисунке жирными линиями. Тонкая линия – это ленточный или сборный кодовый бандаж, расположенный справа от м.ш. Набор штрих-кодов может быть сформирован при расположении подобных бандажей и слева от м.ш., т.е. по ходу или против направления движения транспортируемого продукта.

На рис. 7б показана разметка м.ш. аналогичная разметке рис. 7а, но с помощью уже двух бандажей. Здесь за счет расстояния между бандажами и м.ш. число обозначений существенно увеличено. На рис. 7б их показано 33, а общее число штрих-кодов на рис. 7 составит 41. На рис. 7 одноленточный и двухленточный бандажи находятся справа от м.ш. Такое же их расположение может быть выполнено слева от м.ш. Тогда общее число штрих-кодов возрастает до 82. При длине трубы 12 м это позволит обозначить каждую трубу на 984 м трассы. Значительно больше возможностей в формировании штрих-кодов дают не ленточные, а многозвенные сборные бандажи. На рис. 7 исследовано только два признака – число (2) и расстояние. Если, кроме

того, ввести учет вариантов конструктивного исполнения штрихового элемента (рис. 8), то число кодов возрастает на порядок.

Формирование штрих-кодов должно быть описано в технической документации, где должны быть указаны соответствующие друг другу коды и номера труб (м.ш.) в виде таблиц, подобных табл. № 1, подготовленной для точечного штрих-кода с двумя отверстиями из 15 возможных.

Для труб большого диаметра рекомендуются штрих-кодовые панели (рис. 8), в которых короткие прямые кодовые элементы являются аналогами бандажей.

Рассчитаем сколько вариантов штрих-кода можно получить, когда имеется: 5 и 10 вариантов конструкций элементов, которые могут располагаться вплотную к м.ш. или на некотором расстоянии (2 признака). Маркерные элементы (бандажи) могут располагаться до м.ш. или после м.ш. (2 признака).

Таким образом, в случае 5 вариантов конструкций элементов (бандажей) будет 9 отличительных варьируемых признаков, а в случае 10 вариантов таких признаков будет 14. Подсчитаем число комбинаций (число кодов) для этих случаев: $A^3_9 = 9 \times 8 \times 7 = 504$, $A^3_{14} = 14 \times 13 \times 12 = 2184$. Это приблизительно на протяжении 5 км и 22 км трассы даст всем трубам возможность иметь собственные неповторяющиеся коды.

Панель по рис. 8 представляет набор кодовых элементов, собранных на шпильках с втулками, определяющими дистанцию между штриховыми элементами. Изменяя набор, конструкцию элементов и дистанцию между ними, формируются коды, подобные штрих-кодам из бандажей, изображенным на рис. 7. Система нумерации может начинаться с использования одного элемента, далее двух, трех однотипных, далее – разных штриховых элементов. Кодовую панель располагают в околошовной зоне монтажного шва перед её изоляцией.

В каждой группе информационных, кодовых элементов должна быть иерархия применяемости с учетом читабельности их на дефектограмме. Если прочтение штрих-кодов зависит от направления намагничивания, то для выявления точечных кодов направление намагничивания не имеет значения. Рассмотрим возможности точечных кодов.

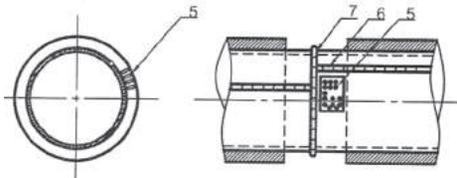


Рис. 9. Расположение кодовой пластины (5) в зоне пересечения продольного (6) и монтажного (7) швов

ДЕФЕКТОСКОПИЯ XXI ВЕКА

На рис. 9 показано расположение точечной кодовой пластины 1 в зоне пересечения кольцевого монтажного 3 и продольного 4 швов.

Формирование штрих-кодовых панелей по рис. 8, их сборка на месте требует определенных интеллектуальных усилий. Значительно проще изготавливать и понимать точечные кодовые панели (пластины) с отверстиями (рис. 10 – 13). Самый простой точечный код (рис. 10) – это количество отверстий в пластине, которое равно номеру без каких-либо комбинаций. Сколько отверстий, такой и номер. Все просто. Это простейшая возможность получения (рис. 10) номеров. Более сложный вариант – с помощью отверстий написать цифровой номер так, как показано на рис. 11. Если в пластине по рис. 10 отверстия могут быть выполнены в произвольном порядке, то на маркерной пластине по рис. 11 изображен цифровой номер, который принадлежит трубе № 9175. И в первом (рис. 10) и во втором (рис. 11) вариантах необходимо иметь много отверстий.

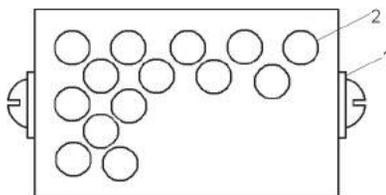


Рис. 10. Маркерная пластина с 14 произвольно расположенными отверстиями, число которых соответствует номеру монтажного шва (№14)

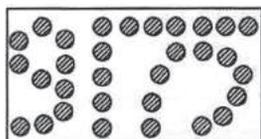


Рис. 11. Маркерная пластина, содержащая 55 точек, с форсированным номером из 31 отверстия для трубы № 9175

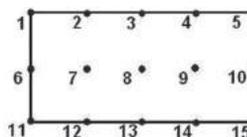


Рис. 12. Кодовая пластина на 15 возможных отверстий для 105 или 210 точечных кодов

Покажем, что выполняя в пластине только 2 – 3 отверстия, можно создавать огромное количество кодов (рис. 12 – 13). Многочисленность точечных кодов достигается за счет комбинаций нескольких отверстий относительно детерминированных точек их возможного расположения.

На рис. 12 показана небольшая пластина, содержащая 15 детерминированных точек, в которых могут быть открыты отверстия. С помощью такой пластины, открывая в детерминированной точке по одному отверстию, можно получить 15 обозначений, а при открывании двух одинаковых отверстий можно получить уже 105 кодов, показанных в табл. 1. Если на этой кодовой пластине отверстия имеют собственные

отличительные признаки, например одно из двух отверстий имеет другой диаметр, то число таких кодов удваивается и делается равным 210. Общее число вариантов из 15 по два подсчитывается по формуле $N = A_m^n = m(m-1) \dots = A_{15}^2 = 210$. Здесь каждая пластина имеет два разных отверстия.

В том случае, если оба отверстия одного диаметра, т.е. не имеют собственных отличительных признаков, то число кодов уменьшается в два раза. Они приведены в табл. 1. Например, для обозначения м.ш., имеющего номер 47, согласно табл. 1, на кодовой панели должны быть открыты четвертое и двенадцатое отверстия и т.д., и т.п.

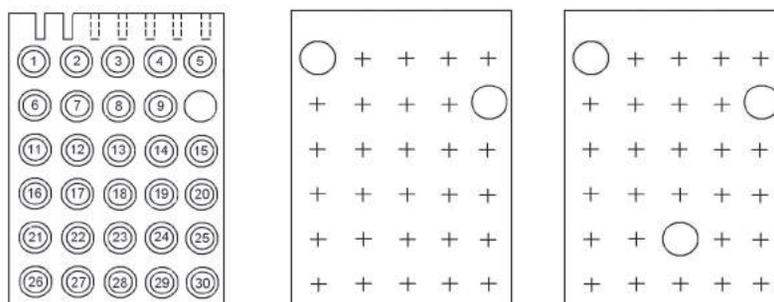


Рис. 13. Кодовая пластина: а) – с одним (10) открытым отверстием из 30 возможных и 7-ю возможными прорезами по периферии; б) – с двумя и в) – с тремя открываемыми отверстиями

На рис. 13 показана кодовая пластина в два раза большего размера, чем по рис. 12, в которой детерминированных точек для отверстий в два раза больше (30), чем в пластине по рис. 12. Причем отверстия могут быть разных и равных диаметров. Если в такой пластине открывать только по одному отверстию одного диаметра, то так можно обозначить только $N_1^1 = 30$ м.ш., а если их открывать по два отверстия (рис. 13б) одного диаметра, то число кодов будет $N = A_{30}^2 = 435$. Если открывать два отверстия разного диаметра, то $N_2^2 = A_{30}^2 = 870$. Если аналогично открывать по три отверстия (рис. 13в) разных диаметров, то число кодов будет $N_3^3 = 24360$. Это уже слишком много. Так можно обозначить все трубы в магистрали протяженностью $24.360 \times 2 = 292.320 \text{ м} \sim 300 \text{ км}$. Для облегчения понимания использования точечных кодов избыточность возможностей желательно уменьшить, например, все отверстия делать одного диаметра. Тогда $N_1 = 30$; $N_2 = 435$; $N_3 = 8120 (\sim 97 \text{ км})$.

Добавить информативности можно простыми вспомогательными возможностями. Например, введением прорезей, показанных на верхней кромке кодовой пластины (рис. 13а), или изменением детерминированного места расположения кода, что также является легким для понимания отличительным признаком.

Таким образом, из трех рассмотренных систем простейшими являются точечные коды на основе отверстий в кодовой пластине, которые могут быть в следующих исполнениях:

ДЕФЕКТОСКОПИЯ XXI ВЕКА

- 1) произвольно расположенные отверстия (рис. 10б), количество которых определяет номер;
- 2) цифровое изображение (рис. 11) в виде арабских (1, 2, 3. ...) или римских (I, II, III, ...) цифр;
- 3) комбинации 2 или 3 отверстий (рис. 13б, 13в);
- 4) посредством одного кодового отверстия, местоположение которого определяет номер (рис. 13а).

Пока нет стандартов, требующих применения по-трубного кодирования, проектант имеет возможность разработки собственных систем нумерации.

Самый упрощенный (рис. 13а) способ предполагает открытие по одному отверстию разного диаметра и использование ряда прорезей на периферии пластины. На рис. 13а показаны два возможных диаметра и семь прорезей по верхней периферии кодовой пластины. Боковые прорези, количество которых соответствует номеру участка трубопровода, являются вспомогательным информативным признаком и могут быть использованы для дополнительного обозначения огромного количества труб.

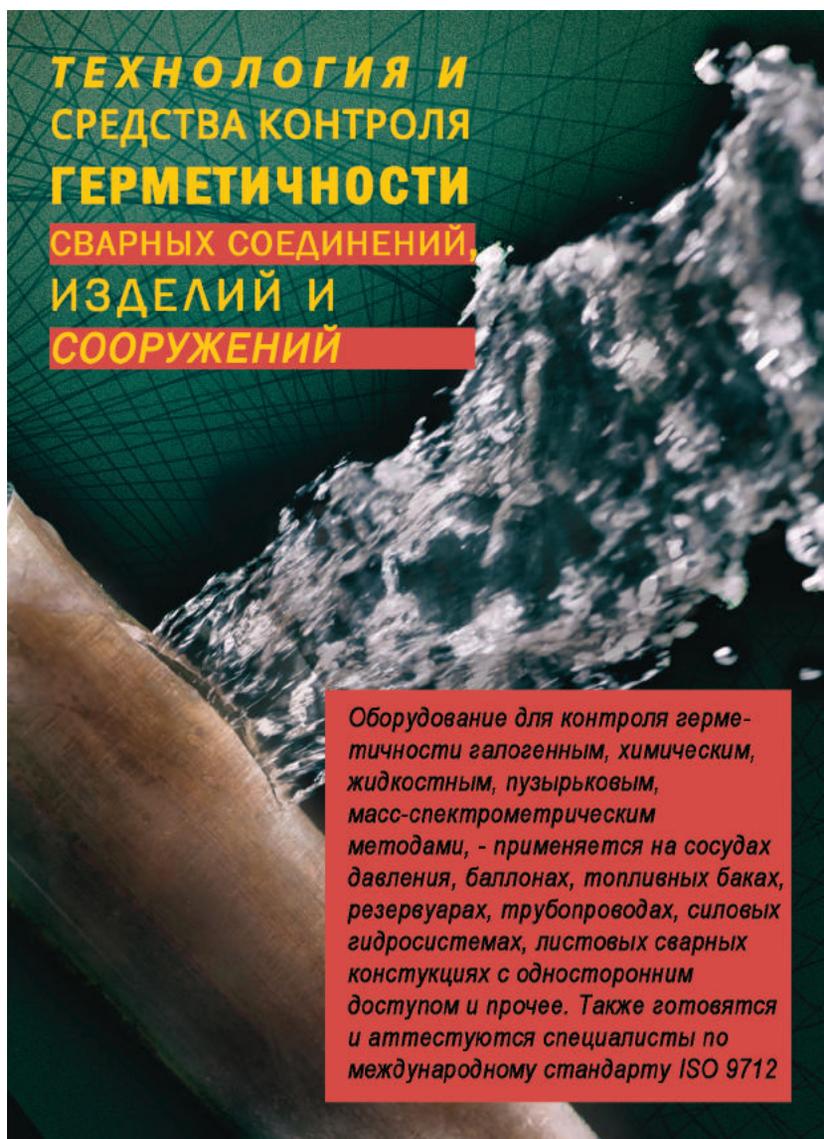
Таблица № 1.

Соответствие номерам труб точечного кода в виде двух одинаковых отверстий на пластине с 15-ю возможными точками для отверстий

№ мш	Ø n ₁ -n ₂	№ мш	Ø n ₁ - n ₂	№ мш	Ø n ₁ - n ₂								
1	1-2	17	2-5	33	3-9	49	4-14	65	6-11	81	8-12	97	11-13
2	1-3	18	2-6	34	3-10	50	4-15	66	6-12	82	8-13	98	11-14
3	1-4	19	2-7	35	3-11	51	5-6	67	6-13	83	8-14	99	11-15
4	1-5	20	2-8	36	3-12	52	5-7	68	6-14	84	8-15	100	12-13
5	1-6	21	2-9	37	3-13	53	5-8	69	6-15	85	9-10	101	12-14
6	1-7	22	2-10	38	3-14	54	5-9	70	7-8	86	9-11	102	12-15
7	1-8	23	2-11	39	3-15	55	5-10	71	7-9	87	9-12	103	13-14
8	1-9	24	2-12	40	4-5	56	5-11	72	7-10	88	9-13	104	13-15
9	1-10	25	2-13	41	4-6	57	5-12	73	7-11	89	9-14	105	14-15
10	1-11	26	2-14	42	4-7	58	5-13	74	7-12	90	9-15		
11	1-12	27	2-15	43	4-8	59	5-14	75	7-13	91	10-11		
12	1-13	28	3-4	44	4-9	60	5-15	76	7-14	92	10-12		
13	1-14	29	3-5	45	4-10	61	6-7	77	7-15	93	10-13		
14	1-15	30	3-6	46	4-11	62	6-8	78	8-9	94	10-14		
15	2-3	31	3-7	47	4-12	63	6-9	79	8-10	95	10-15		
16	2-4	32	3-8	48	4-13	64	6-10	80	8-11	96	11-12		

Требования к точности систем разметки подземных трубопроводов будут возрастать с ростом культуры эксплуатации. Точная разметка облегчит преодоление спорных ситуаций, возникающих на магистральных подземных трубопроводах в течение многолетнего периода их эксплуатации, для которых практикуют различные виды диагностики (рис. 1 – 3).

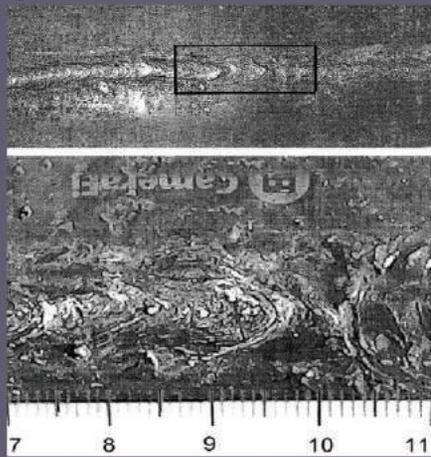
Четкая система кодирования труб, изложенная в техдокументации, сократит эксплуатационные расходы, время для профилактики и ремонта, будет способствовать сокращению земляных работ. Достаточное кодирование может быть достигнуто с помощью двух или трех отверстий, двух или трех штрих-кодовых элементов. Трубы с отклонениями от нормы должны быть отремонтированы или периодически наблюдаться различными средствами неразрушающего контроля.



ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЙ ВИЗУАЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ ПРОТЯЖЕННЫХ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ



Пример записи сварного шва, в поисковом режиме, и зоны с предполагаемыми дефектами, в оценочном режиме. Полученные цифровые изображения сохраняются и в дальнейшем используются как документ.



Для визуально - измерительного контроля ответственных изделий изготавливаются подвижные магнитные платформы с видеокамерами и средства отображения, передачи и записи цифровых изображений. Для измерения геометрических параметров установлены лазерные указатели.

Устройство оборудованно локальными осветителями, лазерным измерителем, микротелевизионной камерой, монитором (смартфоном), устройством цифровой обработки изображений, беспроводной связью передачи информации (WiFi).

**УКАЗАТЕЛЬ ПЕЧАТНЫХ РАБОТ
сотрудников отдела
«Неразрушающие методы контроля качества сварных соединений»
ИЭС им. Е.О. Патона**

В хронологическом порядке приведена основная часть работ отдела,
опубликованных в период с 1980 по 2018 год

1980

1. Классификация сварных швов по дефектности на основании результатов магнитографического контроля / Троицкий В.А., Демидко В.Г., Посыпайко Ю.Н. // Автоматическая сварка. – 1980. – № 7
2. Установка для контроля герметичности сварных соединений вакуумно-пузырьковым методом / Трущенко А.А., Посыпайко Ю.Н. // Информационное. письмо ИЭС им. Е.О. Патона, Киев: Реклама. – 1980. – 4 с.
3. Патент № 2647418 (ФРГ) – опубл. 19.06.80.
4. Устройство для управления трансформаторами с магнитной коммутацией / Троицкий В.А., Нагайцев В.А., Кияткин Н.Е., Паршин Д.Н., Белый Н.Г. // А.С. (СССР) № 743156. – Опубл. в Б.И. – 1980. – № 23.
5. Трехфазный симметричный регулировочный трансформатор / Троицкий В.А., Паршин Д.Н., Нагайцев В.А., Кияткин Н.Е., Богданов В.М., Белый Н.Г. // А.С. (СССР) № 737995. – Опубл. в Б.И. – 1980. – № 20.
6. Выпрямитель / Троицкий В.А., Ройтенберг С., Калинин С.А., Нагайцев В.А., Белый Н.Г. // А.С. (СССР) № 744903. – Опубл. в Б.И. – 1980. – № 24.
7. Источник питания для сварки переменным модулированным током / Троицкий В.А., Шигаев Т.Г., Нагайцев В.А., Белый Н.Г. // А.С. (СССР) № 742061. – Опубл. в Б.И. – 1980. – № 23.
8. Трехфазный симметричный регулируемый трансформатор / Троицкий В.А., Нагайцев В.А., Гупало Ю.Д., Паршин Д.Н., Белый Н.Г. // А.С. (СССР) № 758273. – Опубл. в Б.И. – 1980. – № 31.
9. Регулировочный трехфазный трансформатор с магнитной коммутацией / Борю Ю.И., Кияткин Н.Е., Паршин Д.Н., Богданов В.М., Белый Н.Г. // А.С. (СССР) № 792303. Опубл. в Б.И. – 1980. – № 48.
10. Контактная жидкость для ультразвуковой дефектоскопии / Троицкий В.А., Ющак П.Т., Кокекий И.Н., Кузьмин В.В. // А.С. № 719779. – 1980. – № 8.
11. Определение зарождения и развития трещин электромагнитным методом / Троицкий В.А., Крячко В.В., Диегуц П.П. // Автоматическая сварка. – 1980. – № 3. – С. 65-66.
12. Об одном способе плавного амплитудного регулирования напряжения / Троицкий В.А. // Электричество. – 1980. – № 3. – С.33-37.
13. Устройство для магнитной записи / Троицкий В.А., Козлов В.С., Жуковский П.Г. // А.С. № 720517. – 1980. – № 9.
14. Способ неразрушающего контроля ферромагнитных материалов / Троицкий В.А., Комский И.Б., Жуковский П.Г. // А.С. № 728488. – 1980. – № 14.
15. Классификация сварных швов по дефектности на основании результатов магнитографического контроля / Троицкий В.А., Белый Н.Г., Першин Д.Н. // Автоматическая сварка. – 1980. – № 7. – С.55-58, 65.
16. Трехфазный симметричный регулировочный трансформатор / Троицкий В.А., Белый Н.Г., Першин Д.Н. // А.С. № 737995. – 1980. – № 20.
17. Источник питания для сварки переменным модулированным током / Троицкий В.А., Белый Н.Г., Шигаев Т.Г., Нагайцев В.А. // А.С. № 742061. – 1980. – № 23.

18. Устройство для управления трансформаторами с магнитной коммутацией / Троицкий В.А., Белый Н.Г., Нагайцев В.А., Калинин С.А. // А.С. № 743156. – 1980. – № 23.

19. Сварочный трансформатор с питанием от осветительной сети / Лебедев В.К., Троицкий В.А., Жуковский П.Г., Постолетий Н. // Автоматическая сварка. – 1980. – № 10. – С. 57-59,62.

20. Способ питания дуги переменного тока / Жуковский П.Г., Лебедев В.К., Троицкий В.А. // А.С. № 753569. – 1980. – Б.И. № 29.

21. Выпрямитель / Троицкий В., Ройтенберг С., Калинин С. // А.С. № 744903. – 1980. – Б.И. № 24.

22. Состояние и перспективы совершенствования методов неразрушающего контроля сварных труб большого диаметра / Троицкий В.А. // Общество "Знание", УССР. Киев: Металлургия. – 1980. – 148 с.

23. Определение размеров и расположения дефектов в сварных соединениях при радиационной дефектоскопии / Троицкий В.А., Гром В.С., Никитин В.Ф. // Автоматическая сварка. – 1980. – № 11. – С. 38-41.

24. Трехфазный симметричный регулируемый трансформатор / Троицкий В.А., Белый Н.Г., Гупало Ю.Д., Нагайцев В.А. // А.С. № 758273. 1980. – Б.И. № 31.

25. Повышение эффективности ультразвукового контроля качества сварных соединений средствами кибернетики / Троицкий В.А., Давиденко В.Ф., Чуйков С.П. // Автоматическая сварка. – 1980. – № 4. – С. 39-44.

26. Способ комплексного автоматизированного контроля качества изделий и установка для его реализации / Патон Б.Е., Лебедев В.К., Троицкий В.А., Донин А.Р. // А.С. № 763776. 1980. – Б.И. № 34.

27. Радиометрический дефектоскоп / Троицкий В.А., Адамено А.А. Валевич М.И. // А.С. № 764479. – 1980. – Б.И. № 34.

28. Регулировочный трехфазный трансформатор с магнитной коммутацией / Троицкий В.А., Борю Ю.И. // А.С. № 792303. – 1980. – Б.И. № 48.

29. Устройство для рентгеновского контроля дефектов сварных швов / Патон Б.Е., Троицкий В.А., Горбунов В.И., Валевич М.И. // А.С. № 779303. – 1980. – Б.И. № 42.

30. Создание и освоение материалов - магнитодиэлектриков в электропромышленности / Троицкий В.А., Борисенко А.И., Клычков В.Н., Федюшкин В.Н. // Тематический сборник "Конструкция и охлаждение специальных электрических машин по безотходной технологии. – Харьков. – 1980.

31. Способ плавного регулирования источников питания, содержащих продольно-емкостную компенсацию / Троицкий В.А. // Автоматическая сварка. – 1980. – № 5. – С. 8-12.

32. Ультразвуковое телевизионное устройство для контроля качества материалов / Троицкий В.А., Козлов В.С., Лучников Т.А., Голонд Ю.Ш. // А.С. № 3227023 от 24.XI.80.

33. Устройство калибровки магнитотелевизионного дефектоскопа / Троицкий В.А., Козлов В.С., Голонд Ю.Ш., Кузнецов Н.И. // А.С. № 2917145/28 от 28.04.80.

34. Контактная жидкость для ультразвуковой дефектоскопии / Троицкий В.А., Ющак П.Т., Жуковский П.Г. // А.С. № 7118779 от 29.06.1978. – 1980. – № 8.

35. Устройство для калибровки магнитотелевизионного дефектоскопа / Троицкий В.А., Козлов В.С. Голонд Ю.Ш. // А.С. №113319 от 28.04.1980.

1981

36. Анализ характеристик отражения шероховатых поверхностей при ультразвуковом контроле / Радько В.П., Шевченко И.Я. // В кн.: Неразрушающие методы испытаний сварных соединений. – Киев: ИЭС АН УССР. – 1981. – С. 81-84.

37. Производство электросварных многослойных труб диаметром 1420 мм / Гуляев Г.И., Лебедев В.К., Посыпайко Ю.Н. // ВТИ № 40ТС-81. Выкса, Горьковской обл.; ВМЗ. – 1981. – 165 с.

38. Сварочный источник питания с ускоренными переходами вторичного напряжения через нулевые значения / Троицкий В.А., Жуковский П.Г., Белый Н.Г. // *Электромеханика*. – 1981. – № 1. – С. 76-80.
39. Стабилизация параметров радиографических методов контроля / Нагайцев В.А., Белый Н.Г. // В кн. *Неразрушающие физические методы и средства контроля*. – Минск. – 1981. – Г-28. – С. 58-60.
40. Статистическая обработка результатов контроля сварных соединений / Троицкий В.А., Радько В.П. // *Брошюра*. – Общество "Знание", УССР. – Киев: Сварка. – 1981. – 22 с.
41. Резонансные источники питания дуги переменного тока / Троицкий В.А., Жуковский П.Г., Постолатий Н. // *Электротехника*. – 1981. – № 3. – С. 41-44.
42. Магнитографический контроль качества сварных многослойных труб / Шарова А.М., Куликов В.П., Троицкий В.А., Жуковский П.Г. // *Автоматическая сварка*. – 1981. – № 1. – С. 63-66.
43. Сварочный источник питания с ускоренными переходами вторичного напряжения через нулевые значения / Троицкий В.А., Белый Н.Г., Жуковский П.Г. // *Изв. ВУЗов № I. – "Электромеханика"*. – 1981. – С. 76-80.
44. Магнитная суспензия для дефектоскопии изделий / Троицкий В.А., Швец Т.М., Мельниченко З., Жуковский П.Г. // *А.С. № 803650*. 1981. – Б.И. № 5.
45. Ультразвуковой контроль качества соединений, выполненных контактной стыковой сваркой / Троицкий В.А., Радько В.П., Кучук-Яценко С.И. // *Автоматическая сварка*. – 1981. – № 4. – С.38-40.
46. О выборе порога обнаружения сигналов / Троицкий В.А., Радько В.П., Шевченко И.Я. // *Труды IX Всесоюзной конференции "Неразрушающие методы и средства контроля"*. – Москва. – 1981.
47. Особенности конструкции и задачи совершенствования установки ультразвукового контроля сварных швов магистральных газонефтепроводов в условиях крайнего севера / Троицкий В.А., Бобров В.Т., Заборовский О., Ющак П.Т. // *Труды IX Всесоюзной конференции "Неразрушающие методы и средства контроля"*. – Москва. – 1981.
48. Адаптивные цифровые дефектоскопы для ручного ультразвукового контроля / Троицкий В.А., Давиденко В.Ф., Чуйков С.П. // *Труды IX Всесоюзной конференции "Неразрушающие методы и средства контроля"*. – Москва. – 1981.
49. Особенности УЗ контроля сварных соединений труб, выполненных контактной сваркой / Троицкий В.А., Радько В.П., Ющак П.Т., Шевченко И.Я. // *Труды IX Всесоюзной конференции "Неразрушающие методы и средства контроля"*, Москва. – 1981.
50. Устройство для УЗК сварных соединений / Троицкий В.А., Бондаренко Ю.К., Довженко В.Н. // *А.С. № 819695*. 3 мая 1975. – 1981. – Б.И. № 13.
51. Способ сварки переменным модулированным током / Троицкий В.А., Шигаев Т.Г., Нагайцев В.А. // *А.С. № 831453*, 29.11.77. – 1981. – Б.И. №19.
52. Устройство для сварки переменным модулированным током / Троицкий В.А., Шигаев Т.Г., Нагайцев В.А., Иванова Н.Е. // *А.С. № 846154* от 21.09.1978. – 1981. – Б.И. № 26.
53. Радиографический контроль сварных соединений с применением фотобумаги / Троицкий В.А., Валевич М.И., Никитин В.Ф. // *Автоматическая сварка*. – 1981. – № 9. – С. 72-73.
54. Способ сварки переменным модулированным током / Троицкий В.А., Шигаев Т.Г., Горпенюк В.Н. // *А.С. № 863222* от 17 мая 1979. – 1981. – Б.И. № 34.
55. Тенденции развития науки и техники неразрушающего контроля сварных соединений / Троицкий В.А., Демидко В.Г. // *Сб. Неразрушающие методы испытаний сварных соединений*". – К.: Изд-во ИЭС. – 1981. – С. 3-14.
56. Элементы дефектологии / Троицкий В.А. // *Сб. Неразрушающие методы испытаний сварных соединений*". – К.: Изд-во ИЭС. – 1981. – С. 102-112

57. Ультразвуковой контроль сварных соединений пакета листов многослойных конструкций / Троицкий В.А., Бондаренко Ю.К., Балдаков В.Ф., Васильев Л.Н. // Сб. Неразрушающие методы испытаний сварных соединений". – К.: Изд-во ИЭС. – 1981. – С. 75-81.

58. Устройство для контроля качества изделий с криволинейной поверхностью / Бобров В.Т., Троицкий В.А., Комакий И.Н. // А.С. № 868562. – 1981. – № 36.

59. Алгоритм и программа автоматизированного проектирования трансформаторов с магнитной коммутацией / Троицкий В.А., Савин Н.В., Пуйло Г.В. // Республ. межведомств. научно-технич. сборник "Электромашиностроение и электрооборудование". – Вып. 33. – К.: Техника. – 1981. – С. 80.

1982

60. Неразрушающие методы контроля сварных соединений труб большого диаметра / Шевченко И.Я. // Киев: О-во «Знание» УССР. – 1982. – С. 5-7.

61. Регулируемый трансформатор (его варианты) / Кияткин Н.Е., Паршин Д.Н., Богданов В.М., Нагайцев В.А., Белый Н.Г. // А.С. (СССР) № 936053. – Опубл. в Б.И. – 1982. – № 22.

62. Регулируемый трансформатор с магнитной коммутацией / Паршин Д.Н., Кияткин Н.Е., Богданов В.М., Нагайцев В.А., Белый Н.Г. // А.С. (СССР) № 936054. – Опубл. в Б.И. – 1982. – № 22.

63. Устройство для классификации дефектности сварных соединений при радиационном контроле / Троицкий В.А., Довженко В.Н., Адаменко А.А., Валевич М.И. // А.С. № 926533. – 1982. – Б.И. № 17.

64. Ультразвуковое устройство для контроля сварных швов / Троицкий В.А., Радько В.П., Ющак П.Т., Жук В.В. // А.С. № 905779 от 4.06.80. – 1982. – Б.И. № 6.

65. Устройство для автоматической отбраковки сварных соединений при радиационном контроле / Троицкий В.А., Довженко В.Н., Валевич М.И., Балдаков В.Ф. // А.С. № 962796 от 06.82г. – 1982. – Б.И. № 36.

66. Ультразвуковой контроль соединений, полученных сваркой пакеты листов / Гурвич А.К., Троицкий В.А., Бондаренко Ю.К. // Автоматическая сварка. – 1982. – № 1. – С. 57-58, 65.

67. Способ ультразвукового контроля сварных швов / Патон Б.Е., Кучук-Яценко С.И., Троицкий В.А. // А.С. № 911323. – 1982. – № 9.

68. Способ электрорадиографии / Троицкий В.А., Гром В.С., Филиппенков В.Ф. // А.С. № 919156 от 10.08.80. – 1982. – № 13.

69. Способ контроля металлических труб / Патон Б.Е., Троицкий В.А., Донин А.Р. // А.С. № 905783 от 14.10.1981. – 1982. – № 6.

70. О возможности использования метода акустической эмиссии для оценки качества труб большого диаметра / Троицкий В.А., Донин А.Р. // Автоматическая сварка. – 1982. – № 9. – С. 45-48.

71. Ультразвуковой контроль сварных соединений труб / Троицкий В.А., Радько В.П., Ющак П.Т. // Труды X международной конференции по неразрушающему контролю. – Москва, НИИИИ. – 1982.

72. Рентгенография сварных соединений с использованием фотобумаги / Троицкий В.А., Валевич М.И., Никитин В.Ф., Геращенко В.И. // Труды X международной конференции по неразрушающему контролю. – Москва, НИИИИ. – 1982.

73. Задачи дефектологии сварных соединений / Троицкий В.А., Демидко В.Г. // Тезисы докладов Республиканской конф. "Разработка и внедрение передовых технологических процессов и оборудования в сварочном производстве". – Караганда. – 1982.

74. Уровни автоматизации управления дугowymi сварочными процессами в серийном и массовом производстве / Троицкий В.А., Давиденко В.Ф. // Тезисы докладов Всесоюз. совещания "Опыт и пути решения проблемы комплексного управления качеством сварки. – Краснодар. – 1982. – С. 43.

75. Повышение эффективности комплексного контроля сварных изделий при использовании метода акустической эмиссии / Троицкий В.А., Донин А.Р. // Тезисы

докладов Всесоюзн. совещания "Опыт и пути решения проблемы комплексного управления качеством сварки". – Краснодар. – 1982. – С. 49.

76. Сравнение систем визуализации результатов контроля / Троицкий В.А., Бондаренко Ю.К., Радько В.П. // Тезисы докладов Всесоюзн. совещания "Опыт и пути решения проблемы комплексного управления качеством сварки". – Краснодар. – 1982. – С. 51.

77. Разработка и опыт внедрения системы контроля сварных труб и доменных печей / Троицкий В.А., Радько В.П., Чевакин И.В. // Тезисы докладов Всесоюзн. совещания "Опыт и пути решения проблемы комплексного управления качеством сварки". – Краснодар. – 1982. – С. 55.

78. Особенности рентгенографического контроля на фотобумагу / Троицкий В.А., Валевиц М.И., Никитин В.Ф. // Тезисы докладов Всесоюзн. совещания "Опыт и пути решения проблемы комплексного управления качеством сварки". – Краснодар. – 1982. – С. 58.

79. Кассета для множественной рентгенографии сварных соединений с использованием фотобумаги / Троицкий В.А., Гром В.С., Демидко В.Г., Никитин В.Ф. // Тезисы докладов Всесоюзн. совещания "Опыт и пути решения проблемы комплексного управления качеством сварки". – Краснодар. – 1982. – С. 61.

80. Способ неразрушающего контроля намагничивающих материалов / Троицкий В.А., Балдаков В.Ф., Жуковский П.Г. // А.С. № 954869. от 10.10.82. – 1982. – № 32.

81. Способ контроля качества многослойных изделий и устройства для его осуществления / Патон Б.Е., Троицкий В.А., Донин А.Р. // А.С. № 932392 от 2.02.82. – 1982. – Б.И. № 20.

82. Перспективы развития контроля качества и использование ЭВМ при производстве сварных труб большого диаметра / Патон Б.Е., Троицкий В.А. // Автоматическая сварка. – 1982. – №10. – С. 41.

83. Критерий устойчивости горения дуги переменного тока / Троицкий В.А., Шигаев Т.Г. // Автоматическая сварка. 1982. – № 11. – С. 21-23.

84. Устройство для ультразвукового контроля / Троицкий В.А., Бондаренко Ю.К., Агронская Е.В. // А.С. № 976784 от 21.08.1980. – 1982. – № 43.

85. Выпрямитель / Троицкий В.А., Калинин С.А., Найда В.Л. // А.С. по заявке №345834/25-27. Кассета для множественной рентгенографии / Троицкий В.А., Гром В.С., Никитин В.Ф. // А.С. № 972463 от 13.08.80. – 1982. – Б.И. № 41.

86. Способ ультразвукового контроля сварных соединений / Патон Б.Е., Троицкий В.А., Бондаренко Ю.К. // А.С. № 980523 от 22.05.80. – 1982. – № 45. \

87. Способ неразрушающего контроля ферромагнитных материалов / Троицкий В.А., Комакий И.Н. // А.С. № 983533 от 23.8.82. – 1982. – Б.И. № 47.

88. Регулируемый трансформатор с магнитной коммутацией / Троицкий В.А., Першин Д.Н., Кияткин Н.Е. // А.С. № 936054 от 17.10.80. – 1982. – 22.

89. Способ визуализации скрытого электростатического изображения / Троицкий В.А., Борисов Ю.А. // А.С. № 1189253 от 11.2.1982 г.

1983

90. Установка для механизированного контроля герметичности сварных соединений многослойных труб / Трущенко А.А., Троицкий В.А., Посыпайко Ю.Н. // Информационное письмо ИЭС им. Е.О. Патона. – 1983. – № 35. – 4 с.

91. Способ контроля герметичности изделий / Патон Б.Е., Вавилин А.С., Посыпайко Ю.Н. // А.С. 1055982 (СССР). – Опувл. в Б.И. – 1983. – № 43.

92. Регулируемый трансформатор / Троицкий В.А., Сеницын В.К., Нагайцев В.А., Ярешко В.Д., Белый Н.Г. // А.С. (СССР) № 1020873А. – Опувл. в Б.И. – 1983. – № 20.

93. Выпрямитель / Троицкий В.А., Калинин С.А., Нагайцев В.А., Гофман Ю.М., Таскаев М.П., Белый Н.Г. // А.С. (СССР) № 1049211А. – Опувл. в Б.И. – 1983. – № 39.

94. Некоторые вопросы оптимального проектирования трехфазных регулируемых трансформаторов / Троицкий В.А., Белый Н.Г. // В кн.: Проблемы преобразовательной техники, Киев: Наукова думка. – 1983. – Ч. 6. – С. 209-212.
95. Магнитопровод электрической машины / Троицкий В.А., Клычков В.Н., Никитин В.А., Яковлев А.И. // А.С. № 997181 от 2.02.1981. – 1983. – Б.И. № 6.
96. X международная конференция по неразрушающему контролю / Троицкий В.А. // Автоматическая сварка. – 1983. – № 1. – С. 77.
97. Автоматизированная установка для ультразвукового контроля сварных соединений труб / Троицкий В.А., Бондаренко Ю.К., Балдаков В.Л., Негляд Е.В. // Автоматическая сварка. – 1983. – № 2. – С. 68-71.
98. Комплексный контроль сварных изделий - эффективный путь повышения их качества / Троицкий В.А., Донин А.Р. // Автоматическая сварка. – 1983. – № 3. – С. 60-65.
99. Количественная оценка уровня качества сварочных процессов и оборудования / Троицкий В.А. // Автоматическая сварка. – 1983. – №4. – С.62-67.
100. Ультразвуковая дефектоскопия сварных соединений / Троицкий В.А., Бондаренко Ю.К. // Автоматическая сварка. 1983. – № 5.
101. Контроль качества сварки (курс лекций для специалистов-сварщиков) / Троицкий В.А., Трущекно А.А., Белокур И.П. // Наукова думка. – 1983. – 64 с.
102. Магнитодизэлектрики в силовой электротехнике / Ролик А.И., Троицкий В.А., Яковлев А.И. // книга. – Киев: Изд. "Техника". – 1983. – 207 с.
103. Повышение объективности автоматизированного ультразвукового контроля / Троицкий В.А., Бондаренко Ю.К., Еськов Ю.Б. // Автоматическая сварка. – 1983. – № 6. – С. 36-39.
104. Регулируемый трансформатор / Троицкий В.А., Белый Н.Г., Нагайцев В.А. // А.С. №1020873. от 10.11.80г. – 1983. – № 20.
105. Использование фотобумаги при рентгенографической дефектоскопии сварных соединений / Троицкий В.А., Валевиц М.И., Никитин В.Ф., Геращенко В.И. // Заводская лаборатория. – 1983. – № 7. – С. 36-38.
106. Дефекты сварных соединений и средства их обнаружения / Троицкий В.А., Радько В.П., Демидко В.Г. // книга. – К.: Изд. "Вища школа". – 1983. – 222 с.
107. Ультразвуковой дефектоскоп / Патон Б.Е., Троицкий В.А., Бондаренко Ю.К. // А.С. № 1032411 от 21.1.82. – 1983. – № 28.
108. Магнитопровод электрической машины / Троицкий В.А., Клычков В.Н., Никитин В.Ф. // А.С. № 997181. 2.2.81. – 1983. – Б.И. № 6.
109. Способ контроля герметичности изделий / Патон Б.Е., Троицкий В.А., Вавилин А.С. // А.С. №1055982 от 14.10.82. – 1983. – № 43.
110. Устройство для автоматического слежения за сварным швом / Троицкий В.А., Федоряка П.В., Шевченко И.Я. // А.С. № 1094690 от 9.3.83. – 1983. – Б.И. № 20.
111. Автоматизированный неразрушающий контроль качества сварных соединений труб с использованием ЭВМ / Троицкий В.А., Радько В.П. // брошюра. – К.: Общ. "Знание". – 1983. – 16 с.
112. Устройство для радиационного контроля / Троицкий В.А., Довженко В.Н., Демидко В.Г., Леонов Б.И., Соснин Ф.Р. // А.С. № 1100997 от 21.2.1983.
113. Основные параметры преобразователей наклонных для ультразвукового контроля сварных соединений на частоту 1,25-5 МГц с углами призмы 30-55°. Методика выполнения измерений / Патон Б.Е., Троицкий В.А., Бондаренко И.К., Гурвич А.К. // Методические указания РД-50-407-83.
114. Выпрямитель / Троицкий В.А., Калининков С. Нагайцев В.А., Белый Н.Г. // А.С. № 1049211 от 15.6.1982. – 1983. – Б.И. № 39.
115. Электрорадиография. Термины и определения / Троицкий В.А., Демидко В.Г. // ГОСТ 25-541-82
116. Аппараты электро-рентгенографические. Номенклатура показателей /

Троицкий В.А., Демидко В.Г. // ГОСТ 4.83-83.

117. Видеоконтрольное устройство для дефектоскопии / Троицкий В.А., Козлов В.С. Володченко Д. // А.С. № 1151086 от 28.7.1983.

118. Способ радиационного контроля цилиндрических изделий / Троицкий В.А., Донин А.Р., Валевич М.И., Ильницкий Н.К., Ткаченко А.Н. // А.С. № 1190718 от 9.11.1983.

119. Способ ультразвукового контроля сварных соединений и наплавки / Патон Б.Е., Троицкий В.А., Бондаренко Ю.К. // А.С. №1228005 от 28.09.83.

1984

120. Современные методы радиационной дефектоскопии / Адаменко А.А. // Киев: Наукова думка. – 1984. – 215 с.

121. Установки для ультразвукового контроля сварных прямошовных труб большого диаметра / Шевченко И.Я., Балдаков В.Ф., Филиппенков В.А. // Автоматическая сварка. – 1984. – № 3. – С. 40-42.

122. Химические методы контроля герметичности сварных изделий / Бударин Л.И., Сучкова Р.В. // Автоматическая сварка. – 1984. – № 3. – С. 19-23.

123. Контроль качества многослойных труб на Харцызском трубном заводе / Трущенко А.А., Троицкий В.А., Посыпайко Ю.Н. // В кн.: Многослойные сварные конструкции и трубы. – Киев: Наук.думка. – 1984. – С. 242-244.

124. Механизированный контроль герметичности. / Трущенко А.А., Сотченко В.П., Посыпайко Ю.Н. // В кн.: Контроль и управление качеством сварки. – Киев: ИЭС им. Е.О. Патона. – 1984. – С. 110-113.

125. Новые типы пробных материалов для контроля герметичности многослойных конструкций химическими методами / Гаврилова З.А., Бударин Л.И., Посыпайко Ю.Н. // В кн.: Неразрушающие физические методы и средства контроля: Тезисы докл. X Всесоюзной конфер. – т. 2. – М.: НТО им.Вавилова. – 1984. – С. 139.

126. Контроль герметичности сварных соединений многослойных труб / Трущенко А.А., Посыпайко Ю.Н. // В кн.: Неразрушающие физические методы и средства контроля: Тезисы докл. X Всесоюзной конфер. – т. 2. – М.: НТО им.Вавилова. – 1984. – С. 139.

127. Озонатор / Богданов В.М., Нагайцев В.А., Кияткин Н.Е., Паршин Д.Н., Троицкий В.А., Белый Н.Г. // А.С. (СССР) № 1121232. – Оpubл. в Б.И. – 1984. – № 40.

128. Изучение эффективности применения микротрона для контроля сварных соединений / Троицкий В.А., Валевич М.И., Попович К.Д., Белый Н.Г. // Автоматическая сварка. – 1984. – № 3. – С. 23-33.

129. Симметричный трансформаторный регулятор-стабилизатор напряжения с магнитной коммутацией / Троицкий В.А., Синицын В.К., Нагайцев В.А., Белый Н.Г. // Электротехническая промышленность. Аппараты высокого напряжения, трансформаторы, силовые конденсаторы. – 1984. – № 10. – С. 12-14.

130. Способ герметизации сварных соединений / Патон Б.Е., Яковлев А.И., Троицкий В.А., Клычков В.Н. // А.С. № 1073275 от 26.05.82г. – 1984. – Б.И. № 6.

131. Ультразвуковая искательная головка / Троицкий В.А., Шевченко И.Я., Балдаков В.Ф. // А.С. №1068803. от 19.11.1982. – 1984. – Б.И. № 3.

132. Способ неразрушающего контроля ферромагнитных материалов / Троицкий В.А., Чуйков С.П., Комский И.Н. // А.С. № 1279050 от 27.9.79. – 1984. – № 9.

133. Изучение эффективности применения микротрона для контроля сварных соединений / Троицкий В.А., Белый Н.Г., Валевич М.И., Попович К.Д. // Автоматическая сварка. – 1984. – № 3. – С. 29-33.

134. Устройство для ультразвукового контроля / Троицкий В.А., Бондаренко Ю.К., Шевченко И.Я. // А.С. № 1075144 от 14.12.81. – 1984. – Б.И. № 7.

135. Состояние и перспективы развития методов и средств УЗ контроля сварных соединений / Химченко Н.В., Гурвич А.К., Троицкий В.А. // Тезисы докладов Всесоюзной конф. «Проблемы сварки и спецэлектрометаллургии». – Киев. – 1984. – С. 101.

ДЕФЕКТОСКОПИЯ XXI ВЕКА

136. Автоматическая система для УЗК сварных швов и регистрации данных с использованием микропроцессора / Найда В.Л., Орел В.Г., Троицкий В.А., Бондаренко // Труды VI национальной конференции НРБ "Дефектоскопия-84". – 1984. – С. 46.
137. Способ герметизации сварных соединений / Патон Б.Е., Троицкий В.А., Яковлев А.И., Клычков Б.Н. // А.С. № 1073275 от 15.10.83. – 1984. – Б.И. № 6.
138. Тенденции развития теории и практики неразрушающего контроля сварных соединений / Троицкий В.А., Демидко В.Г. // Национальный научный фонд США, материалы сов. опер. семинара. – Киев. – 1984. – С. 142-149.
139. Неразрушающий контроль качества сварных соединений / Троицкий В.А. // Сварка и специальная электрометаллургия. – Киев. – 1984. – С. 201.
140. Способ определения координат источников акустической эмиссии / Троицкий В.А., Донин А.Р., Иващенко В.В. // А.С. № 11004413 от 5.03.83. – 1984. – Б.И. № 27.
141. Устройство для магнитного контроля сварных швов / Троицкий В.А., Куликов В.П., Белягов А.М., Балдаков В.Ф. // А.С. № 1099267 от 12.04.83. – 1984. – Б.И. № 23.
142. Ультразвуковое телевизионное устройство контроля качества материалов / Троицкий В.А., Дробь И.М., Козлов В.С. // А.С. № 1105806 от 24.11.80. – 1984. – Б.И. № 28.
143. Тенденции развития неразрушающего контроля в сварочном производстве / Патон Б.Е., Клюев В.В., Троицкий В.А., Боровиков А.С. // Сборник научных статей "Контроль и управление качеством сварки". - Киев, ИЭС им.Е.О.Патона. – 1984. – С. 3-12.
144. Магнитные поля рассеяния округлых дефектов сварных соединений / Троицкий В.А., Савин Н.В. // Сборник научных статей "Контроль и управление качеством сварки". – Киев, ИЭС им.Е.О.Патона. – 1984. – С. 85-93.
145. Контроль качества труб на Харьцызском трубном заводе / Троицкий В.А., Трущенко А.А., Бондаренко Ю.К. // Материалы I Всесоюзной конференции "Многослойные сварные конструкции и трубы. – К.: Наукова думка. – 1984. – С. 242-244.
146. Озонатор / Троицкий В.А., Белый Н.Г., Кияткин Н.Е. // А.С. № 1121232 от 9.03.83. – 1984. – Б.И. № 40.
147. Симметричный трансформаторный регулятор-стабилизатор напряжения с магнитной коммутацией / Троицкий В.А., Белый Н.Г., Синицын В.К., Нагайцев В.А. // Электротехнич.промышлен. Сер.Аппараты. Трансформаторы. – 1984. – Вып. 10 (156). – С. 9- 11.

1985

148. Вакуумно-пузырьковый метод контроля герметичности сварных соединений / Посыпайко Ю.Н., Трущенко А.А., Марчук В.Ф., Грач П.К. // Информационное письмо ИЭС им. Е.О. Патона. – 1985. – № 6. – 4 с.
149. Способ контроля герметичности изделий / Жуковский П.Г., Посыпайко Ю.Н. // А.С. 1138676 (СССР). – Опубл. в Б.И. – 1985. – № 5.
150. Неразрушающий контроль многослойных труб при их изготовлении / Троицкий В.А., Билецкий С.М., Посыпайко Ю.Н. // Дефектоскопия. – 1985. – № 10. – С. 73-78.
151. Устройство для регулирования и стабилизации напряжения / Нагайцев В.А., Белый Н.Г. // А.С. (СССР) № 1193650. – Опубл. в Б.И. – 1985. – № 43.
152. О коэффициенте нелинейных искажений трехфазных симметричных трансформаторов, регулируемых магнитной коммутацией / Белый Н.Г. // Электромашиностроение и оборудование: Респ.межвед. научно-техн.сб. – Киев: Техника. – 1985. Вып. 39. – С. 112-116.
153. Способ снятия усталости электрофотографических слоев / Валевиц М.И., Троицкий В.А., Никитин В.Ф., Филиппенков В.А., Белый Н.Г. // А.С. (СССР) № 1193628. – Опубл. в Б.И. – 1985. – № 43.
154. Вопросы разработки дозиметрических приборов для контроля качества сварных соединений / Троицкий В.А., Довженко В.Н., Валевиц М.И., Белый Н.Г., Шигаев Т.Г. // Тезисы докладов "Разработка и внедрение процессов сварки". – Алма-Ата. – 1985.

155. Определение просвечивания толщины металла и размеров межслойных зазоров в сварных конструкциях / Троицкий В.А. // Автоматическая сварка. – 1985. – № 5. – С. 43-47.

156. Автоматическая система за ультразвук контрол на заварени шевове на тръби с голям диаметр с използване на микроелектронна изчислителна техника / Троицкий В.А., Найда В.Л., Бондаренко Ю.К., Шевченко И.Я., Балдаков В.Ф. // Стандарты и качество НРБ № 5. – 1985. – С. 21-26.

157. Неразрушающий контроль многослойных труб при их изготовлении / Троицкий В.А., Билецкий С.М., Рыбаков А.А. // Дефектоскопия. 1985. – № 10. – С. 73-78.

158. Устройство для детонационного нанесения покрытия / Дудко Д.А., Приймачек В.В., Троицкий В.А., Загребельный В.И. // А.С. № 1269335 от 7.01.1985.

159. Способ снятия усталости электрофотографических слоев / Троицкий В.А., Валевич М.И., Никитин В.Ф., Филиппенков В.А., Белый Н.Г. // А.С. №1193628 от 4.10.1983. – 1985. – Б.И. № 43.

160. Намагничивающее устройство для контроля изделий из ферромагнитных материалов / Троицкий В.А., Комский И.Н., Балдаков В.Ф., Щигельский В.М. // А.С. № 1196960 от 21.2.83. – 1985. – Б.И. № 45.

161. Способ ультразвукового контроля сварных швов многослойных изделий и тонколистовых конструкций / Патон Б.Е., Троицкий В.А., Бондаренко Ю.К. // А.С. №1226286 от 22.12.1985.

1986

162. Неразрушающий контроль качества сварных конструкций / Троицкий В.А., Радько В.П., Демидко В.Г., Бобров В.Т // К.: Техніка. – 198 – 159 с.

163. Контроль герметичности сварных соединений многослойных конструкций / Посыпайко Ю.Н. // В сб.: Диагностика и прогнозирование разрушения сварных конструкций. – 1986. – № 2. – С. 100-105.

164. Высоковольтный генератор для питания рентгеновской трубки / Гусев Е.А., Дранков В.П., Нагайцев В.А., Троицкий В.А., Белый Н.Г. // А.С. (СССР) № 1203722. – Оpubл. в Б.И. – 1986. – № 1.

165. Состояние и перспективы применения бессеребряных и малосеребряных детекторов в дефектоскопии сварных соединений / Троицкий В.А., Никитин В.Ф., Гром В.С., Белый Н.Г. // Диагностика и прогнозирование разрушения сварных конструкций. – 1986. – № 2. – С. 69-77.

166. Перспективы развития рентгеновских аппаратов с магнитным регулированием для контроля сварных соединений / Белый Н.Г., Дранков В.П., Набойщиков В.Д // Диагностика и прогнозирование разрушения сварных конструкций. – 1986. – № 2. – С. 81-85.

167. Устройство зарядки электрографического носителя / Троицкий В.А., Филиппенков В.А., Леонов Б.И., Житлов Н.Я., Булычев В.В. // А.С. № 1213197 от 7.06.1984. – 1986. – Б.И. № 13.

168. Устройство для дуговой сварки на переменном токе / Троицкий В.А., Калинин С.А., Федотенков В.Г., Махлин Н.М., Илюшенко А.Ф. // А.С. № 1212730 от 29.05.1984. – 1986. – Б.И. № 7.

169. Основные направления работ по неразрушающему контролю в АН УССР в 12 пятилетке / Патон Б.Е., Троицкий В.А. // Тезисы докладов научно-технического совещания "Повышение надежности и качества авиационной техники средствами неразрушающего контроля. М. – 1986. – С. 1-148 (ВИАМ).

170. Применение детекторов с пониженным содержанием серебра при промышленной радиографии / Троицкий В.А., Валевич М.И., Никитин В.Ф., Белый Н.Г., Гром В.С. // Тезисы докладов научно-технического совещания "Повышение надежности и качества авиационной техники средствами неразрушающего контроля. – М. – 1986. – С. 1-148 (ВИАМ).

ДЕФЕКТОСКОПИЯ XXI ВЕКА

171. Номенклатура средств неразрушающего контроля, выпускаемых серийно для межотраслевого использования / Троицкий В.А., Боровиков А.С. // Тезисы докладов науч-но-технического совещания "Повышение надежности и качества авиационной техники средствами неразрушающего контроля. – М. – 1986. – С. 1-148 (ВИАМ).

172. Высоковольтный генератор для питания рентгеновской трубки / Троицкий В.А., Белый Н.Г., Гусев Е.А., Дранков В.П., Нагайцев В.А. // А.С. № 1206722 от 8.9.85. – 1986. – Б.И. № 1.

173. Современное состояние и тенденции развития неразрушающего контроля покрытий / Троицкий В.А., Загребельный В.И., Сеница Н.И. // Автоматическая сварка. – 1986. – № 1. – С. 22-29.

174. Приставное намагничивающее устройство / Троицкий В.А., Жуковский П.Г., Кудрявцев С.И. // А.С. № 1241121 от 6.12.1984. – 1986. – Б.И. № 24.

175. Актуальные вопросы развития методов и средств неразрушающего контроля качества сварных сооружений и конструкций / Патон Б.Е., Троицкий В.А. // Республиканский сборник "Диагностика и прогнозирование разрушения сварных конструкций". К.: Наукова думка. – 1986. – С. 3-6.

176. Автоматический ультразвуковой контроль сварных швов труб / Троицкий В.А., Найда В.Л., Шевченко И.Я., Захарян Р.А. // Республиканский сборник "Диагностика и прогнозирование разрушения сварных конструкций". – К.: Наукова думка. – 1986. – С. 19-23.

177. Состояние и перспективы применения бессеребряных детекторов в дефектоскопии сварных соединений / Троицкий В.А., Валевиц М.И., Гром В.С. Белый Н.Г. // Республиканский сборник "Диагностика и прогнозирование разрушения сварных конструкций". – К.: Наукова думка. – 1986. – С. 69-77.

178. Комплексная система контроля сварных многослойных конструкций / Троицкий В.А. // Тезисы У Национальной научно-технической конференции НРБ "Сварка в строительстве и монтаже". – София. – 1986.

1987

179. Механизированный контроль герметичности сварных соединений многослойных труб / Посыпайко Ю.Н. // В сб.: Диагностика и прогнозирование разрушения сварных конструкций. – 1987. – № 4. – С. 66-68.

180. Стенды для контроля герметичности / Балдаков В.Ф., Литвиненко В.А., Савицкая С.М., Посыпайко Ю.Н. // В кн.: Неразрушающие физические методы и средства контроля: Тезисы докл. XI Всесоюзной конфер. – т. – М.: НТО им.Вавилова. – 1987.

181. Средства контроля герметичности за рубежом / Посыпайко Ю.Н. // В кн.: Неразрушающие физические методы и средства контроля: Тезисы докл. XI Всесоюзной конфер. – М.: НТО им. Вавилова. – 1987.

182. Устройство для контроля герметичности вакуумно-пузырьковым методом / Патон Б.Е., Козин А.Н., Троицкий В.А., Чуйков С.П., Посыпайко Ю.Н. // А.С. 1353080 (СССР). – Оpubл. в Б.И. – 1987.

183. Справочник по оборудованию для дефектоскопии сварных швов /Троицкий В.А., Боровиков А.С., Радько В.П., Посыпайко Ю.Н. // Киев: Техника. – 1987. – 126 с.

184. 268. О возможности повышения разрешающей способности усиливающих экранов. / Гурвич А.М., Катомина Р.В., Белый Н.Г. // Дефектоскопия. – 1987. – № 4. – С. 28-32.

185. Использование трансформаторов, управляемых магнитной коммутацией, в главной цепи рентгеновских аппаратов для промышленной дефектоскопии / Клюев В.В., Троицкий В.А., Белый Н.Г. // Дефектоскопия. – 1987. – № 9. – С. 89-91.

186. Генераторное устройство рентгеновского аппарата, управляемого магнитной коммутацией / Белый Н.Г. // Диагностика и прогнозирование разрушения сварных конструкций. – 1987. – Вып. 4. – С. 28-32.

1988

187. Механизированный контроль герметичности сварных соединений многослойных труб / Троицкий В.А., Нагайцев В.А., Посыпайко Ю.Н. // Дефектоскопия. – 1988. – № 8. – С. 81-85.

188. Устройство для аргоно-дуговой и микроплазменной сварки / Троицкей В.А., Белый Н.Г., Федотенков В.Г., Шнайдер Б.П., Годлис Ю.Е., Мягков Ю.П. // А.С. (СССР) № 1396397. – 1988. – для служебного пользования.

189. Регулируемый трансформатор / Троицкий В.А., Белый Н.Г., Нагайцев В.А., Гусев Е.А., Твердохлебов В.Н. // А.С. (СССР) № 1427427. – Опубл. в Б.И. – 1988. – № 36.

190. Трехфазные симметричные трансформаторы с магнитной коммутацией на магнитопроводе витой конструкции / Паршин Д.Н., Кияткин Н.Е., Нагайцев В.А., Белый Н.Г. // Электротехника. – 1988. – № 1. – С. 38-41.

191. Разработка малосеребряных радиографических детекторов / Троицкий В.А., Новиков А.И., Никитин В.Ф., Красный-Адмоний Л.В., Белый Н.Г. // Дефектоскопия. – 1988. – № 2. – С. 76-83.

192. Применение малосеребряных детекторов для радиографии сваных соединений / Гром В.С., Валиевич М.И., Никитин В.Ф., Белый Н.Г. // Методические рекомендации ИЭС им.Е.О.Патона АН УССР. – Киев. – 1988. –Срок введения с 01.03.88 г.

193. К вопросу разработки малогабаритных индивидуальных дозиметров сигнализаторов / Валиевич М.И., Довженко В.Н., Белый Н.Г. // Диагностика и прогнозирование разрушения сварных конструкций. – 1988. – Вып. 6. – С. 37-39.

194. Рентгеновский аппарат с ферромагнитным резонансом / Гусев Е.А., Набойшиков ВД., Дранков В.П., Белый Н.Г. // Диагностика и прознозирование разрушения сварных конструкций. – 1988. – Вып. 6. – С. 37-39.

195. Малосеребряные детекторы для промышленной радиографии / Троицкий В.А., Новиков И.А., Никитин В.Ф., Гром В.С., Валиевич М.И., Белый Н.Г. // Сборник «Информационные материалы СЭВ». – 1988. – Вып. 1(13). – С. 79-81.

196. Радиография сварных соединений с использованием малосеребряных детекторов и мобильных источников ионизирующего излучения / Троицкий В.А., Валиевич М.И., Никитин В.Ф., Красный-Адмоний Л.В., Белый Н.Г. / Автоматическая сварка. – 1988. – № 10. – С. 51-56.

197. Снижение активных потерь при модулировании переменного сварочного тока / Шигаев Т.Г., Нагайцев В.А., Белый Н.Г. // Сварочное производство. – 1988. – № 11. – С. 27-28.

198. Радиография сварных соединений конструкций на малосеребряных детекторах и ее эффективность / Пивоваров М.Г., Белый Н.Г. // Депонирована в УкрНИИТИ № 2416-УК88 от 20.09.88. – 12 с.

1989

199. Ультразвуковой контроль сварных швов буровых долот серии I АН / Троицкий В.А., Бондаренко Ю.К., Сьсков Ю.Б. // Методы и средства повышения информативности и достоверности ультразвуковой дефектоскопии сварных металлоконструкций: тезисы докладов. – Ленинград. – 1989.

200. Разработка методов и средств контроля герметичности сварных соединений в ИЭС им. Е.О. Патона / Трущенко А.А., Посыпайко Ю.Н. // В сб.: Методы и технические средства контроля герметичности технологического оборудования магистральных трубопроводов и массовой продукции: Тезисы Всесоюзн. конфер. – М.: ВНТО приборостроителей им. С.И. Вавилова. – 1989. – С. 25-26.

201. Контроль герметичности сварных соединений изделий с многослойной стенкой / Посыпайко Ю.Н. // В сб.: Методы и технические средства контроля герметичности технологического оборудования магистральных трубопроводов и массовой продукции: Тезисы Всесоюзн. конфер. М.: ВНТО приборостроителей им. С.И. Вавилова. – 1989. – С. 64-65.

202. Способ усиления серебряного изображения на радиографических бумагах / Врублевский А.С., Рахманов С.К., Корзун Г.М., Гром В.С., Хвалюк В.Н., Гурин В.С., Никитин В.Ф., Белый Н.Г. // А.С. (СССР) № 1519407 от 1 июля 1989г. – Без права публикации.

203. Эффективность использования малосеребряных детекторов для радиографии сварных соединений / Пивоваров М.Г., Белый Н.Г. // Дефектоскопия. – 1989. – № 1. – с. 91-92.

204. Расшифровка рентгенограмм сварных швов в отраженном свете / Троицкий В.А., Гром В.С., Белый Н.Г. // Автоматическая сварка. – 1989. – № 1. – С. 64-66.

205. Химический проявитель для обработки чернобелых радиографических бумаг / Белый Н.Г., Браницкий Г.А., Врублевский А.В., Рахманов С.К., Рогач Л.П., Хвалюк В.Н., Гром В.С. // Положительное решение по заявке № 4627006/23-04 от 15.05.89г. – Без права публикации.

206. Об увеличении контраста изображения дефектов при радиационном контроле сварных швов / Белый Н.Г., Потапов В.Н., Гром В.С. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 1989. – № 2. – С. 11-14.

207. Оптимальная мощность дозы излучения в рентгентелевизионных системах промышленной дефектоскопии / Дембновецкий С.В., Троицкий В.А., Гром В.С., Кузьмичева Н.В., Лещинин А.В., Михайлов В.Н., Михайлов С.Р., Шутенко О.В., Белый Н.Г. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 1989. – № 2. – с. 43-49.

1990

208. Всесоюзная научно-техническая конференция «Методы и технические средства контроля герметичности технологического оборудования магистральных трубопроводов и массовой продукции» / Посыпайко Ю.Н. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 1990. – №2. – С. 96.

209. Устройство для регистрации дефектов при радиационном контроле / Троицкий В.А., Довженко В.Н., Токаревский В.В., Прокопенко В.С., Белый Н.Г. // А.С. (СССР) № 1583807. – Оpubл. в Б.И. – № 29 от 07.08.90 г.

210. Источник питания для сварки модулированным током / Шигаев Т.Г., Нагайцев В.А., Кожачков Д.Е., Белый Н.Г. // А.С. (СССР) № 1704360А1. 1990. – Для служебного пользования.

211. Исследование магнитных полей рассеяния источников переменного тока для электросварки / Белый Н.Г., Савин Н.В., Шигаев Т.Г. // Электромашиностроение и электрооборудование. Респ. межвед.научно-техн.сб. – Киев: Техника. – 1990. – Вып. 43. – С. 117-121.

212. Совершенствование радиографического контроля с использованием технических бумаг для радиографии / Хвалюк В.Н., Кисель Л.Ф., Врублевский А.В., Рахманов С.К., Никитин В.Ф., Белый Н.Г. // Труды XII Всесоюзной научно-технической конференции «Неразрушающие физические методы контроля». – Свердловск. – 1990. – том V. – С. 65-66.

213. Устройство для сварки модулированным током / Белый Н.Г., Шигаев Т.Г., Нагайцев В.А., Троицкий В.А., Ряполов Ю.А., Эйдельман В.М., Ли А.В. // А.С. (СССР) № 1755475А1. – Для служебного пользования.

214. Рентгеновский аппарат с ферромагнитным резонансом / Гусев Е.А., Набойщиков В.Д., Дранков В.П., Белый Н.Г. // Тематическая подборка №4. Неразрушающий контроль качества сварных соединений. Радиационный контроль. УкрНИИТИ. – Киев. – 1990. – С. 82-84.

215. Способ изготовления бромсеребряных фотографических эмульсий для радиографии / Нижнер Д.Г., Белоус В.М., Жуков В.В., Манченко Л.И., Суворин В.В., Чурашов В.П., Троицкий В.А., Белый Н.Г. // А.С. (СССР) № 1609322. – Для служебного пользования.

1991

216. Ультразвуковой контроль сварных соединений прямошовных труб / Троїцький В.О., Бондаренко Ю.К., Єськов Ю.Б., Мельников О.С., Шекеро А.Л. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 1991. – №2.

217. Ультразвуковой контроль наплавления опорных частей для мостовых переходов / Бондаренко Ю.К., Єськов Ю.Б., Мясін С.О., Шекеро А.Л. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 1991. – №2.

218. Ультразвуковой контроль сварных швов буровых долот / Троїцький В.О., Бондаренко Ю.К., Єськов Ю.Б., Шекеро А.Л. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 1991. – №4.

219. Застосування допоміжних пристроїв та схем УЗ контролю для підвищення вірогідності УЗ дефектоскопії сварних швів труб / Бондаренко Ю.К., Єськов Ю.Б., Мясін С.О., Шекеро А.Л. // Диагностика трубопроводов: тези доповідей науково-технічної конференції. – Кременчук. – 1991.

220. Система НК-154 відображення дефектоскопічної інформації результатів УЗ контролю / Бондаренко Ю.К., Єськов Ю.Б., Мельников О.С., Шекеро А.Л. // Диагностика трубопроводов: тези доповідей науково-технічної конференції. – Кременчук. – 1991.

221. Пристрій для ультразвукового контролю продольных сварных швов з технологічним непроваром циліндричних виробів / Бондаренко Ю.К., Єськов Ю.Б., Шулим С.О., Шекеро А.Л. // Диагностика трубопроводов: тези доповідей науково-технічної конференції. – Кременчук. – 1991.

222. Ультразвуковой контроль наплавления опорных частей для мостовых переходов / Бондаренко Ю.К., Єськов Ю.Б., Мясін С.О., Шекеро А.Л. // Автоматизация методов неразрушающего контроля качества сварных соединений: тези доповідей наукового семінару. – Славське, Львівської обл. – 1991.

223. Украинское общество неразрушающего контроля и технической диагностики – новая профессиональная творческая организация / Троїцький В.А., Посыпайко Ю.Н. // В сб.: Автоматизация методов неразрушающего контроля качества сварных соединений: Тезисы докладов семинара в Славске 28-30.05.01. – Киев: Знание. – 1991. – С. 6-7.

224. Комплексный неразрушающий контроль оболочек траншейных резервуаров. / Чуйков С.П., Посыпайко Ю.Н. // В сб.: Автоматизация методов неразрушающего контроля качества сварных соединений: Тезисы докладов семинара в Славске, 28-30.05.01. – Киев: Знание. – 1991. – С. 14-15.

225. Общество СССР по неразрушающему контролю и технической диагностике / Посыпайко Ю.Н. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 1991. – № 2. – С. 94-95.

226. 12-я Всесоюзная конференция по неразрушающему контролю / Посыпайко Ю.Н. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 1001. – № 2. – С. 95.

227. Контроль герметичности сварных соединений резервуаров и трубопроводов / Посыпайко Ю.Н. // В сб.: Экология и проблемы герметичности. Сб. тезисов и докладов Всесоюзной конференции. – г. Сергиев Посад, Московской обл. – Асс. «Герметичность». – 1991. – С. 38-39.

228. Комплексный неразрушающий контроль оболочек траншейных резервуаров / Посыпайко Ю.Н., Чуйков С.П. // В сб.: Автоматизация методов неразрушающего контроля качества сварных соединений. Тезисы докладов семинара, 28-30 мая 1991г., пос. Славское, Львовской обл. – Киев: Знание. – 1991 г. – С.14-16.

229. Радиграфический контроль с усилением снимков по методу диспергирования серебра / Хвалюк В.Н., Врублевский А.В., Киселев Л.Ф., Рахманов С.К., Белый Н.Г. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 1991. – № 2. – С. 90-92.

230. Выбор оптимального режима при радиграфическом контроле / Троїцький В.А., Гром В.С., Марчук В.Ф., Белый Н.Г. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 1991. – № 4. – С. 69-71.

1992

231. Устройство ультразвукового контроля / Троицкий В.А., Серопян Г.В., Загребельный В.И., Панин В.Ф. // Патент SU 1779290 A3 30.11.92. бюл. № 44.

232. Ultrasonic inspection of the deposited layer on support part of bridges / Bondarenko Yu.K., Es'kov Yu.B., Maysin S.O., Shekero A.L. / Technical Diagnostics and Nondestructive Testing. – 1992. – Vol. 3. – No. 2.

233. Ultrasonic inspection of welded joints in straight seam pipes / Troitskiy V.A., Bondarenko Yu.K., Es'kov Yu.B., Melnikov O.S., Shekero A.L. // Technical Diagnostics and Nondestructive Testing. – 1992. – Vol. 3. – No. 2.

234. Ультразвуковой контроль сварных швов буровых долот / Бондаренко Ю.К., Шекеро А.Л. // Современные методы и средства электромагнитного контроля и эффективность их использования в промышленности: тез. докл. научно-техн. конференции. – Могилев. – 1992.

235. Ультразвуковой контроль наплавки опорных частей для мостовых переходов / Бондаренко Ю.К., Шекеро А.Л. // Современные методы и средства электромагнитного контроля и эффективность их использования в промышленности: тез. докл. научно-техн. конференции. – Могилев. – 1992.

236. Ультразвуковой контроль продольных сварных швов труб большого диаметра / Бондаренко Ю.К., Еськов Ю.Б., Шекеро А.Л. // Методы и средства повышения информативности и достоверности результатов ультразвукового контроля сварных металлоконструкций: тез. докл. науч.-техн. конференции. – Санкт-Петербург. – 1992.

237. Ультразвуковой контроль наплавки опорных частей для мостовых переходов / Бондаренко Ю.К., Шекеро А.Л. // Методы и средства повышения информативности и достоверности результатов ультразвукового контроля сварных металлоконструкций: тез. докл. науч.-техн. конференции. – Санкт-Петербург. – 1992.

238. Контроль герметичности сварных соединений трубопроводов / Посыпайко Ю.Н. // В сб.: Контроль герметичности магистральных трубопроводов и проблема экологии. Тезисы докладов Всероссийской науч.-техн. конф. – г. Томск – 1992. – С. 6.

239. Способ радиографии в условиях радиационного фона / Гром В.С., Троицкий В.А., Марчук В.Ф., Белый Н.Г. // А.С. № 1716404А1. – Оpubл. в Б.И. – № 8 от 29.02.92 г.

240. Трансформатор для газозлектрической резки / Нагайцев В.А., Корсун В.И., Белый Н.Г. // А.С. № 1776510А1. – Оpubл. в Б.И. – № 43 от 23.11.92.

241. Источник питания для сварки переменным модулированным током / Белый Н.Г. // Новые сварочные источники питания. Сборник научных трудов. – Киев: ИЭС им.Е.О.Патона. – 1992. – С. 134-141.

1993

242. Ultrasonic inspection of the quality of rolling contact bearings / Bondarenko Yu.K., Shekero A.L. // Technical Diagnostics and Nondestructive Testing. – 1993. – Vol. 5. – No. 2

243. Контроль герметичности сварных соединений тепловых труб / Посыпайко Ю.Н. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 1993. – № 4. – С. 63-68.

244. Выпрямитель сварочный в рудничном нормальном исполнении / Белый Н.Г., Нагайцев В.А., Путря Ю.В., Ходос В.В. // Научно-технический прогресс в горном деле. Сборник материалов научно-технической конференции. – Кривой Рог: НИГРИ. – 1993. – С. 105-109.

1994

245. Устройство для ультразвукового контроля сварных соединений и изделий / Бондаренко Ю.К., Еськов Ю.Б., Мельников А.С., Шекеро А.Л. // Патент Российской Федерации № 2018816. – 1994.

246. Способ определения скорости распространения продольных и поперечных волн в различных твердых материалах / Бондаренко Ю.К., Еськов Ю.Б., Мельников А.С., Шекеро А.Л. // Патент Российской Федерации № 2011192. – 1994.

247. Розробки методів та засобів контролю герметичності зварних з'єднань в Інституті електрозварювання ім. Є.О. Патона / Посипайко Ю.М. // В зб.: Тези доповідей Першої української конференції «Технічна діагностика і неруйнівний контроль в Україні», Дніпропетровськ, КБ «Південне». – 1994. – С. 106-107.

248. Контроль герметичності зварних з'єднань резервуарів та трубопроводів / Посипайко Ю.М. // В зб.: Тези доповідей Першої української конференції «Технічна діагностика і неруйнівний контроль в Україні». – Дніпропетровськ, КБ «Південне». – 1994. – С. 108.

249. Сильноточный радиационный дефектоскоп на базе микротрона / Белый Н.Г., Попович К.Д. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль в Украине. Труды 1-й Украинской конференции. – Днепропетровск. – 1994. – С. 96-97.

1995

250. Технологія та устаткування ультразвукового контролю зварних швів та наплавов бурових доліт / Бондаренко Ю.К., Шекеро А.Л. // Перша Українська конференція “Неруйнівний контроль і технічна діагностика”. Тези доповідей. – Дніпропетровськ. – 1995.

251. Тест-зразок для ультразвукового контролю зварних з'єднань / Еськов Ю.Б., Бондаренко Ю.К., Заплатинский И.А., Шекеро А.Л. // Патент Російської Федерації № 1795749. – 1995.

252. Комплексное диагностирование подземных металлических резервуаров при одностороннем доступе к оболочке / Троицкий В.А., Миронов Ю.М. Агаян Б.С. Чуйков С.П. Маженов Н.И. Посыпайко Ю.Н. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 1995. – № 2. – С. 48-51.

253. К вопросу химикофотографической обработки рентгенограмм / Белый Н.Г., Валевиц М.И., Никитин В.Ф. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 1995. – № 2. – С. 57-59.

1996

254. Ультразвуковой контроль сварных швов оголовников ветроэнергетических установок / Бондаренко Ю.К., Шекеро А.Л. // 14-я Российская науч.-техн. конференция «Неразрушающий контроль и диагностика». – Тезисы докладов. – Москва. – 1996.

255. Ультразвуковий контроль якості таврових зварних швів оголовників вітроенергетичних установок / Бондаренко Ю.К., Шекеро А.Л. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 1996. – № 2.

256. Способ ультразвукового контроля сварны соединений с провисом / Бондаренко Ю.К., Еськов Ю.Б., Казакова Е.В., Шекеро А.Л. // Патент Российской Федерации № 2057331. – 1996.

257. Ультразвуковий контроль якості зварних з'єднань корпусу трансмісії вітротурбини USW 56-100 / Бондаренко Ю.К., Шекеро А.Л. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 1996. – № 4.

258. Розробка методів та засобів контролю герметичності зварних з'єднань в Інституті електрозварювання ім.Є.О.Патона / Посипайко Ю.М. // В зб.: Фізичні методи та засоби контролю матеріалів та виробів. Матеріали доповідей наук.-техн. конф. – Славське, Львівської обл. – Київ-Львів. – 1996. – С. 7.

259. Контроль герметичності зварних з'єднань виробів з багатошаровою стінкою / Посипайко Ю.М. // В зб.: Фізичні методи та засоби контролю матеріалів та виробів. Матеріали доповідей наук.-техн. конф. 5 – 10 березня 1996 р. – с. Славське, Львівської обл. – Київ-Львів. – 1996. - С. 8.

260. Высококонтрастные рентгенотелевизионные системы для дефектоскопии / Дембновецкий С.В., Троицкий В.А., Лещинин А.В., Михайлов С.Р., Белый Н.Г. // Электроника и связь. Научно-технический сборник. – 1996. – Вып. 1. – С. 20-36.

1997

261. Применение и развитие автоматизированных систем ультразвукового контроля, совершенствование процедур контроля для обнаружения дефектов в конструкциях I контура на АЭС Украины / Давыдов Е.А., Найда В.Л. // Материалы II Украинской научно-технической конференции НКТД-97 "Неразрушающий контроль и техническая диагностика". – Днепропетровск. – 1997. – С. 193-198.

262. Ультразвуковой контроль якості таврових зварних швів оголовників вітроенергетичних установок / Бондаренко Ю.К., Шекеро А.Л. // Материалы II Украинской научно-технической конференции НКТД-97 "Неразрушающий контроль и техническая диагностика". – Днепропетровск. – 1997.

263. Ultrasonic testing of drill bit welded joints. INSIGHT (Non-Destructive Testing and Condition Monitoring) / Bondarenko Yu.K., Shekero A.L. // Журнал Британського інституту неруйнівного контролю. – 1997. – Vol. 39. – No. 9

264. Краткое пособие по контролю качества сварных соединений. Методические рекомендации для специалистов-дефектоскопистов / Троицкий В.А. // Киев: ИЭС им. Е.О.Патона. – 1997. – 224 с.

265. Пособие по радиографии сварных соединений. Методические рекомендации для специалистов по радиографическому контролю / Троицкий В.А. // Киев: ИЭС им. Е.О.Патона. – 1997. – 224 с.

266. Оборудование для контроля герметичности сварных соединений ИЭС им.Е.О. Патона / Посыпайко Ю.Н. // В сб.: Методы и средства контроля герметичности технологического оборудования и промышленной продукции. Сб. тезисов докладов. – г. Дзержинск, Д/ф НГТУ. – 1997. – С. 17-18.

267. Firm foundation for NDT and considerable further potential / Paton V.E., Troitsky V.A., Posupajko Yu.N. // Insight. – Vol. 39. 1997. – No 9. – P. 630-633.

268. Overall diagnosis of underground metal tanks with one-sided access to the shell Troitsky V.A., Posupajko Yu.N. // Insight. – Vol. 39. 1997. – No 9. – P. 642.

269. Дефектоскопические рентгенотелевизионные системы высокой чувствительности / Дембновецкий С.В., Троицкий В.А., Лещишин А.В., Михайлов С.Р., Белый Н.Г. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 1997. – № 4. – С. 13-22.

1998

270. Ultrasonic testing of drill bit welded joints / Bondarenko Yu.K., Shekero A.L. // Proceedings of 7-th European Conference on Non-Destructive Testing. – Copenhagen. – 1998. – Vol. 2. – P. 1704-1708.

271. Computerised Ultrasonic Testing of Constructions which are Past their Service Life. Based on P-SCAN System. Troitskij V.A., Davudov E.A. // Proceedings of 7-th European Conference on Non-Destructive Testing. – Copenhagen. – 1998. – Vol. 2. – P. 3048-3056.

272. Асимптотическое определение дифрагированных волн на полубесконечном разрезе при ультразвуковом контроле / Давыдов Е.А. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 1999. – № 4. – С. 12-19.

273. Некоторые результаты технической диагностики сосудов и трубопроводов в нефтехимической промышленности / Гиренко В.С., Рабкина М.Д., Дядин В.П., Давыдов Е.А., Бернацкий А.В., Кузьмин В.В. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 1998. – № 3. – С. 17-24.

274. Рентгенотелевизионная система с микропроцессорным управлением / Дембновецкий С.В., Лещишин А.В., Михайлов С.Р., Белый Н.Г. // Сборник научных трудов международной научно-технической конференции «Современные приборы, материалы и технологии технической диагностики и неразрушающего контроля промышленного оборудования». – Харьков. – 1998. – С. 318-321.

1999

275. Дослідження ультразвукового тракту дефектоскопу при роботі з дифрагованими хвилями на тріщиноподібних несучільностях / Давидов Є.О. // Методи та прилади контролю якості. – 1999. – № 4. – С. 12-19.

276. Магнитный контроль напряженно-деформированного состояния сварных соединений и стальных металлоконструкций, определение их остаточного ресурса. / Загребельный В.И. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 1999. – № 4.

277. Выделение ультразвуковых волн, дифрагированных на кромке трещины, в материалах с повышенными структурными шумами / Давыдов Е.А. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 1999. – № 4. – С. 14-18.

278. Исследование эффективности идентификации аномалий сварных соединений, обнаруженных внутритрубными аппаратами магнитного контроля, с помощью ультразвуковых систем / Давыдов Е.А., Козин А.Н., Троицкий В.А., Радько В.П. // Материалы 15-ой Российской научно-технической конференции “Неразрушающий контроль и диагностика” в рамках всемирного электротехнического конгресса ВЭЛК 99. – Часть 1. – Москва: 1999. – С. 174-180.

279. Эксплуатационный ультразвуковой контроль сварных швов магистральных трубопроводов с определением типа и высоты дефектов / Давыдов Е.А., Козин А.Н. // Материалы 4-ой специализированной конференции и выставки «Современные приборы, материалы и технологии для неразрушающего контроля и технической диагностики промышленного оборудования». – Ивано-Франковск. – 1999. – С. 25-30.

280. Рентгеновские технические пленки / Белый Н.Г., Павлий А.В. – Сварщик. – 1999. – № 5. – С. 14-15.

2000

281. Развитие неразрушающего контроля ответственных металлоконструкций / Патон Б.Е., Троицкий В.А. // Автоматическая сварка. 2000. – № 10.

282. Пособие по радиографии сварных соединений (книга) / Троицкий В.А. // ИЭС им.Е.О.Патона НАНУ. – К. – 2000. – 266 с.

283. Обнаружение и локализация дефектов в сварных швах изделий из пластмасс с помощью ультразвука / Троицкий В.А., Радько В.П. // Материалы конференции НКТД-2000. – С. 77-81.

284. Повышение чувствительности рентгенотелевизионного контроля / Троицкий В.А., Денбновецкий С.В., Лещишин А.В., Михайлов С.Р., Белый Н.Г. // Материалы конференции НКТД-2000. – С. 225-229.

285. Особенности неразрушающего контроля и диагностики строительных сооружений / Троицкий В.А. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2000. – № 2. – С. 24-28.

286. Development of methods and compact equipment for control of defects and stressed state in welded elements of structures, which operate under the space conditions / Troitskiy V.A., Lobanov L.M., Zagrebelny V.I., Pivtorak V.A. // Науково-практичний журнал «Космічна наука і технологія». – 2000. № 4. – том 6.

287. Энциклопедия в 40-а томах / Лебедев В.К., Кучук-Яценко С.И., Четвертко А.И. Посыпайко Ю.Н. // Машиностроение /// Ред. совет: К.В. Фролов (пред.) и др. – Том IV-6. – Оборудование для сварки / Под ред. Б.Е. Патона (Раздел 6, гл. 3.1. – Оборудование для неразрушающего контроля. – с. 465 – 477). Москва: Машиностроение. – 2000. – 496 с.

288. Особенности контроля герметичности сварных соединений многослойных изделий / Посыпайко Ю.Н. // Матеріали 3-ї Української конференції „Неруйнівний контроль та технічна діагностика-2000”. – Дніпропетровськ. – 2000. – С. 212–215.

289. Техническое обследование резервуаров / Посыпайко Ю.М. // Матеріали 3-ї Української конференції „Неруйнівний контроль та технічна діагностика-2000”. – Дніпропетровськ. – 2000. – С. 216.

290. 3-я научно-техническая конференция «Неразрушающий контроль и техническая диагностика-2000» /Посыпайко Ю.Н. //Неразрушающий контроль.– 2000. – № 3. – С. 17.

291. Конкурс Украинского общества неразрушающего контроля и технической диагностики / Посыпайко Ю.Н. // Неразрушающий контроль. – 2000. – № 3. – С. 18-22

292. Control of Tightness of Welded Joints on Multilayer Structures (Контроль герметичності зварних з'єднань в багатошарових конструкціях) / Посыпайко Ю.Н. // Матеріали 15-ї Всесвітньої конференції з неруйнівного контролю. – Рим, 2000. – С. 315.

293. Методы контроля герметичности / Посыпайко Ю.Н. / Киев, ИЭС им. Е.О. Патона. – 2000. – 24 с.

294. Розробка способу ультразвукового контролю зварних з'єднань з технологічним непроваром / Бондаренко Ю.К., Шекеро А.Л. // Міжнародна конференція “Зварні конструкції”. Тези доповідей. – Київ. – 2000.

295. Підвищення об'єктивності результатів сертифікації фахівців неруйнівного контролю шляхом комп'ютеризації екзаменаційного процесу / Троицкий В.А., Шекеро А.Л. // Міжнародна конференція “Зварні конструкції”. Тези доповідей. – Київ. – 2000.

296. Количественный анализ модели ультразвукового тракта дефектоскопа при дифракции на трещиноподобных несплошностях / Давыдов Е.А. // Материалы III Украинской научно-технической конференции НКТД-2000» // Неразрушающий контроль и техническая диагностика. – Днепропетровск. – 2000. – С. 278 - 291.

297. Improvement of Objectiveness of the NDT Experts Certification Results by Computerization of the Examination Procedure / Троицкий В.А., Шекеро А.Л. // 15th World Conference on Non-Destructive Testing, Proceedings. – Roma. – 2000.

298. Development of the ultrasonic testing method of welded joints with a technological lack-of-penetration Троицкий В.А., Шекеро А.Л. // 15th World Conference on Non-Destructive Testing, Proceedings. – Roma. – 2000.

299. Система сертифікації персоналу з неруйнівного контролю. Основні положення. СТТУ УТНКТД 01-2000. / Троицкий В.О., Козін О.М., Шекеро А.Л. // Стандарт Українського товариства неруйнівного контролю та технічної діагностики. Зареєстровано Українським науково-дослідним інститутом стандартизації, сертифікації та інформатики Держстандарту України за № 804/700003 від 12.10.2000 р.

300. Повышение чувствительности рентгенотелевизионного контроля / Дембновецкий С.В., Троицкий В.А., Лещинин А.В., Михайлов С.Р., Белый Н.Г. // Материалы Международной конференции «Сварные конструкции». – Киев – 2000. – С. 9-10.

301. Increase of sensitivity of X-Ray TV Inspection / Troitskij V., Denbnovetskij S., Leshchishin A., Mikhaylov S., Beluy N. // 15th World Conference on Non-Destructive Testing Roma (Italy). – 2000. – P. 633.

2001

302. Акустический контроль / Троицкий В.А., Радько В.П. // Енциклопедія сучасної України. – Киев. – 2001. – С. 331-332.

303. Контроль герметичности сварных соединений изделий с многослойной стенкой. 1. Расчет и исследование газопереноса по межслойным зазорам / Посыпайко Ю.Н. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль.– 2001. – № 2. – С. 20-26.

304. Ученые и специалисты Украины на 15-й Всемирной конференции по неразрушающему контролю / Посыпайко Ю.Н. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2001. – № 2. – С. 56-57.

305. Визит президента IC NDT Д.Нардони в Украину / Посыпайко Ю.Н. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2001. – № 3. – С. 52–53

306. Пятая конференция-выставка Ассоциации «Око» «Неразрушающий контроль 2001» / Посыпайко Ю.Н. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2001. – № 3. – С. 54-57.

307. Контроль герметичности сварных соединений в многослойных конструкциях / Посыпайко Ю.Н. // *Материалы 3-й Международной конференции „Диагностика трубопроводов”*. – Москва. – 2001. – С. 355.

308. Современные технические радиографические пленки для неразрушающего контроля / Белый Н.Г., Павлий А.В. // *Техническая диагностика и неразрушающий контроль*. – 2001. – № 3. – С. 50-51.

309. Экспериментальные исследования радиографических пленок фирмы АГФА ГЕВАРТ / Павлий А.В., Полонский А.Я., Белый Н.Г., Бухенский В.Н. // *Техническая диагностика и неразрушающий контроль*. – 2001. – № 4. – С. 57-58.

2002

310. Магнитопорошковый контроль сварных соединений и деталей машин (книга) / Троицкий В.А. // К.: Феникс. – 2002. – 300 с.

311. Электромагнитоакустические приборы для неразрушающего контроля металлоконструкций и элементов изделий, эксплуатируемых в космосе / Троицкий В.А., Радько В.П., Шевченко И.Я. // *Техническая диагностика и неразрушающий контроль*. – 2002. – № 3. – С. 26-29.

312. Совершенствование методов и оборудования для неразрушающего контроля труб в процессе их производства / Троицкий В.А., Шевченко И.Я., Федоряка П.В., Боровиков А.В. // *Техническая диагностика и неразрушающий контроль*. – 2002. – № 4. – С. 14-17.

313. Control of defects of welded elements of structures, which operate under the space conditions / Troitskiy V., Zagrebelny V. // *8th European Conference on NDT Barcelona (Spain)*. – 2002.

314. Контроль герметичности сварных соединений изделий с многослойной стенкой. 2. Выбор способов контроля герметичности и создание оборудования для их исследования / Посыпайко Ю.Н. // *Техническая диагностика и неразрушающий контроль*. – 2002. – № 2. – С. 37-41.

315. Testing of Tightness of Welded Joints on Heat Pipes (Контроль герметичности сварных соединений тепловых труб) / Посыпайко Ю.Н. // *8-th European Conference on Non-Destructive Testing*. – Barcelona. – 2002.

316. Шестая конференция-выставка Ассоциации «Око» «Неразрушающий контроль 2002» / Луценко Г.Г., Посыпайко Ю.Н. // *Неразрушающий контроль*. – 2002. – № 2. – С. 17-27.

317. Выставки и конференции в Украине / Посыпайко Ю.Н. // *В мире неразрушающего контроля*. – 2002. – № 2. – С. 56.

318. Конкурс Украинского общества НКТД / Посыпайко Ю.Н. // *В мире неразрушающего контроля*. – 2002. – № 2. – С. 57.

319. «Научный туризм» или 17 дней жизни на дорогах 10-ти стран Европы: Часть 1: Венгрия, Австрия. Часть 2: Италия, Франция. Часть 3: Испания, Андорра. / Посыпайко Ю.Н. // *Неразрушающий контроль*. – 2002. – № 3. – С. 38-43

320. Магнитопорошковый контроль сварных соединений и деталей машин / Троицкий В.А. // Киев, Феникс. – 2002. – 300 с.

321. Электромагнитоакустические приборы для неразрушающего контроля металлоконструкций и элементов изделий, эксплуатируемых в космосе / Троицкий В.А., Радько В.П., Шевченко И.Я., Федоряка П.В., Дзыганский А.И. // *Техническая диагностика и неразрушающий контроль*. – 2002. – № 2. – С. 26-30.

322. Некоторые аспекты диагностики слоисто-водородного повреждения нефтехимического оборудования / Дядин В.П. Давыдов Е.А. Кузьмин В.В. // *Техническая диагностика и неразрушающий контроль*. – 2002. – № 2. – С. 11-16.

323. Influence of technological lack-of-penetration on the validity of ultrasonic testing of welded joints on items / Троицкий В.А., Козін А.Н., Шекеро А.Л. // *8-th European Conference on Non-Destructive Testing*. – Barcelona. – 2002. – CD-Rom.

324. Радиографические пленки фирмы Кодак типа INDUSTRECX-CX / Павлий

ДЕФЕКТОСКОПИЯ XXI ВЕКА

А.В., Белый Н.Г. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2002. – № 3. – С. 51-52.

2003

325. Неразрушающий контроль качества в Украине / Патон Б.Е., Троицкий В.А., Посыпайко Ю.Н. // Материалы конференции НКТД-2003. – 2003. – С. 11-16.

326. Акустический контроль материалов и сварных соединений в Институте электросварки им.Е.О.Патона / Троицкий В.А. // Материалы конференции НКТД-2003. – 2003. – С. 66-72.

327. Контроль качества сварных соединений ответственных конструкций с помощью компьютеризированных УЗ-дефектоскопов / Троицкий В.А. // Материалы конференции НКТД-2003. – 2003. – С. 95-98.

328. Влияние формы детали на эффективность ее намагничивания / Троицкий В.А. // Материалы конференции НКТД-2003. – 2003. – С. 150-156.

329. Совершенствование УЗ контроля электросварных труб в процессе их производства / Троицкий В.А., Шевченко И.Я., Федоряка П.В. // Материалы конференции НКТД-2003. – 2003. – С. 384-390.

330. Комплексная компьютеризированная дефектоскопическая система / Троицкий В.А., Радько В.П., Загребельный В.И. // Международная конференция «Современные проблемы сварки и ресурса конструкций» 24-27 ноября 2003. – 2003.

331. Національний стандарт України «Неруйнівний контроль. Зварні з'єднання устаткування й конструкцій. Метод магнітної пам'яті» (проект) / Троицкий В.А., Загребельный В.И. // – 2003.

332. Особенности телевизионного эндоскопа для контроля труднодоступных объектов / Троицкий В.А., Загребельный В.И., Дзыганский А.И., Кульчицкий Д.А., Воронина Ю.А. // Труды Международной конференции «Современные проблемы сварки и ресурса конструкций». – 2003. – С. 151-152.

333. Испытание электромагнитно-акустического дефектоскопа на образцах трубопровода Кременчугского НПЗ / Троицкий В.А., Шевченко И.Я., Федоряка П.В., Костюков Б.В., Крылов А.А. // Труды Международной конференции «Современные проблемы сварки и ресурса конструкций». – 2003. – С. 152-153.

334. Совершенствование ультразвукового контроля электросварных труб в процессе их производства / Троицкий В.А., Шевченко И.Я., Федоряка П.В. // Труды Международной конференции «Современные проблемы сварки и ресурса конструкций». – 2003. – С. 153-154.

335. Оценка знаний специалистов неразрушающего контроля путем компьютеризации экзаменационного процесса / Троицкий В.А., Шекеро А.Л., Шевченко И.Я., Галкин А.И. // Труды Международной конференции «Современные проблемы сварки и ресурса конструкций». – 2003. – С. 162-163.

336. «Научный туризм» или 17 дней жизни на дорогах 10-ти стран Европы: Часть 1: Венгрия, Австрия. Часть 2: Италия, Франция. Часть 3: Испания, Андорра / Посыпайко Ю.Н. // Неразрушающий контроль. – 2003. – № 1. – С. 33-37.

337. «Научный туризм» или 17 дней жизни на дорогах 10-ти стран Европы: Часть 1: Венгрия, Австрия. Часть 2: Италия, Франция. Часть 3: Испания, Андорра / Посыпайко Ю.Н. // Неразрушающий контроль. – 2003. – № 3. – С. 38-43.

338. Неразрушающий контроль качества в Украине / Патон Б.Е., Троицкий В.О., Посыпайко Ю.Н. // Материалы 4-ї Національної конференції „Неруйнівний контроль та технічна діагностика-2003”. – Київ. – 2003. – С. 11-14.

339. Разработки ИЭС им. Е.О.Патона в области контроля герметичности сварных соединений / Посыпайко Ю.Н. // Материалы 4-ї Національної конференції „Неруйнівний контроль та технічна діагностика-2003”. – Київ. – 2003. – С. 294-295.

340. Разработки ИЭС им. Е.О.Патона в области контроля герметичности сварных соединений / Посыпайко Ю.Н. // Материалы Міжнародної конференції „Неруйнівний контроль та технічна діагностика в промисловості”. – Москва. – 2003. – С. 1.25.

341. Испытание ЭМА-дефектоскопа на образцах трубопровода Кременчугского

НПЗ / Троицкий В.А., Шевченко И.Я., Федоряка П.В., Костюков Б.В., Крылов А.А. // Труды конференции «Современные проблемы сварки и ресурса конструкций». – Киев. – 2003. – С. 153 – 155.

342. Акустический контроль материалов и сварных соединений в ИЭС / Троицкий В.А., Шевченко И.Я., Радько В.П., Давыдов Е.А. // Материалы 4-ой Национальной научно-технической конференции «Не разрушающий контроль и техническая диагностика». Киев. – 2003. – С. 66-76

343. Цифровое устройство «Direson» для регистрации обработки и архивирования информации детекторов радиационного излучения / Белый Н.Г., Троицкая В.А. // Материалы 4-ой Национальной н.-т. конференции «Не руїнівний контроль та технічна діагностика НКТД-2003». Киев. – 2003. – С. 165-168.

344. Рабочее место дефектоскописта (АРМ-Д) для цифровой обработки рентгеновских снимков / Троицкий В.А., Пономаренко В.К., Белый Н.Г., Есин, С.А. // Труды ежегодного семинара-выставки «Современные технологии и приборы неразрушающего контроля и технической диагностики». – Харьков. 2003. – С. 27-29.

345. Цифровое устройство «DIRECON D01» для регистрации обработки и архивирования информации детекторов радиационного излучения / Терлецкий А.В., Кучеренко О.И., Подосельник А.Р., Белый Н.Г. // Материалы 4-ой Национальной н.-т. конференции «Не руїнівний контроль та технічна діагностика НКТД-2003». Киев. – 2003. – С. 165-168.

346. Диагностика и прогнозирование остаточного ресурса стальных конструкций после длительной эксплуатации / Загребельный В.И., Дубов А.В., Мозговой А.В., Рудаков А.Н. // Материалы 4-ой Национальной н.-т. конференции «Не руїнівний контроль та технічна діагностика НКТД-2003». Киев. – 2003.

347. Компьютеризированная технология НК для определения размеров несплошностей сварных соединений ответственных конструкций методами синтезированной фокусирующей апертуры / Радько В.П., Давыдов Е.А. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2003. – № 2. – С. 32-35.

348. Эффективность использования автоматизированных средств ультразвукового и вихретокового контроля на примере разработок ОКТБ ИЭС им. Е.О. Патона / Найда В.Л., Давыдов Е.А., Олейник Ю.А. // 1-я национальная научно-техническая конференция и выставка, посвященные 40-летию образования ВНИИНК «Методы и средства неразрушающего контроля и технической диагностики». – Молдова, Кишинев. – 2003.

349. Экспериментальное определение скорости водородно-слоистого растрескивания с учетом анизотропии свойств металлопроката. Современные проблемы сварки и ресурса конструкций / Дядин В.П., Давыдов Е.А. // Материалы 4-ой Национальной н.-т. конференции «Не руїнівний контроль та технічна діагностика НКТД-2003». Киев. – 2003.

350. Не руїнівний контроль. Ультразвуковий контроль. Частина 1: Загальні вимоги. ДСТУ EN 583-1 – 2001 / Трійський В.О., Радько В.П., Козін О.М., Шекеро А.Л. // Державний стандарт України. Надано чинності наказом Держстандарту України від 28 грудня 2001 р. № 658 з 01.01.2003.

351. Не руїнівний контроль. Ультразвуковий контроль. Частина 3: Ультразвуковий контроль поковок з феритної чи мартенситної сталі. ДСТУ EN 10228-3 – 2001 / Трійський В.О., Козін О.М., Шекеро А.Л. // Державний стандарт України. Надано чинності наказом Держстандарту України від 28 грудня 2001 р. № 658 з 01.01.2003.

352. Не руїнівний контроль. Кваліфікація і сертифікація персоналу в галузі не руїнівного контролю. Основні вимоги. ДСТУ EN 473 – 2001 / Трійський В.О., Козін О.М., Шекеро А.Л. // Державний стандарт України. Надано чинності наказом Держстандарту України від 28 грудня 2001 р. № 658 з 01.01.2003.

353. Некоторые аспекты радиграфического контроля с использованием новых детекторов изображения / Троицкий В.А., Белый Н.Г. // Материалы 4-й Национальной

ДЕФЕКТОСКОПИЯ XXI ВЕКА

научно-технической конференции “Неруйнівний контроль та технічна діагностика НКТД-2003”. – Киев. – 2003. – С. 162-164.

354. Цифровое устройство “DIRECON D01” для регистрации обработки и архивирования информации дефекторов радиационного излучения / Терлецкий А.В., Кучеренко О.И., Подосельник А.Р., Белый Н.Г. // Материалы 4-й Национальной научно-технической конференции “Неруйнівний контроль та технічна діагностика НКТД-2003”. – Киев. – 2003г. – С. 165-168.

355. О новых национальных стандартах по радиационному контролю / Белый Н.Г., Троицкая Н.В. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2003. – № 1. – С. 47-51.

356. Классификация пленочных систем для промышленной радиографии / Белый Н.Г., Троицкая Н.В. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2003. – № 4. – С. 42-46.

357. Радиографический контроль трубопроводов и сосудов, заполненных жидкими средами / Белый Н.Г., Полонский А.Я., Бухенский В.Н., Здоровец В.Г. // Материалы 11-ой международной конференции «Современные методы и средства неразрушающего контроля и технической диагностики». – Ялта. – 2003. – С. 91-93.

2004

358. 7-я Научно-техническая конференция-выставка «НК-2004» в Украине / Луценко Т.М. Посыпайко Ю.Н. // В мире неразрушающего контроля. – 2004. – № 2. – С. 62–63.

359. Техническое заключение по результатам неразрушающего контроля сварных соединений внутреннего резервуара изотермического хранилища жидкого аммиака в Северодонецком ГПП «Объединение Азот» / Троїцький В.О., Білий М.Г., Посыпайко Ю.Н., Шевченко І.Я. // Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона. – Київ. – 2004. – 42 с.

360. Конференция-выставка «Неразрушающий контроль-2004» / Луценко Т.М., Посыпайко Ю.Н. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2004. – № 3. – С. 51-52.

361. Разработки в области неразрушающего контроля в Институте электросварки им. Е.О. Патона / Троїцький В.О., Посыпайко Ю.Н. // Матеріали Міжнародної конференції „Сучасні методи і прилади контролю якості та технічного стану об’єктів”. – Могилів. – 2004. – С. 9-10.

362. Программно-техническое обеспечение компьютерной диагностики промышленных объектов / Белый Н.Г., Есин, С.А., Здоровец В.Г., Пономаренко В.К., Черкашенко А.С., Щур В.И. // В сб. «Производство и защита-2004». Киев. – 2004. – С. 16-19.

363. Цифровая обработка рентгеновских снимков / Троицкий В.А., Белый Н.Г., Пономаренко В.К., Здоровец В.Г., Есин, С.А. // Материалы 12-ой международной конференции «Современные методы и средства неразрушающего контроля и технической диагностики». – Ялта. – 2004. – С. 74-76.

364. Оценка автоматизации радиационного неразрушающего контроля / Белый Н.Г., Карманов М.Н. // В сб. «Современные технологии и приборы неразрушающего контроля и технической диагностики». Международная выставка-семинар. – Барьков. – 2004. – С. 30-31.

365. Цифровая обработка рентгеновских снимков / Белый Н.Г., Троицкий В.А., Пономаренко В.К., Здоровец В.Г., Есин С.А // Мир техники и технологий. – 2004. – № 12. – С. 18-19.

366. Комплексна система цифрової обробки та зберігання радіографічних та капілярних зображень зварних з’єднань / Троїцький В.О., Білий М.Г., Карманов М.М., Шалаєв В.О. // Проблеми ресурсу і безпеки експлуатації конструкції, споруд та машин. – Зб. наук. статей за результатами, отриманими в 2004 – 2006 рр. Науковий керівник – академік Б.Е.Патон. – Київ. – С. 73-76.

367. Цифровая обработка рентгеновских снимков / Троицкий В.А., Пономаренко В.К., Здоровец В.Г., Белый Н.Г., Есин С.А., Пономаренко А.В. // Материалы 12-ой международной конференции «Современные методы и средства неразрушающего контроля и технической диагностики». – Ялта. – 2004. – С. 74-76.

368. Люминесцентные усиливающие экраны в промышленной радиографии / Павлий А.В., Белый Н.Г. // Материалы 12-ой международной конференции «Современные методы и средства неразрушающего контроля и технической диагностики». – Ялта. – 2004. – С. 91-92.

369. Техническая диагностика и неразрушающий контроль промышленных установок, работающих в условиях исчерпания эксплуатационного ресурса / Есин С.А., Белый Н.Г., Здоровец В.Г., Пономаренко В.К., Черкашенко А.С., Щур В.И. // Информационные материалы 5-го международного семинара-выставки «Современные технологии и приборы неразрушающего контроля и технической диагностики». – Харьков. – 2004. – С. 58-56.

370. Программно-техническое обеспечение компьютерной диагностики промышленных объектов / Есин С.А., Белый Н.Г., Здоровец В.Г., Пономаренко В.К., Черкашенко А.С., Щур В.И. // Труды семинара по неразрушающему контролю в рамках международного форума «Производство и защита – 2004». – Киев. – 2004. – С. 16-19.

371. Цифровая обработка рентгеновских снимков / Троицкий В.А., Белый Н.Г., Пономаренко В.К., Здоровец В.Г., Есин С.А., Пономаренко А.В. // Мир техники и технологий. – 2004. – № 12. – С. 18-19.

2005

372. Определение размеров внутренних несплошностей металлоконструкций ультразвуковыми методами контроля (литературный обзор) / Троицкий В.А., Давыдов Е.А. // Труды 5-ой Национальной конференции НКТД. – Киев. – 2005.

373. Розробка та застосування ЕМА приладів для контролю листів труб і зварних з'єднань з використанням хвиль Лемба, хвиль SH-поляризації / Троїцький В.О., Радько В.П., Шевченко І.Я. // Труды 5-ой Национальной конференции НКТД. – Киев. – 2005.

374. По страницам журнала «Дефектоскопия» / Посьпайко Ю.Н. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2005. – № 1. – С. 44-45.

375. 10-а міжнародна науково-технічна конференція „ЛЕОТЕСТ-2005” в Славську / Учанин В.М., Посипайко Ю.М. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2005. – № 2. – С. 54-55.

376. Розробка та застосування ЕМА приладів для контролю листів, труб і зварних з'єднань з використанням хвиль Лемба, хвиль SH-поляризації / Троїцький В.О., Радько В.П., Шевченко І.Я. // Труды 5-ї Національної конференції НКТД, Київ. – 2005.

377. Гармонізація в Україні європейської і міжнародної нормативної бази з неруйнівного контролю / Троїцький В.О., Шекеро А.Л. // Практичний семінар "Сучасні засоби і методи НК об'єктів паливно-енергетичного комплексу" на 3-му Міжнародному форумі "Паливно-енергетичний комплекс України: сьогодні і майбутнє". Матеріали семінару. – Київ. – 2005.

378. Хвилеводний низькочастотний ультразвуковий контроль протяжних об'єктів з обмеженим доступом до поверхні / Троїцький В.О. // III Научно-практич. конф. «Организация неразрушающего контроля качества продукции в промышленности». – Аланья (Турция). – 2005. – С. 5-7.

379. Исследование и разработка методов и средств дальнего действия ультразвукового контроля / Радько В.П., Давыдов Е.А., Шекеро А.Л. // XIII Межд. конф. «Современные методы и средства неразрушающего контроля и технической диагностики». – Ялта. – 2005. – С. 112-113.

380. Высокочувствительные рентгенотелевизионные системы неразрушающего контроля на основе электронно-лучевых приборов / Денбновецкий С.В., Лещинин

ДЕФЕКТОСКОПИЯ XXI ВЕКА

А.В., Михайлов С.Р. // Электроника и связь. Тематический выпуск «Проблемы электроники». – ч. 1. – 2005. – С. 72-81

381. Инженерный подход к оценке допускаемых размеров герметичных «пузырей» при техническом диагностировании нефтехимического оборудования подвергнутого низкотемпературному водородному растрескиванию / Дядин В.П., Давыдов Е.А., Литвиненко А.Е., Гончар Е.А. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2005. – № 1. – С. 16-20.

382. Нормативный документ «Ультразвуковой контроль сварных соединений элементов котлов, трубопроводов и сосудов» (СОУ-Н МПЕ 40.1.17.302:2005) / Давыдов Е.А., Радько В.П., Добровольский В.Е., Заплатинский И.А., Мухопад Г.В., Сусло В.П., Троицкий В.А. // ДП «Друкарня Державного управління справами». – Київ. – 2005.

383. Неруйнівний контроль. Ультразвуковий контроль. Частина 3: Метод проходження. ДСТУ EN 583-3:2005 / Трійський В.О., Козін О.М., Шекеро А.Л. // Державний стандарт України. Надано чинності наказом Держстандарту України від 28 грудня 2001 р. №658 з 01.01.2003.

384. Неруйнівний контроль. Ультразвуковий контроль. Частина 6: Дифракційно-часовий метод як метод виявлення і визначення розмірів несучільностей. ДСТУ ENV 583-6:2005 / Трійський В.О., Давидов Є.О., Шекеро А.Л. // Державний стандарт України. Надано чинності наказом Держстандарту України від 28 грудня 2001 р. № 658 з 01.01.2003.

385. Автоматизированное рабочее место дефектоскописта / Белый Н.Г., Карманов М.Н., Троицкая Н.В. // Труды третьей научно-технической конференции «Организация неразрушающего контроля качества продукции в промышленности». – Аланья (Турция). – 2005. – С. 8.

386. Использование рентгеновских технических пленок для задач контроля в атомной энергетике / Белый Н.Г., Павлий А.В. // Труды третьей научно-технической конференции «Организация неразрушающего контроля качества продукции в промышленности». – Аланья (Турция). – 2005. – С. 50-61.

387. Новые возможности радиографического контроля / Белый Н.Г., Пономаренко В.К., Карманов М.Н., Троицкая Н.В. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2005. – № 1. – С. 42-43.

388. К вопросу автоматизации радиационной дефектоскопии / Белый Н.Г., Карманов М.Н., Троицкая Н.В. // Методи та прилади контролю якості. – 2005. – № 15. – С. 122-123.

2006

389. Ультразвуковой контроль, дефектоскопы, нормативные документы, стандарты (книга) / Троицкий В.А. // Киев: Феникс. – 2006. – 220 с.

390. Краткое пособие по контролю качества сварных соединений (книга, издание третье, дополненное) / Троицкий В.А. // Киев: Феникс. – 2006. – 310 с.

391. Нормативный документ СОУ-П МПЕ 40.1.17.302:2005 «Ультразвуковий контроль зварних з'єднань елементів котлів, трубопроводів і посудин» / Трійський В.О., Давидов Є.О., Добровольський В.Є., Мухопад Г.В., Заплотинський І.А. // ОЕП «ГРІФРЕ». – Киев. – 2005. – 215 с.

392. Неразрушающий контроль сварных соединений резервуаров изотермического хранилища жидкого аммиака в Северодонецком ГПП «Объединение Азот» / Троицкий В.А., Посыпайко Ю.Н., Кармазин В.И., Костенко Г.Е. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2006. – № 3. – С. 27-36.

393. Комплексна система цифрової обробки та зберігання радіографічних зображень зварних з'єднань / Трійський В.О., Білий М.Г., Карманов М.М., Шалаєв В.А. // Збірник статей по програмі «Ресурс». – Киев. – 2006. – С. 73-81.

394. Магнитометрический метод контроля напряженно-деформированного состояния ферромагнитных объектов и его применение / Трійський В.О., Загребельний В.І., Мозговой О.В. // Збірник статей по програмі «Ресурс». – Киев. – 2006.

395. Спосіб рентгенотелевізійної дефектоскопії / Троїцький В.О., Денбновецький С.В., Білий М.Г., Михайлов С.Р. // Патент України № 19254 від 15.12.2006 р.
396. Розробка і застосування ЕМА приладів для контролю листів, труб і зварних з'єднань з використанням хвиль Лемба, хвиль SH-поляризації / Троїцький В.О., Радько В.П., Шевченко І.Я., Федоряка П.В. // Збірник статей по програмі «Ресурс». – Київ. – 2006.
397. Машиностроение. Энциклопедия в 40-а томах / Лебедев В.К., Кучук-Яценко С.И., Четвертко А.И., Посыпайко Ю.Н. // Ред. совет: К.В. Фролов (пред.) и др. – Том III-4 – Технология сварки, пайки и резки / Под ред. Б.Е. Патона (Раздел 4, гл. 4.2, Неразрушающий контроль и техническая диагностика сварных соединений, с. 721 – 744). Москва: Машиностроение. – 2006. – 768 с.
398. 11-а міжнародна науково-технічна конференція „ЛЕОТЕСТ-2006” в Славську / Учанін В.М., Посипайко Ю.М. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2006. – № 2. – С. 66.
399. Неразрушающий контроль сварных соединений внутреннего резервуара изотермического хранилища жидкого аммиака в «Северодонецком объединении АЗОТ» / Троїцький В.А., Шевченко І.Я., Кармазин В.И., Костенко Г.Е., Лазаренко А.И., Посыпайко Ю.Н. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2006. – № 3. – С. 27–33.
400. Одиннадцатая международная научно-техническая конференция „ЛЕОТЕСТ-2006” / Учанін В.М., Посипайко Ю.М. // Автоматическая сварка. – 2006. – № 5.
401. Неразрушающий контроль сварных соединений резервуара изотермического хранилища жидкого аммиака в Северодонецком ГПП «Объединение Азот» / Троїцький В.А., Шевченко І.Я., Кармазин В.И., Костенко Г.Е., Посыпайко Ю.Н. // Матеріали 5-ї Національної конференції „Неруйнівний контроль та технічна діагностика-2006”. – Київ, 2006. – С. 321–327.
402. Разработки ИЭС им. Е.О.Патона в области контроля герметичности сварных соединений / Посыпайко Ю.Н. // Матеріали 5-ї Національної конференції „Неруйнівний контроль та технічна діагностика-2006”. – Київ, 2006. – С. 368–369.
403. Гармонізація в Україні європейської і міжнародної нормативної бази з неруйнівного контролю / Посипайко Ю.М., Шекеро А.Л., Троїцька Н.В. // Матеріали 5-ї Національної конференції „Неруйнівний контроль та технічна діагностика-2006”. – Київ, 2006. – С. 386–388.
404. Experience of Integrated NDT of Large-Volume Welded Tanks for Storage of Liquid Ammonia, Petroleum Products and Alcohols. (Досвід комплексного неруйнівного контролю зварних резервуарів великої місткості для зберігання рідкого аміаку, нафтопродуктів та спиртів) / Троїцький В.О., Посипайко Ю.М. // Матеріали 9-ї Європейської конференції з неруйнівного контролю (збірник тез), т. 2. – Берлін, 2006. – С. 34.
405. Цифровая реализация регулируемой экспозиции рентгенотелевизионного изображения / Терлецкий А.В., Давиденко С.Н., Сушко А.А. // Тематический сборник «Проблемы электроники». – ч. I. – Электроника и связь. – 2006. – С. 65-68.
406. Краткое пособие по контролю качества сварных соединений / Троїцький В.А. // Киев: Феникс. – 2006. – 320 с.
407. Ультразвуковой контроль: дефектоскопы, нормативные документы, стандарты по УЗК / Троїцький В.А. // Киев: Феникс. – 2006. – 224 с.
408. Оценка внутреннего давления в низкотемпературной пластической сероводородной несплошности в зависимости от ее высоты и геометрических размеров / Давыдов Е.А., Дядин В.П., Литвиненко А.Е. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2006. – № 3. – С. 16-23.
409. Использование рентгеновских технических пленок для задач контроля в атомной энергетике / Павлий А.В., Белый Н.Г. // Диагностические приборы. – 2006. – № 1. – С. 21-24.
410. Определение размеров внутренних несплошностей металлоконструкций ультразвуковыми метода контроля / Давыдов Е.А., Троїцький В.А. // Матеріали 5-ої

ДЕФЕКТОСКОПИЯ ХХІ ВЕКА

наук. техн. конф. і виставки «Неруйнівний контроль та технічна діагностика». – Київ. – 2006. – С. 23-36.

411. Определение размеров внутренних несплошностей металлоконструкций ультразвуковыми методами контроля / Давыдов Е.А. // Цільова комплексна програма НАН України «Проблеми ресурсу і безпеки експлуатації конструкцій, споруд і машин». Збірник наукових статей за результатами, отриманими в 2004-2006 рр. – Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАНУ. – Київ. – 2006.

412. Компьютеризированная система радиографического контроля качества сварных соединений / Белый Н.Г., Карманов М.Н., Шалаев В.А. // Матеріали 5-ої наук. техн. конф. і виставки «Неруйнівний контроль та технічна діагностика». – Київ. – 2006. – С. 171-176.

413. Исследование флуорометаллических усиливающих экранов марки SMP в промышленной радиографии / Белый Н.Г., Павлий А.В. // Матеріали 5-ої наук. техн. конф. і виставки «Неруйнівний контроль та технічна діагностика». – Київ. – 2006. – С. 177-178.

414. Разработки ИЭС им.Е.О.Патона в области контроля герметичности сварных соединений / Посыпайко Ю.Н. // Матеріали 5-ої наук. техн. конф. і виставки «Неруйнівний контроль та технічна діагностика». – Київ. – 2006. – С. 368-369.

415. Спосіб рентгентелевізійної дефектоскопії / Білий М.Г., Дембновецький С.В., Лецишин О.В., Михайлов С.Р., Слободян Н.В., Троїцький В.О. // Патент України № 19254. Бюл. № 12 від 25.12.2006.

416. Исследование возможности определения степени повреждаемости металла стальных образцов контактной сварки с использованием метода магнитной памяти металла / Загребельный В.И., Клочков И.Н. // Сб. трудов НТ конференции «Современные методы и средств НКиТД». – Ялта. – 2006.

417. Неразрушающий контроль сварных соединений внутреннего резервуара изотермического хранилища жидкого аммиака в «Северодонецком объединении АЗОТ» / Троїцький В.А., Посыпайко Ю.Н., Шевченко І.Я., Кармазин В.І., Костенко Г.Ю., Лазаренко А.І. // Техн.діагностика і неразруш.контроль. – 2006. – № 3. – С. 27-33.

418. Гармонізація в Україні європейської і міжнародної нормативної бази з неруйнівного контролю / Шекеро А.Л., Посипайко Ю.М., Троїцька Н.В. // 5-а Національна науково-технічна конференція "Неруйнівний контроль та технічна діагностика". – Матеріали конференції. – Київ. – 2006. – С. 386-388.

419. Development of a Technique of Crack Detection Against the Background of a Design Lack-of-Penetration in Welded Joints on Cylindrical Items / Шекеро А.Л. // 9-th European European Conference on Non-Destructive Testing. – Berlin. – 2006. – CD-Rom\

420. Peculiarities of Detecting the Defects of Small Opening in Ultrasonic Testing / Радько В.П., Шекеро А.Л. // 9-th European European Conference on Non-Destructive Testing. – Berlin. – 2006. – CD-Rom.

421. Основні положення сертифікації фахівців з неруйнівного контролю матеріалів та виробів / Троїцький В.О., Трушаков, Шекеро А.Л. / Наукові праці академії. – Науковий збірник Державної льотної академії України. – 2006.

422. Сертифікація технічного персоналу з неруйнівного контролю матеріалів та виробів в світлі сучасних вимог професійної підготовки авіаційних фахівців / Троїцький В.О., Трушаков, Шекеро А.Л. // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції "Професійна підготовка авіаційних фахівців у світлі сучасних вимог". – Кіровоград. – 2006. – С.181-183.

423. Стандартизація та сертифікація в управлінні якістю у машинобудуванні / Троїцький В.О., Трушаков, Шекеро А.Л. // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. – Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. – випуск 36. – Кіровоград. – 2006.

424. Розробка і застосування ЕМА приладів для контролю листів, труб і зварних з'єднань з використанням хвиль Лемба, хвиль SH-поляризації / Троїцький В.О., Радько В.П., Шевченко І.Я., Федоряка П.В. // Кн. Проблеми Ресурсу і безпеки експлуатації конструкцій, споруд та машин. – Київ: ІЕЗ. – 2006. – С. 82-86.

425. Использование флуорометаллических усиливающих экранов марки SMP в промышленной радиографии / Белый Н.Г., Павлий А.В. // Матеріали 5-ї Національної науково-технічної конференції «Неруйнівний контроль та технічна діагностика». – Київ. – 2006. – С. 177-178.

426. О гармонизации национальных стандартов Украины по радиационному контролю / Белый Н.Г., Троицкая Н.В. // Матеріали 5-ї Національної науково-технічної конференції «Неруйнівний контроль та технічна діагностика». – Київ. – 2006. – С. 389-395.

427. Пленочные радиографические системы KODAK INDUSTREX CX 800 и HS 800 / Чтепчков А.Л., Павлий А.В., Белый Н.Г. // Труды 4-ой научно-практической конференции «Организация неразрушающего контроля качества продукции в промышленности». – Кемер (Туриця). – 2006. – С. 11-13.

428. . Разработка новой цифровой технологии радиографии / Белый Н.Г., Карманов М.Н., Троицкая Н.В., Шалаев В.А. // Труды 4-ой научно-практической конференции «Организация неразрушающего контроля качества продукции в промышленности». – Кемер (Туриця). – 2006. – С. 34-37.

429. Пути уменьшения экспозиции при сохранении высокого качества рентгеновских снимков / Белый Н.Г., Павлий А.В., Степков А.Л., Яременко Ю.М. // Труды 4-ой научно-практической конференции «Организация неразрушающего контроля качества продукции в промышленности». – Кемер (Туриця). – 2006.

430. Гармонизация Национальных стандартов Украины по радиационному контролю / Белый Н.Г., Троицкая Н.В. // Труды 4-ой научно-практической конференции «Организация неразрушающего контроля качества продукции в промышленности». – Кемер (Туриця). – 2006. – С. 37-41.

431. Использование рентгеновских технических пленок для задач контроля в атомной энергетике / Павий А.В., Белый Н.Г. // Диагностические приборы. – 2006. – № 1. – С. 21-24.

432. Учебное пособие для подготовки специалистов по радиационному контролю / Белый Н.Г. // УО НКТД. – Киев. – 2006. – 71 с.

2007

433. О коллективном проекте стран Европы по мониторингу состояния объектов посредством дальнедействующего ультразвука (LRUCM) / Троицкий В.А., Бондаренко Ю.К., Шекеро А.Л. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль». – 2007. – № 1. – С. 17-23.

434. Дефектоскопия сварных соединений резервуаров для хранения жидкого аммиака / Троицкий В.А., Посыпайко Ю.Н., Шевченко И.Я., Кармазин В.И., Костенко Г.Е. // Автоматическая сварка. – 2007. – № 3.

435. Особенности создания и применения намагничивающих устройств на постоянных магнитах для магнитной дефектоскопии / Троицкий В.А., Бондаренко Ю.К., Горбик В.М. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль». – 2007. – № 3. – С. 26-32.

436. Ультразвуковой контроль сварных соединений толстостенных труб малого диаметра из аустенитных сталей с использованием раздельно-совмещенных преобразователей хордового типа / Троицкий В.А., Радько В.П., Яровой А.А., Боровской Г.В. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль». – 2007. – № 2. – С. 27-35.

437. Комплексний неруйнівний контроль зварних резервуарів великого об'єму для зберігання рідкого аміаку, нафтопродуктів і спиртів / Троїцький В.О., Посипайко Ю.М. // Неруйнівний контроль та технічна діагностика матеріалів і конструкцій. Зб. наук. праць, вип. 12. – Львів. – 2007. – С. 280-285.

438. Дефектоскопия сварных соединений резервуара для хранения жидкого аммиака / Троицкий В.А., Шевченко И.Я., Кармазин В.И., Костенко Г.Е. Посыпайко Ю.М. // Автоматическая сварка. – 2007. – № 3. – С. 40-43.

439. 9-я Европейская конференция по неразрушающему контролю / Посипайко Ю.М. // Автоматическая сварка. – 2007. – № 3. – С. 62-63.

440. Розробка технології використання сенсорного оптоелектронного течошукача в хімічному устаткуванні / Троїцький В.О., Посипайко Ю.М. // Звіт про виконання НДР в 2007 р. – Київ: ІЕЗ ім. С.О. Патона. – 2007. – 19 с.

441. Технология оценки размеров несплошностей в сварных соединениях с применением дифрагированных волн / Троицкий В., Шекеро А., Давыдов Е., Миховски М., Алексиев А. // Научни Известия на НТСМ, №3, 2007. XXII Национална конференция с международно участие “Дефектоскопия`2007”. – Созопол. – Conference Proceedings. – 2007. – С.24-31.

442. Технология оценки размеров несплошностей в сварных соединениях с применением дифрагированных волн / Троицкий В., Шекеро А., Давыдов Е., Миховски М., Алексиев А. // Методы и средства оценки состояния энергетического оборудования. – Выпуск 31: Дефектоскопия–2007. – Современное состояние и проблемы диагностирования оборудования электрических сетей напряжением 6-35 кВ. Общие проблемы диагностики силового электрооборудования / Под ред. д.т.н., проф. А.И.Таджибаева (Россия), д.т.н., проф. М.Миховски (Болгария). – СПб.: ПЭИПКб. – 2008. – С. 213-221.

443. Компьютеризированные системы радиографического контроля качества сварных соединений / Троицкий В.А., Белый Н.Г., Карманов М.Н., Шалаев В.А. // Металлообработка. Оборудование. Инструмент. – 2007. – № 1. – С. 2-4.

444. О коллективном проекте стран Европы по мониторингу состояния объектов посредством дальнегодействующего ультразвука (LRUCM)/Троицкий В.А., Бондаренко А.И., Троицкая Н.В., Шекеро А.Л. // Техн.диагностика и неразруш.контроль. – 2007. – № 1. – С. 17-23.

445. Оценка качества сварных соединений методом магнитной памяти металла в сравнении с радиационным и ультразвуковыми методами / Дубов А.А., Колокольников С.М., Загребельный В.И. // Техн.диагностика и неразруш.контроль. – 2007. – № 1. – С. 32-38.

446. Экспериментальное измерение размеров трещиноподобных несплошностей с помощью волн дифракции / Давыдов Е.А. //Техн.диагностика и неразруш.контроль. – 2007. – № 2. – С. 41-43.

447. Относительная чувствительность рентгентелевизионных систем на основе высокочувствительных ПЗС-камер и рентгеновских монокристаллических экранов / Белый Н.Г., Дембновецкий С.В., Лещишин А.В., Михайлов С.Р., Троицкий В.А. // Техн.диагностика и неразруш.контроль. – 2007. – № 2. – С. 34-40.

448. Основные принципы и нормативное обеспечение дифракционно-временного метода ультразвукового контроля для обнаружения и измерения размеров трещин в сварных соединениях / Давыдов Е.А., Шекеро А.Л. // Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету. – Випуск 19. – Кіровоград. – 2007. – С. 184-189.

449. Технология оценки размеров несплошностей в сварных соединениях с применением дифрагированных волн / Троицкий В., Шекеро А., Давыдов Е., Миховски М., Алексиев А. // Научни Известия на НТСМ. XXII Национална конференция с международно участие «Дефектоскопия 2007», Созопол, Conference Proceedings – 2007. – № 3. – С. 24-31.

450. Портативные намагничивающие устройства на постоянных магнитах для магнитной дефектоскопии / Бондаренко А.И. // Тезисы докладов 6-й Междун.конф-и. «Неразрушающий контроль и техническая диагностика в промышленности». – Москва. – М.: Машиностроение-1. – 2007. – С. 160-162.

451. К вопросу автоматизированной расшифровки радиографических снимков сварных соединений / Белый Н.Г., Карманов М.Н., Шалаев В.А. // Материалы 15-й Межд.конф. «Современные методы и средства неразрушающего контроля и технической диагностики». – Ялта. – 2007. – С. 73-74.

452. Минимальные требования к классам качества оцифровки рентгеновских пленок

/ Белый Н.Г., Троицкая Н.В. // Материалы 15-й Межд.конф. «Современные методы и средства неразрушающего контроля и технической диагностики». – Ялта. –2007. – С. 70-72.

453. Процедуры оценивания цифровых пленочных радиографических систем / Белый Н.Г., Троицкая Н.В. // Материалы 15-й Межд.конф. «Современные методы и средства неразрушающего контроля и технической диагностики». – Ялта. –2007. – С. 76-77.\

454. Цифровая обработка рентгентелевизионного изображения в современных радиоскопических системах / Троицкий В.А., Давиденко С.Н., Сушко А.А., Белый Н.Г. // Материалы 15-й Межд.конф. «Современные методы и средства неразрушающего контроля и технической диагностики». – Ялта. – 2007. – С. 301-303.

455. Комплексний неруйнівний контроль зварних резервуарів великого об'єму для зберігання рідкого аміаку, нафтопродуктів і спиртів / Троїцький В.О., Посипайко Ю.М. // Неруйнівний контроль та технічна діагностика матеріалів і конструкцій. Зб. Наук.праць. – вип. 12. – Львів. – 2007. – С. 280-285.

456. Дефектоскопия сварных соединений резервуара для хранения жидкого аммиака Троицкий В.А., Посыпайко Ю.Н., Шевченко И.Я., Кармазин В.И., Костенко Г.Ю.// Автомат.сварка. – 2007. – № 3. – С. 40-43.

457. Итоги 9-й Европейской конференции по неразрушающему контролю в Берлине / Троицкий В.А., Бондаренко А.И., Шекеро А.Л., Троицкая Н.В. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2007. – № 1. – С. 46-50.

458. 14-я Международная конференция-выставка «Современные методы и средства неразрушающего контроля и технической диагностики» / Главацька, Мозговой, Шекеро // Техническая диагностика неразрушающий контроль. – 2007. – №1. – С.51-53.

459. Троицкий В.А., Бондаренко А.И., Троицкая Н.В., Шекеро А.Л. Об участии Украинского общества неразрушающего контроля и технической диагностики в выполнении проекта по мониторингу состояния объектов посредством дальнедействующего ультразвука (LRUCM). 5-а науково-практична конференція з НК «Організація неруйнівного контролю якості продукції в промисловості». – Збірник доповідей. – Шарм-ель-Шейх, Єгипет. – 2007. – 72 с.

460. Сертифікація технічного персоналу з неруйнівного контролю матеріалів та виробів у світлі сучасних вимог професійної підготовки авіаційних фахівців / Троїцький В.О., Трушаков, Шекеро А.Л. // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Професійна підготовка авіаційних спеціалістів в світлі сучасних вимог» / Кіровоград: Державна льотна академія України, 2007. – С. 181-183.

461. Неруйнівний контроль. Ультразвуковий контроль. Частина 4: Контролювання несучільностей, перпендикулярних до поверхні. ДСТУ EN 583-4:2007 / Троїцький В.О., Козін О.М., Шекеро А.Л. // Державний стандарт України. Надано чинності наказом Держстандарту України від 12 вересня 2007 р. №219 з 01.01.2009.

462. Технологические и системные особенности оценки дефектности объектов контроля неразрушающими методами. Ч. 1 / Бондаренко А.И. // Бизнес-мост. – 2007. – № 11. – С. 20-22.

463. Технологические и системные особенности оценки дефектности объектов контроля неразрушающими методами. Ч. 2 / Бондаренко А.И. // Бизнес-мост. – 2007. – № 11. – С. 22-24.

464. Независимый орган сертификации персонала в области неразрушающего контроля / Троицкий В.А., Бондаренко А.И., Белый Н.Г., Шекеро А.Л., Троицкая Н.В. // 15-я Международная конференция «Современные методы и средства НКТД». – Ялта. – 2007. – С. 297-300.

465. Методи оцінки надійності алгоритмів розшифровки радіографічних зображень зварних з'єдинень / Белый Н.Г., Карманов М.Н. // Організація неруйнівного контролю якості продукції в промисловості. Труды науково-практичної конференції з НК. – Шарм Ель Шейх, Єгипет. – 2007. – С. 53-55.

466. Деякі аспекти вибору експозиції в радіографії / Білий М.Г., Бухенський В.М., Павлій О.В. // *Диагностические приборы*. – 2007 – № 2(3). – С. 14-15.

2008

467. Система підготовки, атестації і сертифікації персоналу в області невідрушаючого контролю в Україні /Троїцький В.А., Бондаренко А.І., Білий Н.Г., Шекеро А.Л., Троїцька Н.В. // *Техническая диагностика и неразрушающий контроль*. – 2008. – № 1. – С. 45-55.

468. Применение направленных волн в ультразвуковом контроле трубопроводов / Троїцький В.А., Радько В.П. // *Тезисы докладов 7-й Международной конференции «Неразрушающий контроль и техническая диагностика»*. – М.: Машиностроение. – 2008. – 208 с.

469. Рентгелетевізіонна система на основі високочувствительних ПЗС-камер і монокристаллических екранів CsJ(Tl) / Троїцький В.А., Білий Н.Г., Бухенський В.Н. // *Тезисы докладов 7-й Международной конференции «Неразрушающий контроль и техническая диагностика»*. – М.: Машиностроение. – 2008. – 208 с.

470. Метод низкочастотного УЗК протяжених об'єктів напрямленими хвилями / Патон Б.Е., Троїцький В.А., Бондаренко А.І. // *Техническая диагностика и неразрушающий контроль*. – 2008. – № 2. – С. 20-30.

471. Распространение нормальных волн в трубах, дисперсионные характеристики нормальных волн / Троїцький В.А., Комиссарова Г.Л., Радько В.П., Давыдов Е.А. // *Техническая диагностика и неразрушающий контроль*. – 2008. – № 3. – С. 14-24.

472. Применение метода низкочастотного УЗК технического состояния теплообменников / Троїцький В.А., Бондаренко А.І., Лазебный В.С. // *Техническая диагностика и неразрушающий контроль*. – 2008. – № 4. – С. 63-70.

473. Акустический контроль материалов и сварных соединений / Троїцький В.А., Радько В.П., Давыдов Е.А., Шевченко И.Я. // *Сварочное производство*. – 2008. – № 11. – С. 42-48.

474. Настанова з візуального та вимірювального контролю зварних з'єднань та наплавів металевих конструкцій. ДСТУ-НБА.3.1-11:2008 / Цечаль В.О., Шевченко І.Я. // ДСТУ-НБА.3.1-11:2008.

475. Комплексный неразрушающий контроль сварных резервуаров большого объема / Троїцький В.А., Посыпайко Ю.Н. // *Тезисы докладов 7-й Международной конференции «Неразрушающий контроль и техническая диагностика в промышленности»*. – Москва. – 2008. – С. 156.

476. Разработки ИЭС им. Е.О. Патона в области контроля герметичности сварных соединений / Посыпайко Ю.Н. // *Тезисы докладов 7-й Международной конференции «Неразрушающий контроль и техническая диагностика в промышленности»*. – Москва. – 2008. – С. 160.

477. Разработки ИЭС им. Е.О. Патона в области контроля герметичности сварных соединений / Посыпайко Ю.Н. // *Тезисы докладов Международной конференции «Сварка и родственные технологии – в третье тысячелетие»*. – Киев. – 2008. – С. 168.

478. Комплексный неразрушающий контроль сварных резервуаров большого объема / Посыпайко Ю.Н. // *Тезисы докладов Международной конференции «Сварка и родственные технологии – в третье тысячелетие»*. – Киев. – 2008. – С. 176.

479. Поліфункціональна оптоелектронна колориметрична сенсорна система для оперативного знаходження місць витоків екологічно небезпечних речовин / Посыпайко Ю.М., Хоруженко В.Ю., Самойлова І.А., Кукла А.Л., Вахула А.А., Шульженко О.В., Манорик П.А. // *Матеріали 18-ї Всеросійської науково-технічної конференції „Неруйнівний контроль та технічна діагностика”*. – Нижній Новгород: РО НКТД. – 2008.

480. Розробка технології використання сенсорного оптоелектронного течошукача в хімічному устаткуванні / Троїцький В.О. Посыпайко Ю.М. // *Звіт про виконання НДР в 2008 р.* – Київ: ІЕЗ ім. Є.О. Патона. – 2008. – 45 с.

481. Пособие по радиографии сварных соединений (Методические рекомендации для специалистов по радиографическому контролю) / Троицкий В.А. // Киев: Феникс. – 2008. – 312 с.

482. Повышение чувствительности и функциональных возможностей рентгентелевизионных систем контроля качества изделий / Терлецкий А.В., Давиденко С.Н., Сушко А.А., Белый Н.Г. // Техн.диагн. и неразр.контроль. – 2008. – № 1. – С. 13-18.

483. Влияние усиливающих экранов на параметры радиографического контроля / Белый Н.Г., Павлий А.В. // Диагностические приборы. – 2008. – № 1. – С. 7-10.

484. Определение размеров трещин в сварных соединениях / Давыдов Е.А. // Серия: «Фізичні методи та засоби контролю середовищ, матеріалів та виробів». – Випуск 13 (Теорія і практика неруйнівного контролю матеріалів і конструкцій). – Львів. – 2008.

485. Методы диагностики и контроля качества сварных соединений оболочковых конструкций / Бондаренко А.И. // Бизнес-мост. – 2008. – № 10. – С. 34-37.

486. Определение размеров трещин в сварных соединениях с помощью ультразвуковых волн дифракции / Давыдов Е.А. // Автомат.сварка. – 2008. – № 3. – С. 44-48.

487. Распространение нормальных волн в трубах, дисперсионные характеристики нормальных волн / Комиссарова Г.Л., Радько В.П., Троицкий В.А., Давыдов Е.А. // Техн.диагностика и неразруш.контроль. – 2008. – № 3. – С. 14-20.

488. Применение метода низкочастотного ультразвукового контроля технического состояния теплообменников / Троицкий В.А., Бондаренко А.И., Лазебный В.С. // Техн.диагностика и неразруш.контроль. – 2008. – № 4. – С. 63-70.

489. Контроль технического состояния протяженных конструкций низкочастотными направленными волнами / Патон Б.Е., Троицкий В.А., Бондаренко А.И. // Материалы 16-ой Межд.конф. «Современные методы и средства неразрушающего контроля и технической диагностики». – Ялта. – 2008. – С. 131-134.

490. Альтернативные методы диагностики трубопроводов / Троицкий В.А. // Материалы 16-ой Межд.конф. «Современные методы и средства неразрушающего контроля и технической диагностики». – Ялта. – 2008. – С. 133-135.

491. Портативная рентгентелевизионная система на основе высокочувствительных ПЗС-матриц и монокристаллических экранов CsL (TL) / Троицкий В.А., Белый Н.Г., Бухенский В.Н. // Материалы 16-ой Межд.конф. «Современные методы и средства неразрушающего контроля и технической диагностики». – Ялта. – 2008. – С. 136-137.

492. Надежность алгоритмов автоматизации расшифровки радиографических изображений сварных соединений / Белый Н.Г., Карманов М.Н. // Материалы 16-ой Межд.конф. «Современные методы и средства неразрушающего контроля и технической диагностики». – Ялта. – 2008. – С. 149-151.

493. Влияние усиливающих экранов на параметры радиографического контроля / Белый Н.Г., Павлий А.В. // Материалы 16-ой Межд.конф. «Современные методы и средства неразрушающего контроля и технической диагностики». – Ялта. – 2008. – С. 151-155.

494. Технология контроля протяженных объектов посредством низкочастотного дальнедействующего ультразвука / Троицкий В.А., Бондаренко А.И. // Неразрушающий контроль и техническая диагностика: Тезисы докладов 18-ой Всероссийской конф-и с международным участием. Нижний Новгород. – М.: Машиностроение. – 2008. – С. 228-229.

495. Метод и технология неразрушающего контроля трубок теплообменников ультразвуковыми направленными волнами / Троицкий В.А., Бондаренко А.И., Лазебный В.С., Горбик В.М. // Сб. тезисов докладов Международной конференции «Сварка и родственные технологии – в третье тысячелетие». – Киев. – 2008. – С. 174-175.

496. Повышение чувствительности и функциональных возможностей рентгентелевизионных систем контроля качества изделий / Терлецкий А.В.,

ДЕФЕКТОСКОПИЯ XXI ВЕКА

Давиденко С.Н., Сушко А.А., Белый Н.Г. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2008. – № 1. – С. 34-40.

497. Акустический контроль материалов и сварных соединений / Троицкий В.А., Радько В.П., Давыдов Е.А., Шевченко И.Я. // Сварочное производство. – 2008. – № 1. – С. 42-48.

498. Выбор оптимальных параметров дифракционно-временного метода ультразвукового контроля для повышения достоверности обнаружения трещиноподобных дефектов металла / Шекеро А.Л., Миховски М., Давыдов Е.А., Алексиев Ал. // Национальна научно-техніческа конференція «Акустика'2008». – Варна (24-25.10.2008), София (05-06.12.2008). – 2008. – С. 90-99.

499. Совецание участников Европейского проекта «Мониторинг состояния объектов посредством дальнедействующего ультразвука» / Шекеро А.Л. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2008. – № 1. – С. 56-57.

500. Неруйнівний контроль. Термінологія. Частина 4: Терміни стосовно ультразвукового контролю. ДСТУ EN 1330-4:2008 / Трійський, Карпаш, Козін, Шекеро // Державний стандарт України. Надано чинності наказом Держстандарту України від 22 грудня 2008 р. №493 з 01.01.2010.

501. Зварювання. Використання дифракційно-часового методу (TOFD) для контролю зварних швів. ДСТУ SEN/TS 14751:2008 / Давидов, Козін, Шекеро. // Державний стандарт України. Надано чинності наказом Держстандарту України від 30 грудня 2008 р. №520 з 01.01.2011.

502. Підвищення чутливості рентгенотелевізійних систем на основі рентгенівських екранів та ПЗС-камер / Білий М.Г., Бухенський В.М., Лещишин О.В., Михайлов С.Р. // Збірник тез доповідей 5-ої Міжнародної конференції «Сучасні прилади, матеріали і технології для неруйнівного контролю і тех.-нічної діагностики машино-будівного і нафтогазопромислового обладнання». – Івано-Франківськ. – 2008. – С. 36-39.

503. Автоматизация радиационного контроля сварных соединений / Белый Н.Г., Карманов М.Н., Шалаев В.А. // Сборник тезисов докладов международной конференции «Сварка и родственные технологии – в третье тысячелетие». – Киев. – 2008. – С. 128.

504. Рентгенотелевизионная система на основе высокочувствительных ПЗС-камер и монокристаллических экранов CsJ(TL) / Троицкий В.А., Белый Н.Г., Бухенский В.Н. // Сборник тезисов докладов международной конференции «Сварка и родственные технологии – в третье тысячелетие». – Киев. – 2008. – С. 173-174.

2009

505. Альтернативные решения традиционным методом в неразрушающем контроле сварных соединений / Троицкий В.А. // Материалы конференции «НКТД-2009». – 2009. – С. 22-23.

506. Рентгенотелевизионные портативные устройства на основе монокристаллических экранов и ПЗС-матриц / Троицкий В.А. // Материалы конференции «НКТД-2009». – 2009. – С. 48-51.

507. Магнитооптическая дефектоскопия изделий и соединений из ферромагнитных сталей / Троицкий В.А., Агалиди Ю.С., Левый С.В., Посыпайко Ю.Н. // Материалы конференции «НКТД-2009». – 2009. – С. 63-67.

508. Распределение нормальных волн в трубах, дисперсионные характеристики нормальных волн / Троицкий В.А., Комиссарова Г.Л., Радько В.П., Давыдов Е.А. // Материалы конференции «НКТД-2009». – 2009. – С. 89-98.

509. Особенности обнаружения дефектов типа окисных плен при УЗК соединений, выполненных контактной стыковой сваркой / Троицкий В.А., Радько В.П., Казымов Б.И., Зазор И.В., Никольников А.В. // Материалы конференции «НКТД-2009». – 2009. – С. 137-140.

510. Независимая система сертификации Украинского общества неразрушающего контроля / Троицкий В.А., Бондаренко А.И., Мартыненко М.В. // *Материалы конференции «НКТД-2009»*. – 2009. – С. 370-375.

511. Визуальный и измерительный контроль деталей машин, металлоконструкций, сварных соединений (книга) / Троицкий В.А. – К.: Феникс. – 2009. – 275 с.

512. Новые решения в неразрушающем контроле сварных соединений / Троицкий В.А., // *Техническая диагностика и неразрушающий контроль*. – 2009. – № 3. – С. 23-34.

513. Высокочувствительные рентгенотелевизионные системы на основе рентгеновских экранов и ПЗС-камер с накоплением изображений / Троицкий В.А., Белый Н.Г., Бухенский В.Н., Лецишин А.В., Михайлов С.Р., Слободян Н.В. // *Техническая диагностика и неразрушающий контроль*. – 2009. – № 3. – С. 41-46.

514. Участие Украинского общества неразрушающего контроля и технической диагностики в Европейском проекте «Ship-inspector» / Троицкий В.А. // *Збірник матеріалів семінару «Неруйнівний контроль в промисловій безпеці»*. – К.: 2009.

515. Применение термографии в качестве метода неразрушающего контроля / Троицкий В.А., Глуховский В.Ю. // *Збірник матеріалів семінару «Неруйнівний контроль в промисловій безпеці»*. – К.: 2009.

516. Оптоэлектронная сенсорная система для визначення парів аміаку та місць його витоків з промислових об'єктів / Посипайко Ю.М., Вахула О.А., Хоруженко В.Ю., Самойлова І.О., Кукла О.Л., Манорик П.А., Шульженко О.В. // *Матеріали 14-ї Міжнародної науково-технічної конференції „Електромагнітні та акустичні методи неруйнівного контролю матеріалів та виробів ЛЕОТЕСТ-2009”*. – Славське Львівської області. – 2009. – С. 47-48.

517. Магнитооптическая дефектоскопия поверхностных слоев ферромагнитных изделий / Агалиди Ю.С., Левый С.В., Троицкий В.А., Посыпайко Ю.Н. // *Матеріали 14-ї Міжнародної науково-технічної конференції „Електромагнітні та акустичні методи неруйнівного контролю матеріалів та виробів ЛЕОТЕСТ-2009”*. – Славське Львівської області. – 2009. – С. 98-99.

518. Разработки ИЭС им. Е.О. Патона в области контроля герметичности сварных соединений / Патон Б.Е., Троицкий В.А., Белый Н.Г., Бондаренко А.И., Посыпайко Ю.Н. // *Матеріали 6-ї Національної конференції „Неруйнівний контроль та технічна діагностика”*. – Київ. – 2009. – С. 9-13.

519. Магнитооптическая дефектоскопия поверхностных слоев ферромагнитных изделий / Агалиди Ю.С., Левый С.В., Троицкий В.А., Посыпайко Ю.Н. // *Матеріали 6-ї Національної конференції „Неруйнівний контроль та технічна діагностика”*. – Київ. – 2009. – С. 63-66.

520. Застосування оптоелектронної колориметричної сенсорної системи для контролю герметичності обладнання, що заповнено аміаком / Посипайко Ю.М., Вахула О.А., Хоруженко В.Ю., Самойлова І.О., Кукла О.Л., Манорик П.А., Погоріла Л.М., Шульженко О.В. // *Матеріали 6-ї Національної конференції „Неруйнівний контроль та технічна діагностика”*. – Київ. – 2009. – С. 213-216.

521. Контроль герметичності обладнання, що заповнено аміаком за допомогою оптоелектронної колориметричної сенсорної системи / Посипайко Ю.М., Вахула О.А., Хоруженко В.Ю., Самойлова І.О., Кукла О.Л., Манорик П.А., Погоріла Л.М., Шульженко О.В. // *Матеріали 17-ї Міжнародної конференції „Сучасні методи та засоби неруйнівного контролю та технічної діагностики”*. – Ялта. – 2009.

522. Розробка технології використання сенсорного оптоелектронного течошукача в хімічному устаткуванні / Троїцький В.О., Посипайко Ю.М. // *Звіт про виконання НДР в 2009 р.* Київ: ІЕЗ ім. Є.О. Патона. – 2009. – 33 с.

523. Визуальный и измерительный контроль деталей машин, металлоконструкций, сварных соединений / Троицкий В.А. / Киев: Феникс. – 2009. – 275 с.

524. Новые решения в неразрушающем контроле сварных соединений / Троицкий В.А. // *Техническая диагностика и неразрушающий контроль*. – 2009. – № 3. – С. 27-34

525. Высококонтрастные рентгеновские системы на основе рентгеновских экранов и ПЗС-камер с накоплением изображений / Троицкий В.А., Белый Н.Г., Бухенский В.Н., Лещинин А.В., Михайлов С.Р., Слободян Н.В. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2009. – № 3. – С. 41-46.

526. Инженерная оценка роста низкотемпературных слоистых водородных расслоений в случае их канального слияния / Давыдов Е.А., Дядин В.П. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2009. – № 1. – С. 26-29.

527. Технологические особенности дефектоскопии протяженных трубопроводов низкочастотными направленными волнами / Бондаренко А.И. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2009. – № 2. – С. 42-49.

528. Совершенствование мониторинга технического состояния морских судов / Троицкий В.А. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2009. – № 4. – С. 26-29.

529. Разработки ИЭС им. Е.О. Патона в области неразрушающего контроля сварных соединений / Патон Б.Е., Троицкий В.А., Белый Н.Г., Бондаренко А.И., Посыпайко Ю.Н. // Доповіді 6-ї Національної науково-технічної конференції „Неруйнівний контроль та технічна діагностика”. – Київ, УТ НКТД. – 2009. – С. 9 – 13.

530. Альтернативные решения традиционным методом в неразрушающем контроле сварных соединений / Троицкий В.А. // Доповіді 6-ї Національної науково-технічної конференції „Неруйнівний контроль та технічна діагностика”. – Київ. – 2009. – С. 22-33.

531. Рентгеновские портативные устройства на основе монокристаллических экранов и ПЗС-матриц / Троицкий В.А., Белый Н.Г., Бухенский В.Н., Михайлов С.Р., Лещинин А.В. // Доповіді 6-ї Національної науково-технічної конференції „Неруйнівний контроль та технічна діагностика”. – Київ. – 2009. – С. 48-51.

532. Распределение нормальных волн в трубах, дисперсионные характеристики нормальных волн / Троицкий В.А., Комиссарова Г.Л., Радько В.П., Давыдов Е.А. // Доповіді 6-ї Національної науково-технічної конференції „Неруйнівний контроль та технічна діагностика”. – Київ. – 2009. – С. 89-98.

533. Особенности обнаружения дефектов типа окисных плен при УЗК соединений, выполненных контактной стыковой сваркой / Троицкий В.А., Радько В.П., Казымов Б.И., Зазор И.В., Никольников А.В. // Доповіді 6-ї Національної науково-технічної конференції „Неруйнівний контроль та технічна діагностика”. – Київ. – 2009. – С.137-140.

534. Применение магнитометрического метода контроля напряженно-деформированного состояния ферромагнитных объектов / Троицкий В.А., Загребельный В.И., Мозговой А.В. // Доповіді 6-ї Національної науково-технічної конференції „Неруйнівний контроль та технічна діагностика”. – Київ. – 2009. – С. 179-186.

535. Опыт использования рентгеновского аппарата «Экстра-вольт-350» в ИЭС им.Е.О.Патона / Троицкий В.А., Крамер Б.Ю., Бухенский В.Н., Павлий А.В., Белый Н.Г. // Доповіді 6-ї Національної науково-технічної конференції „Неруйнівний контроль та технічна діагностика”. – Київ. – 2009. – С. 226-230.

536. Новый знак радиационной опасности / Троицкий В.А., Карманов М.Н. // Доповіді 6-ї Національної науково-технічної конференції „Неруйнівний контроль та технічна діагностика”. – Київ. – 2009. – С. 248-249.

537. Независимая система сертификации Украинского общества неразрушающего контроля / Троицкий В.А., Мартиненко М.В. // Доповіді 6-ї Національної науково-технічної конференції „Неруйнівний контроль та технічна діагностика”. – Київ. – 2009.

538. Опыт эксплуатации стационарного рентгеновского аппарата кабельного типа «Экстравольт-350» в ИЭС им. Е.О. Патона / Троицкий В.А., Крамер Б.Ю., Бухенский В.Н., Павлий А.В., Белый Н.Г. // Материалы 17-ой международной конференции «Современные методы и средства неразрушающего контроля и технической диагностики». – Ялта. – 2009. – С. 226-230.

539. Технологии диагностики протяженных инженерных сооружений дальнедействующим ультразвуком (проект (LRUCM): задачи и перспективы внедрения / Троицкий В.А., Бондаренко А.И. // Материалы 17-ой международной конференции «Современные методы и средства неразрушающего контроля и технической диагностики». – Ялта. – 2009. – С. 47-50.

540. Кореляційні методи й технології шукання витоків у напірних трубопроводах / Годлевський В.С., Троїцький В.О., Бондаренко О.Г. // Проблеми ресурсу і безпеки експлуатації конструкцій, споруд та машин. – Київ. – 2009. – С. 525-530.

541. Обзор применения теплового метода контроля / Троицкий В.А., Глуховский В.Ю. // Доповіді 6-ї Національної науково-технічної конференції „Неруйнівний контроль та технічна діагностика”. – Київ. – 2009. – С. 241-247.

542. Независимая система сертификации Украинского общества неразрушающего контроля / Троицкий В.А., Мартыненко М.В. // Доповіді 6-ї Національної науково-технічної конференції „Неруйнівний контроль та технічна діагностика”. – Київ. – 2009. – С. 370-375.

543. Технология диагностики протяженных инженерных сооружений дальнедействующим ультразвуком, задачи и перспективы внедрения / Троицкий В.А., Бондаренко А.И. // Збірник матеріалів семінару «Неруйнівний контроль в промисловій безпеці». – Київ. – 2009.

544. Дефектоскопия сварных соединений резервуара для хранения жидкого аммиака / Троицкий В.А., Посыпайко Ю.Н., Шевченко И.Я. // Збірник матеріалів семінару «Неруйнівний контроль в промисловій безпеці». – Київ. – 2009.

545. Рентгенотелевизионные портативные устройства на основе монокристаллических экранов и ПЗС-матриц / Троицкий В.А., Белый Н.Г., Бухенский В.Н., Михайлов С.Р., Лещишин А.В. // Збірник матеріалів семінару «Неруйнівний контроль в промисловій безпеці». – Київ. – 2009.

546. Участие Украинского общества неразрушающего контроля и технической диагностики в Европейском проекте «Ship-inspection» / Троицкий В.А. // Всеукраїнський науково-практичний семінар «Неруйнівний контроль у промисловій безпеці». – Київ. – 2009.

547. Применение термографии в качестве метода неразрушающего контроля / Троицкий В.А., Глуховский В.Ю. // Збірник матеріалів семінару «Неруйнівний контроль в промисловій безпеці». – Київ. – 2009.

548. Використання тепловізійного неруйнівного контролю для виявлення дефектів в трубопроводах, що працюють під високим тиском і температурою / Глуховський В.Ю., Троїцький В.О. // Матеріали V Всеукраїнська науково-технічна конференція молодих учених та спеціалістів. – Київ. – 2009.

549. Исследование относительной чувствительности рентгенотелевизионных систем на основе высокочувствительных ПЗС-матриц и рентгеновских монокристаллических экранов / Белый Н.Г., Бухенский В.Н., Лещишин А.В., Михайлов С.Р. // Доповіді 6-ї Національної науково-технічної конференції „Неруйнівний контроль та технічна діагностика”. – Київ. – 2009. – С. 197-199.

550. Надежность выявления дефектов при автоматизации радиационного контроля сварных соединений / Белый Н.Г., Карманов М.Н. // Доповіді 6-ї Національної науково-технічної конференції „Неруйнівний контроль та технічна діагностика”. – Київ. – 2009. – С. 200-208.

551. Радиационный контроль качества изделий из композиционных полимерных материалов / Терлецкий А.В., Белый Н.Г., Бухенский В.Н., Хомченко М.В. // Доповіді 6-ї Національної науково-технічної конференції „Неруйнівний контроль та технічна діагностика”. – Київ. – 2009. – С. 209-212.

552. Экспериментальные исследования относительной радиационной чувствительности рентгенотелевизионных систем на основе современных высокочувствительных ПЗС-матриц и рентгеновских монокристаллических экранов / Белый Н.Г., Бухенский В.Н., Лещишин А.В., Михайлов С.Р. // Материалы

международной конференции «Современные методы и средства неразрушающего контроля и технической диагностики». – Ялта. – 2009. – С. 206-209.

553. Портативна цифрова рентгенотелевізійна система на основі сучасних ПЗЗ-матриць / Троїцький В.О., Білий, М.Г., Бухенський В.М., Михайлов С.Р., Лещинин А.В. // Матеріали міжнародної конференції «Современные методы и средства неразрушающего контроля и технической диагностики». – Ялта. – 2009. – С. 203-206.

554. Исследование возможности предсказания места разрыва участка трубы при гидравлическом нагружении / Троїцький В.А., Загребельний В.И., Мутас В.В. // Матеріали міжнародної конференції «Современные методы и средства неразрушающего контроля и технической диагностики». – Ялта. – 2009.

555. Вахула О.А., Хоруженко В.Ю., Самойлова І.О., Кукла О.Л., Манорик П.А., Погоріла Л.М., Шульженко О.В., Посипайко Ю.М. Застосування оптоелектронної колориметричної сенсорної системи для контролю герметичності обладнання, що заповнено аміаком. // Доповіді 6-ї Національної науково-технічної конференції „Неруйнівний контроль та технічна діагностика”. – Київ, УТ НКТД, 9 – 12 червня 2009 р. – С. 213-216.

556. Контроль герметичності обладнання, що заповнено аміаком за допомогою оптоелектронної колориметричної сенсорної системи / Вахула О.А., Хоруженко В.Ю., Самойлова І.О., Кукла О.Л., Манорик П.А., Погоріла Л.М., Шульженко О.В., Посипайко Ю.М. // Доповіді 17-ї Міжнародної конференції „Сучасні методи та засоби неруйнівного контролю та технічної діагностики”. – Ялта. – 2009. – С. 41-44.

557. Анализ европейских стандартов с нормами оценки качества по результатам ультразвукового контроля / Шекеро А.Л., Алексиев А. // Фізичні методи та засоби контролю середовищ, матеріалів та виробів (серія), вип. 14: Неруйнівний контроль матеріалів і конструкцій: Зб. наук. праць. – Львів: Фізико-механічний інститут ім. Г.В.Карпенка НАН України. – 2009. – 182 с.

558. Критерии оценки качества результатов ультразвукового контроля: европейский поход / Шекеро А.Л., Алексиев А. // Доповіді 6-ї Національної науково-технічної конференції „Неруйнівний контроль та технічна діагностика”. – Київ. – 2009. – 402 с.

559. Обзор европейских стандартов с нормами оценки качества по результатам ультразвукового контроля / Шекеро А.Л., Алексиев А. // Всеукраїнський науково-практичний семінар «Неруйнівний контроль у промисловій безпеці». – Київ: Держнаглядохоронпраці, ННДІ ПБОП. – 2009. – 88 с.

560. Пространственно-временной анализ дифрагированных сигналов с целью увеличения точности измерения размеров дефектов методом TOFD / Шекеро А.Л., Давыдов Е.О., Миховски М., Алексиев А. // Сборник научных докладов «Акустика», вып.11 / Союз по электронике, электротехнике и связи, Национальная секция по акустике. – София. – 2009. – С.76-87.

561. Оптоелектронна сенсорна система для визначення парів аміаку та місць його витоків з промислових об'єктів / Вахула О.А., Хоруженко В.Ю., Самойлова І.О., Кукла О.Л., Манорик П.А., Шульженко О.В., Посипайко Ю.М. // Матеріали 14-ї науково-технічної конференції „Електромагнітні та акустичні методи неруйнівного контролю матеріалів та виробів”. – Славське, Львівської обл. – 2009. – С. 47-48.

562. Магнитооптическая дефектоскопия поверхностных слоев ферромагнитных изделий / Агалиди Ю.С., Левый С.В., Троїцький В.А., Посыпайко Ю.Н. // Доповіді науково-технічної конференції „Леотест 2009”. – 2009 р.

563. Определение характерных причин возникновения предаварийных состояний ответственных сварных конструкций на основе практической диагностики / Давыдов Е.А., Дядин В.П. // Всеукраїнський науково-практичний семінар «Неруйнівний контроль у промисловій безпеці». – Київ. – 2009. – С. 41-43.

564. Пространственно-временной анализ дифрагированных сигналов с целью увеличения точности измерения размеров дефектов методом TOFD / Давыдов Е.А., Миховски М., Шекеро А., Алексиев Ал. // Национальна науково-технічна конференція «Акустика 2009». – Варна (09-10.10.2009), София (04-05.12.2009) – С. 11-15.

565. Диагностика технического состояния сварных трубопроводных систем низкочастотными направленными волнами / Бондаренко А.И. // Сборник докладов научно-техн. семинара «Обеспечение эксплуатационной надежности трубопроводного транспорта. – Киев. – 2009. – С. 14-16.

566. Механизм выявления дефектов протяженных трубопроводов низкочастотными направленными волнами / Бондаренко А.И. // Материалы 6-ой Национальной конференции и выставки. – Киев. – 2009. – С. 103-106.

567. Анализ особенностей возбуждения и распределения низкочастотных непрерывных волн в протяженных трубопроводах / Бондаренко А.И. // Материалы 6-ой Национальной конференции и выставки. – Киев. – 2009. – С. 98 – 102.

568. Ультразвукова голографічна система / Маєвський С.М., Попов В.Ю. // V Всеукраїнська науково-технічна конференція молодих учених та спеціалістів «Зварювання та споріднені технології». – Ворзель. – 2009.

569. Застосування акустичної голографії в задачах неруйнівного контролю / Маєвський С.М., Попов В.Ю. // Збірник доповідей 6-ї Національної науково-технічної конференції «Неруйнівний контроль та технічна діагностика – UkrNDT-2009» – Київ: УТ НКТД. – 2009. – С. 118-120.

570. Перспективи використання голографічних перетворень інформації в ультразвуковій дефектоскопії / Маєвський С.М., Попов В.Ю. // Збірник доповідей VIII Міжнародної науково-технічної конференції “Приладобудування: стан і перспективи”. – Київ. – 2009.

2010

571. Особенности телевизионного эндоскопа для контроля труднодоступных объектов / Троицкий В.А., Мартыненко М.В. // Материалы конференции «НКТД-2009». – 2009. – С. 370-375.

572. Ультразвуковая диагностика эксплуатационных дефектов в конструкциях нефтегазового комплекса / Троицкий В.А., Дядин В.П., Давыдов Е.А. // Автоматическая сварка. – № 9. – С. 45-50.

573. Works on Low-frequency ultrasonic testing of pipelines of the E.O.Paton Electric Welding Institute / Paton B.E., Troitskii A.V., Gorbik V.M., Shvidkiy S.A. // The 2-nd South - East European IIV International Congress Welding–HIGH-TECH Technology in 21st century. – Sofia, Bulgaria. – 2010. – P. 154-160.

574. Alternative solutions for nondestructive testing of pipeline welds / Troitskiy V., Beloev M., Michovski M. // The 2nd South-East European IIV International Congress Welding-High-Tech Technology in 21st century Sofia, Bulgaria. – 2010.

575. Ultrasonic diagnostics of service defects in structures of oil and gas industry / Troitskiy V.A., Dyadin V.P., Davydov E.A. // The Paton Welding Journal. – 2010. – № 9. – P. 36-40.

576. Method and technology of diagnostics of pipeline systems by guided Low-frequency ultrasonic waves / Paton B.E., Troitskiy V.A., Bondarenko A.I. // 10th European Conference of Non-Destructive Testing. – Moscow. – 2010. Part. 1. – P. 143-145.

577. Mechanism of discontinuity detection in pipelines by ultrasonic guided waves / Bondarenko A.I. // 10th European Conference of Non-Destructive Testing. – Moscow. – 2010. Part. 1. – P. 151-153.

578. Ультразвуковой контроль сварных соединений (книга) / Троицкий В.А. // К.: Феникс. – 2010. – 220 с.

579. Настанова з ультразвукового контролю зварних з'єднань та наплавов металевих конструкцій. ДСТУ-НБА.3.1-15:2010 / Печаль В.О. // ДСТУ-НБА.3.1-15:2010.

580. Оптикоелектронний сенсорний течешукач / Посипайко Ю.М., Манорик П.А., Шульженко О.В., Вахула О.А., Хоруженко В.Ю., Кукла О.Л. // Доповіді 18-ї Міжнародної конференції „Сучасні методи та засоби неруйнівного контролю та технічної діагностики”. – Ялта. – 2010. – С. 255-257.

581. Розробка технології використання сенсорного оптоелектронного течешукача в хімічному устаткуванні / Троїцький В.О., Корольова Т.В., Посипайко Ю.М. // Звіт про виконання НДР в 2010 р. Київ: ІЕЗ ім. Є.О. Патона. – 2010. – 66 с.

582. Применение тепловизионного контроля при сварке полиэтиленовых труб / Глуховский В.Ю., Костенко А.В. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2010. – № 1. – С. 54–57.

583. Ultrasonic diagnostics of service defects in structures of oil and gas industry / Troitsky V.A., Dyadin V.P., Davydov E.A.. // Paton Welding Journal. – 2010. – № 9. – P. 36-40.

584. О локальной долговечности и пределе ограниченной выносливости / Троицкий В.А., Бусов В.Л., Шишкин И.В. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2010. – № 1. – С. 32-37.

585. Ультразвуковая диагностика эксплуатационных дефектов в конструкциях нефтегазового комплекса / Троицкий В.А., Дядин В.П., Давыдов Е.А. // Автоматическая сварка. – 2010. – №9. – С. 45-50.

586. Некоторые вопросы контроля качества сварки / Посыпайко Ю.Н., Королева Т.В. // Автоматическая сварка. – 2010. – № 6. – С. 58-60.

587. Деякі особливості діагностування магістральних газопроводів зі сталі марки Х-70. / Давыдов Е.А., В.В. Рудко, Попов О.С., Дядин В.П. // Трубопроводный транспорт. – 2010. – № 3(63). – С. 10-11.

588. Методы низкочастотной акустической дефектоскопии с сухим контактом в системе «преобразователь – изделие» / Бондаренко А.И. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2010. – № 1. – С. 38-44.

589. Сухой акустический контакт в системе «преобразователь – изделие» в низкочастотной дефектоскопии как контактная задача теории упругости. Часть 1. Сущность задачи о контакте упругих тел / Бондаренко А.И. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2010. – № 3. – С. 14-18.

590. Рухомий намагнічуючий пристрій для магнітної дефектоскопії / Троїцький В.О., Бондаренко О.Г., Горбик В.М. // Патент України №51871. – Опублік. 10.08.2010. – Бюл. № 15.

591. Спосіб виготовлення контрольних зразків для дефектоскопії / Бондаренко О.І., Троїцький В.О. // Патент України № 62064. – Опублік. 10.08.2010. – Бюл. №15.

592. Alternative solution for nondestructive testing of pipeline welds / Troitskii A.V., Beloiev M., Mihovski M. // The 2-nd South - East European IIV International Congress Welding–HIGH-TECH Technology in 21st century. – Sofia, Bulgaria. – 2010.

593. Investoigation of the relative sensitivity X-ray TV systems on the basis of high-sensitivity CCD cameras and X-ray monocrystal screens / Belyi N., Buhenskiy V., Leschishin A., Mikhailov S. // Труды 10-й Европейской конференции по неразрушающему контролю. – Москва. – 2010 – С. 220-223.

594. Диагностика состояния металлоконструкций нефтегазового комплекса на примере трассы «Уренгой-Помары-Ужгород» / Троицкий В.А., Рудно В.В., Попов А.О., Давыдов Е.А., Дядин В.П. // Збірник матеріалів Всеукраїнського семінару «Технічна діагностика в промисловій безпеці». – Київ, ННДІПБОП. – 2010 – С. 12-17.

595. Техническая диагностика протяженных объектов низкочастотным ультразвуком / Троицкий В.А., Бондаренко А.И. // Збірник матеріалів Всеукраїнського семінару «Технічна діагностика в промисловій безпеці». – Київ, ННДІПБОП. – 2010. – С. 21-29.

596. Расшифровка информации, полученной при компьютерной обработке рентгенограмм сварных соединений / Троицкий В.А., Белый Н.Г., Карманов М.Н. // Збірник матеріалів Всеукраїнського семінару «Технічна діагностика в промисловій безпеці». – Київ, ННДІПБОП. – 2010. – С. 43-48.

597. Термография как метод, предшествующий стандартным видам технической диагностики / Троицкий В.А., Глуховский В.Ю. // Збірник матеріалів Всеукраїнського семінару «Технічна діагностика в промисловій безпеці». – Київ, ННДІПБОП. – 2010. – С. 49-54.

598. Оптоэлектронный сенсорный течеукач / Манорик П.А., Шульженко О.В., Вахула О.А., Хоруженко В.Ю., Кукла О.Л., Посипайко Ю.М. // Доповіді 18-ї Міжн. конференції „Сучасні методи та засоби неруйнівного контролю та технічної діагностики”. – Ялта. – 2010. – с. 255-257.

599. Магнитооптическая дефектоскопия приповерхностных слоев ферромагнитных изделий / Троицкий В.А., Посыпайко Ю.Н. Агалиди Ю.С., Левый С.В., // Сборник докладов 10-ой Европейской научно-технической конференции по неразрушающему контролю. – Москва. – 2010.

600. Применение автоматизированных систем ультразвукового контроля для оценки состояния металла трубопровода / Давыдов Е.А, Попов А.С., Дядин В.П. // Материалы 18-й международной конференции «Современные методы и средства неразрушающего контроля и технической диагностики». – Ялта. – 2010.

601. Применение положений теории упругости к оценке свойств сухого акустического контакта в низкочастотной дефектоскопии протяженных трубопроводов / Бондаренко А.И. // Материалы 18-й международной конференции «Современные методы и средства неразрушающего контроля и технической диагностики». – Ялта. – 2010. – С. 42-47.

602. Способ сухого акустического контакта системе «преобразователь – изделие» при дефектоскопии трубопроводов низкочастотными направленными волнами / Бондаренко А.И. // Научн. известия на НТСМ. – 2010. – Година XVII, брой. 5 (115). – С. 460-468.

2011

603. Вихретоковый контроль (книга) / Троицкий В.А. // Киев: Феникс. – 2011. – 148 с.

604. Выбор контрольных участков магистральных трубопроводов при диагностическом обследовании / Троицкий В.А., Дядин В.П. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2011. – № 3. – С. 5-11.

605. О разработке нового стандарта ДСТУ НБА.3.1-15:2010 «Настанова з ультразвукового контролю зварних з'єднань металевих конструкцій» / Шевченко И.Я., Радыш Ю.В., Печаль В.А., Киреев А.С. // Материалы 19-й международной конференции «Современные методы и средства неразрушающего контроля и технической диагностики». – Гурзуф. – 2011.

606. Дослідження можливостей оптоелектронного сенсорного течеукача з дистанційною бездротовою передачею інформації про наявність витоків аміаку крізь наскрізні дефекти / Манорик П.А., Шульженко О.В., Посипайко Ю.М., Погоріла Л.М., Хоруженко В.Ю., Вахула О.А., Кукла О.Л. // Матеріали 19 міжнародної конференції „Сучасні методи та засоби неруйнівного контролю та технічної діагностики”. – Ялта. – 2011. – С. 183-185.

607. Розробка технології використання сенсорного оптоелектронного течеукача в хімічному устаткуванні / Трійський В.О., Посипайко Ю.М. // Звіт про виконання НДР в 2011 р. Київ: ІЕЗ ім. Є.О. Патона. – 2011. – 94 с.

608. Hilbert-Huang Transform in Signal Analysis (Применения трансформации Гильберта-Хуанга для анализа сигналов) / Шекеро А.Л., Дергунов О., Куц Ю., Снегур С., Близнюк О.О. // Научни Известия на НТСМ, Scientific Proceedings. – 2011. – № 1. – “NDT days 2011” / “Дни на безразрушительный контрол 2011”, 26-th International Conference “Defectoscopy’2011”. – 2011. – С. 25-27.

609. Використання інфрачервоної термографії для виявлення дефектів в трубопроводах, що працюють під високим тиском і температурою / Глуховський В.Ю., Трійський В.О. // Матеріали VI Всеукраїнська науково-технічна конференція молодих учених та спеціалістів. – Київ. – 2011.

610. Испытания портативных рентген телевизионных установок вместо рентгенографии / Троицкий В.А., Бухенский В.Н., Белый Н.Г., Михайлов С.Р. // Материалы 19-й международной конференции «Современные методы и средства неразрушающего контроля и технической диагностики». – Гурзуф. – 2011. – С. 43-46.

611. Термографический контроль, как метод, предшествующий стандартным видам технической диагностики / Троицкий В.А., Глуховский В.Ю. // Материалы 19-й международной конференции «Современные методы и средства неразрушающего контроля и технической диагностики». – Гурзуф. – 2011.

612. Повышение точности измерений при тангенциальном радиационном просвечивании / Троицкий В.А., Карманов М.Н., Белый Н.Г., Бухенский В.Н. // Материалы 19-й международной конференции «Современные методы и средства неразрушающего контроля и технической диагностики». – Гурзуф. – 2011. – С. 36-39.

613. Снижение стоимости систем цифрового радиационного контроля / Белый Н.Г., Карманов М.Н., Шалаев В.А. // Материалы 19-й международной конференции «Современные методы и средства неразрушающего контроля и технической диагностики». – Гурзуф. – 2011. – С. 55-58.

614. Опыт Института электросварки им.Е.О.Патона по диагностике резервуаров больших объемов / Троицкий В.А. Посыпайко Ю.Н., Шевченко И.Я. // Материалы 19-й международной конференции «Современные методы и средства неразрушающего контроля и технической диагностики». – Гурзуф. – 2011.

615. О разработке нового стандарта ДСТУ НБА.3.1 -15:2010 «Настанова з ультразвукового контролю зварних з'єднань металевих конструкцій» / Радыш Ю.В. Печаль В.А. Киреев А.С., Шевченко И.Я. // Материалы 19-й международной конференции «Современные методы и средства неразрушающего контроля и технической диагностики». – Гурзуф. – 2011.

616. Цифрова рентгенотелевізійна система на основі сучасних ПЗЗ-матриць / Троїцький В.О., Білий М.Г., Бухенський В.М., Михайлов С.Р. // Матеріали міжнародної науково-технічної конференції «Сучасні прилади, матеріали і технології для неруйнівного контролю і технічної діагностики машинобудівельного і нафтогазопромислового обладнання. – м. Івано-Франківськ. – 2011. – С. 98-102.

617. Дослідження можливостей оптоелектронного сенсорного течешукача з дистанційною бездротовою передачею інформації про наявність витоків аміаку крізь наскрізні дефекти / Манорик П.А., Шульженко О.В., Погоріла Л.М., Хоруженко В.Ю., Вахула О.А., Кукла О.Л., Посипайко Ю.М. // Доповіді 19-ї Міжнародної конференції „Сучасні методи та засоби неруйнівного контролю та технічної діагностики”. – Ялта. – 2011. – С. 183-185.

618. Определение состояния и мониторинг металла магистральных трубопроводов с использованием автоматизированных систем ультразвукового контроля / Рудко В.В., Попов А.С., Дядин В.П. // Материалы 19-й международной конференции и выставки «Современные методы и средства неразрушающего контроля и технической диагностики». – Гурзуф. – 2011.

619. Некоторые особенности диагностики магистральных газопроводов из стали марки X-70 / Рудко Р.В., Попов А.С., Дядин В.П., Давыдов Е.А. // Приложение «Диагностика объектов газотранспортной системы» к журналу «Газовая промышленность». – 2011.

620. Ультразвуковой контроль протяженных и труднодоступных участков трубопроводов / Троицкий В.А., Бондаренко А.И. // Международная научно-техническая конференция «Остаточный ресурс и проблемы модернизации систем магистральных и промышленных трубопроводов». – Киев. – 2011. – С. 47-54.

621. Оценка свойств сухого акустического контакта в низкочастотной дефектоскопии многослойных конструкций / Бондаренко А.И., Прачев А.А., Манченко Е.В., Близнюк Е.Д., Дергунов А.В. // X Міжнародна науково-технічна конференція «АВІА-2011». – Т. 1. – Київ, НАУ. – 2011. – С. 1.1-1.4.

622. Спосіб виготовлення контрольних взірців для дефектоскопії / Бондаренко О.Г., Троїцький В.О. – 2011. // Патент України № 62064. – Б. № 15.

2012

623. Неразрушающий контроль в Украине (книга) / Троицкий В.А., Посыпайко Ю.Н. и др. // К. – 2012. – 148 с.
624. Основные тенденции развития НК металлоконструкций / Троицкий В.А. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2012. – № 3. – С. 67-71.
625. Украинскому обществу НКТД 22 года / Троицкий В.А. // Территория NDT. – 2012. – № 3. – С. 16-24.
626. Consise guide on Non-destructive Testing of Welded Joints (Книга, англ.яз.) / Troitskiy V.A. // К.: Phocnix. – 2012. – ISB N 978-966-651-975-8.196 p.
627. О деятельности Украинского общества неразрушающего контроля и технической диагностики / Троицкий В.А. // Збірник праць (матеріали конференції). 7-а Національна конференція UkrNDT-2012. – 2012.
628. Исследования рентгентелевизионных систем на основе рентгеновских экранов ПЗС-камер с импульсными рентгеновскими аппаратами / Троицкий В.А., Белый Н.Г., Бухенский В.Н., Михайлов С.Р. // Збірник праць (матеріали конференції). 7-а Національна конференція UkrNDT-2012. – 2012.
629. Возможности практического применения методов НЧ УЗК длинномерных объектов направленными волнами / Троицкий В.А., Карманов М.Н., Горбик В.М. // Збірник праць (матеріали конференції). 7-а Національна конференція UkrNDT-2012. – 2012.
630. Особливості ультразвукового контролю зварних з'єднань металевих конструкцій згідно з ДСТУ-НБА.3.1-15:2010 / Шевченко І.Я., Радиш Ю.В., Цечаль В.О., Кіреєв А.С. // Збірник праць (матеріали конференції). 7-а Національна конференція UkrNDT-2012. – 2012.
631. Повышение качества производимой продукции за счет внедрения новейших средств автоматизированного неразрушающего контроля / Шевченко И.Я., Юрченко А.В., Тимощенко А.П., Суббота А.В., Дидык А.В. // Территория NDT. – 2012. – № 3. – С. 62-67.
632. До питання гармонізації стандарту ДСТУ-НБА.3.1-15:2010. Настанова з ультразвукового контролю зварних з'єднань металевих конструкцій. Частина 1 / Шевченко І.Я., Радиш Ю.В., Цечаль В.О., Кіреєв А.С., Радько В.Г. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2012. – № 1. – С. 53-58.
633. До питання гармонізації стандарту ДСТУ-НБА.3.1-15:2010. Настанова з ультразвукового контролю зварних з'єднань металевих конструкцій. Частина 2 / Шевченко І.Я., Радиш Ю.В., Цечаль В.О., Кіреєв А.С., Радько В.Г. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2012. – № 3. – С. 54-56.
634. Неразрушающий контроль в Украине / Троицкий В.А., Посыпайко Ю.Н., Шекеро А.Л., Карманов М.Н., Королева Т.В. // Справочник. Под ред. Троицкого В.А. и Посыпайко Ю.Н. – Киев: ИЭС им. Е.О. Патона НАН Украины. – 2012. – 144 с.
635. Розробка оптоелектронного сенсорного течешукача на аміак / Посыпайко Ю.М., Манорик П.А., Шульженко О.В., Кукла О.Л. // Збірник доповідей 7-ї Національної наук.-техн. конференції «Неруйнівний контроль та технічна діагностика». – Київ: УТ НКТД. – 2012. – С. 210-213.
636. Акустичний контроль конструкцій та устаткування у нафтогазовій галузі / Карпаш О.М., Рибіцький І.В., Котурбаш Т.Т., Бондаренко О.Г., Карпаш О.М. // ІФНТУНГ. – Івано-Франківськ. – 2012. – 420 с.
637. Развитие работ по диагностике технического состояния трубопроводных систем различного назначения направленными волнами без сканирования поверхности / Троицкий В.А., Бондаренко А.И. // Труды семинара «Неразрушающий контроль в трубопроводном транспорте. – Киев. – 2012. – С. 25-26.
638. Применение тепловизионного контроля для определения качественных и количественных характеристик дефектов, возникающих в трубопроводах вследствие коррозионного и эрозионного износа / Глуховський В.Ю., Бондаренко А.И. // Труды семинара «Неразрушающий контроль в трубопроводном транспорте. – Киев. – 2012 – С. 51-53.

639. Аналіз впливу поверхневих нерівностей виробів на чутливість контролю в акустичній дефектоскопії / Бондаренко О.Г. // 7-ма Національна науково-технічна конференція і виставка «НКТД-2012». – Київ. – 2012. – С. 105-111.

640. Застосування лазерно-термографічного приладу для визначення геометричних параметрів дефектів об'єктів контролю / Бондаренко О.Г., Глуховський В.Ю., Троїцький В.О. // Труды семинара «Неразрушающий контроль в трубопроводном транспорте». – Киев. – 2012. – С. 428-432.

641. Особливості створення засобів для оцінки параметрів дефектів тепловим неруйнівним контролем / Троїцький В.О., Бондаренко О.Г., Глуховський В.Ю. // Проблеми ресурсу і безпеки експлуатації конструкцій, споруд, машин. – Київ. 2012. – С. 105-110.

2013

642. Мониторинг больших площадей корабельных и мостовых конструкций в свете проекта Ship-inspector / Троицкий В.А. // Территория NDT. – 2013. – № 1. – С. 50-54.

643. Намагнічуючий пристрій / Троїцький В.О. // Патент на корисну модель № 81659 від 10.07.2013.

644. Рухомий намагнічуючий пристрій для дефектоскопії протяжних конструкцій / Троїцький В.О. // Патент на корисну модель № 82447 від 12.08.2013.

645. Намагнічуючий пристрій / Троїцький В.О., Луценко Г.Г. // Патент на корисну модель № 82208 від 25.07.2013.

646. Намагнічуючий пристрій / Троїцький В.О., Луценко Г.Г. // Патент на корисну модель № 82209 від 25.07.2013.

647. Деятельность Института электросварки им.Е.О.Патона в области неразрушающего контроля и технической диагностики / Патон Б.Е., Троицкий В.А. // Территория NDT. – 2013. – № 3. – С. 16-30.

648. Портативная рентгентелевизионная система / Троицкий В.А. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2013. – № 3. – С. 48-52.

649. Флэш-радиография / Троицкий В.А. // Территория NDT. – 2013. – № 4. – С. 44-50.

650. Основные направления работ ИЭС им.Е.О.Патона НАНУ по совершенствованию неразрушающего контроля сварных соединений / Патон Б.Е., Троицкий В.А. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2013. – № 4. – С. 13-29.

651. Неруйнівний контроль. Радіографія промислова комп'ютерна із зображенням на фосфорних пластинах. Частина 1. Класифікація систем (EN 14784-1:2005, IDT). Стандарт ДСТУ EN 14784-1:2008 / Троїцький В., Білий М., Терлецький С., Троїцька Н., Прокопчук І. // Держспоживстандарт України. – 2013.

652. Неруйнівний контроль. Радіографія промислова комп'ютерна із зображенням на фосфорних пластинах. Частина 2. Загальні принципи контролю металевих матеріалів з використанням рентгенівського та гама-випромінювання (EN 14784-2:2005, IDT) / Троїцький В., Білий М., Терлецький С., Троїцька Н., Прокопчук І. // Держспоживстандарт України. – 2013.

653. Диагностические ультразвуковые комплексы «Универсал 1П», «Универсал 2П» / Троицкий В.А., карманов М.Н., Горбик В.М. // Сб. конференции «Сварка и родственные технологии – настоящее и будущее». – 2013. – С. 222-223.

654. Практическое применение методов низкочастотной дефектоскопии / Троицкий В.А., карманов М.Н., Горбик В.М. // Сб. конференции «Достижения физики неразрушающего контроля». – 2013.

655. Магнітооптична дефектоскопія приповерхностних шарів ферромагнітних виробів / Троицкий В.А., Посыпайко Ю.Н., Агалиди Ю.С., Левый С.В. // Сборник трудов конференции «Сварки и родственные технологии – настоящее и будущее». – 2013. С. 154.

656. Комплексный неразрушающий контроль сварных резервуаров большого объема / Троицкий В.А., Посыпайко Ю.Н. // Сборник трудов конференции «Сварки и родственные технологии – настоящее и будущее». – 2013. С. 153.

657. Высококонтрастная рентгентелевизионная система на основе рентгеновских аппаратов и ПЗС-камер / Троицкий В.А., Белый Н.Г., Бухенский В.Н., Михайлов С.Р. // Сборник трудов конференции «Сварки и родственные технологии – настоящее и будущее». – 2013. С. 154.

658. Особливості діагностики технічного стану технологічних трубопровідних систем середнього діаметра низькочастотними ультразвуковими хвилями / Троїцький В.О., Бондаренко О.Г. // Доповіді семінару «Методи і засоби діагностики і контролю технічного стану трубопровідних систем». – 2013. С. 95-105.

659. Седьмая национальная конференция и выставка «Неразрушающий контроль и техническая диагностика 2012». Киев, 20-23 ноября 2012г. / Бондаренко А.И. // Территория NDT. – 2013. – № 1. – С. 30-33.

660. Разработки ИЭС им. Е.О. Патона в области контроля герметичности сварных соединений / Посипайко Ю.М. // Сборник тезисов Международной конференции «Сварка и родственные технологии – настоящее и будущее». – Киев ИЭС им. Е.О. Патона. – 2013. – С. 150.

661. Комплексный неразрушающий контроль сварных резервуаров большого объема / Троицкий В.А., Посипайко Ю.М. // Сборник тезисов Международной конференции «Сварка и родственные технологии – настоящее и будущее». – Киев: ИЭС им. Е.О. Патона. – 2013. – С. 153.

662. Магнитооптическая дефектоскопия приповерхностных слоев ферромагнитных изделий / Троицкий В.А., Посипайко Ю.М., Агалиди Ю.С., Левый С.В. // Сборник тезисов Международной конференции «Сварка и родственные технологии – настоящее и будущее». – Киев: ИЭС им. Е.О. Патона. – 2013. – С. 154.

663. Новые стандарты в области неразрушающего контроля сварных соединений / Посипайко Ю.М., Щупак С.А., Троицкая Н.В., Шекеро А.Л. // Сборник тезисов Международной конференции «Сварка и родственные технологии – настоящее и будущее». – Киев: ИЭС им. Е.О. Патона. – 2013. – С. 157.

664. Рухомий намагнічуючий пристрій для магнітної дефектоскопії / Троїцький В.О., Бондаренко О.Г., Самойлович В.В. // Патент України № 77027. – 2013. – Б. № 2.

2014

665. Подвижное локальное намагничивание металлоконструкций при магнитопорошковом контроле / Троицкий В.А. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2014. – № 1. – С. 16-23.

666. Рухомий намагнічуючий пристрій для дефектоскопії протяжних об'єктів / Троїцький В.О. // Патент на винахід № 105094 зареєстровано як винахід 10.04.2014. Дата публікації 27.01.2014. – Бюл. № 2.

667. Обследование трубчатых металлоконструкций элементов каркаса вытяжной трубы ЧАЭС / Троицкий В.А., Бородавко М.В., Дядин А.П., Давыдов Е.А., Карманов М.Н. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2014. – № 2. – С. 43-49.

668. Повышение эффективности телевизионной диагностики опасных и удаленных объектов / Троицкий В.А., Глуховский В.Ю. // Территория NDT. – 2014. – № 3. – С. 36-40.

669. Использование тепловизионной диагностики для контроля качества паяных соединений при производстве статорных обмоток мощных электростанций / Троицкий В.А., Глуховский В.Ю. // Территория NDT. – 2014. – № 3. – С. 40-43.

670. Неразрушающий контроль качества композитных материалов / Троицкий В.А., Карманов М.Н., Троицкая Н.В. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2014. – № 3. – С. 24-33.

671. Рухомий намагнічуючий пристрій / Троїцький В.О. // Патент на корисну модель № 92428 від 11.08.2014.

672. Проблемы стандартизации в области неразрушающего контроля и роль национальных обществ НК в этом процессе / Троїцький В.А., Щупак С.А., Посыпайко Ю.Н., Якубович Т.П. // Территория NDT. – 2014. – № 4. – С. 46-50.

673. Особливості створення систем оцінки геометричних параметрів дефектів методом тепловізійного контролю / Троїцький В.О., Глуховський В.Ю. // Методи та прилади контролю якості. – 2014. – № 2(33).

674. Опыт применения низкочастотного ультразвукового контроля для мониторинга состояния технологических трубопроводов / Троїцький В.А., Карманов М.Н., Горбик В.М. // Территория NDT. – 2015. – № 1. – С. 30-33.

675. Scanning magnetization Devices / Troitskiy V.A. // NDT Marketplan Product Guide ASNT doc. – 2014. – P. 2-3.

676. Флэш-радиография объектов АЭС на основе плоскопанельных детекторов / Троїцький В.А., Михайлов С.Р., Бухенский В.Н. // НК-информ. – 2014. – № 3(63). – С. 6-14.

677. Визначення геометричних параметрів дефектів тепловізійним методом контролю / Троїцький В.А., Глуховський В.Ю. // 7-а Міжнародна конференція. Івано-Франківськ. – 2014.

678. Flash-Radiography Instead of traditional Radiography with Intermediate Carriers of Information / Troitskiy V.A., Mihaylov S.R. // 11-th European Conference on NDT (EC-NDT) Oct. 6-10, Prague, Czech Republic. – 2014.

679. Настанова з технології зварювання і контролю якості зварних з'єднань при будівництві промислових трубопроводів. ДСТУ-НБА.3.1-26:2014 / Шевченко І.Я., Цечаль В.О. // ДСТУ-НБА.3.1-26:2014.

680. Настанова щодо виготовлення, монтажу та випробуванню технологічних трубопроводів, що працюють під тиском до 10 МПа. ДСТУ-НБА.3.1-27:2014 / Шевченко І.Я., Цечаль В.О. // ДСТУ-НБА.3.1-27:2014.

681. Посыпайко Ю.М., Манорик П.А., Шульженко О.В., Троїцький В.А., Кукла О.Л. Development of Optoelectronic Sensory Leak Detector. Розробка оптоелектронного сенсорного течешукача. Book of Abstracts 11th European Conference on Non-Destructive Testing, October 6-10, 2014, Prague, Czech Republic. – 2014. – С.180.

682. Development of Optoelectronic Sensory Leak Detector (Розробка оптоелектронного сенсорного течешукача) / Манорик П.А., Шульженко О.В., Троїцький В.А., Посыпайко Ю.М., Кукла О.Л. // Proceedings 11th European Conference on Non-Destructive Testing. – October 6-10, 2014. – Prague, Czech Republic. – 2014.

683. Проблемы стандартизации в области неразрушающего контроля и роль национальных обществ НК в этом процессе / Посыпайко Ю.М., Троїцький В.А., Щупак С.А., Якубович Т.П. // Территория NDT. – 2014. – № 4. – С. 46 – 48.

684. Патент України № 105825. Рухомий намагнічуючий пристрій для магнітної дефектоскопії / Троїцький В.О., Бондаренко О.Г., Самойлович В.В. – 2014. – Б. № 12.

2015

685. Опыт применения низкочастотного ультразвукового контроля для мониторинга состояния технологических трубопроводов / Троїцький В.А., Карманов М.Н., Горбик В.М. // Территория NDT. – 2015. – № 1. – С. 30-33.

686. Ukrainian Society for Non-Destructive Testing and Technical Diagnostics (US NDT) / Troitskiy V.A. // Journal of Japanese Society for Non-destructive Inspection (JSN-DI). – Feb. 2015. – Vol. 64. – N2. – P. 79-80.

687. Multidirectional Local Magnetization of Extended Metal Structures in Magnetic Particle Testing / Troitskiy V.A. // Journal of Japanese Society for Non-destructive Inspection (JSNDI). – Feb. 2015. – Vol. 64. – N 2. – P. 80-84.

688. New Technology for Magnetic Particle testing (MPT) / Troitskiy V.A. // Journal The NDT Technician ASNT. Tom Kervina. – 2015. – Vol. 14. – N 1. – P. 79-80.

689. Современные системы радиационного неразрушающего контроля / Троицкий В.А., Михайлов С.Р., Пастовенский Р.О., Шило Д.С. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2015. – № 1. – С. 23-35.

690. Рухомий намагнічуючий пристрій / Троїцький В.О. // Патент на винахід № 109218 зареєстровано в Державній реєстрації патентів 27.07.2015 р.

691. Перспективы развития радиационного контроля сварных соединений / Троицкий В.А., Михайлов С.Р., Пастовенский Р.О., Шило Д.С. // Методи та прилади контролю якості. – 2015. – № 1(34). – С. 5-13.

692. Devices for the Movable Local Multidirectional Magnetization of Metal Structures in Magnetic Particle Testing / Troitskiy V.A. // Journal Materials Evaluation. – June 2015. – Vol. 73. – N 6. – P. 675-683.

693. Разнонаправленное локальное намагничивание металлоконструкций при магнитопорошковом контроле / Троицкий В.А. // Территория NDT. – 2015. – № 3. – С. 56-61.

694. Евроинтеграция и состояние стандартизации в области неразрушающего контроля в Украине / Троицкий В.А., Посыпайко Ю.Н., Щупак С.А. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2015. – № 2. – С. 58-60.

695. Рухомий намагнічуючий пристрій / Троїцький В.О. // Патент на корисну модель № 95905, зареєстровано 12.01.2015, Бюл. № 1.

696. Новые возможности радиационного контроля качества сварных соединений / Троицкий В.А. // Автоматическая сварка. – 2015. – № 7. – С. 56-60.

697. Развитие радиационного контроля сварных соединений / Троицкий В.А. // Территория NDT. – 2015. – № 3. – С. 38-43.

698. Опыт применения ультразвукового контроля для мониторинга состояния технологических трубопроводов / Троицкий В.А., Карманов М.Н., Горбик В.М. // Территория NDT. – 2015. – № 1. – С. 44-26.

699. Неразрушающий контроль объектов повышенной опасности / Троицкий В.А., Карманов М.Н., Шевченко И.Я. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2015. – № 4. – С. 28-35.

700. Будущее неразрушающего контроля / Троицкий В.А., Карманов М.Н., Шевченко И.Я. // Охрана труда. – 2015. – № 12.

701. Українському товариству неруйнівного контролю та технічної діагностики 25 років / Троицкий В.А., Посыпайко Ю.М., Шекеро А.Л. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2015. – № 4. – С. 58-61.

702. Майбутнє неруйнівного контролю / Троїцький В.О., Карманов М.М., Шевченко І.Я. // Охрана праці. – 2015. – № 12.

703. Мониторинг состояния технологических трубопроводов. Первое оборудование по НЧ УЗК в Украине / Троицкий В.А., Горбик В.М., Лукашев Н.В. // Цільова комплексна програма НАНУ. Проблеми ресурсу і безпеки експлуатації конструкцій, споруд та машин. Розділ 2. – 2015. – 816 с.

704. Перспективы развития радиационного контроля сварных соединений / Троицкий В.А. // Методи та прилади контролю якості. Ів-Франків. університет нафти та газу. – 2015. – 1(34). – С. 5-13.

705. Новые возможности радиационного контроля сварных соединений / Троицкий В.А. // Автоматическая сварка. – 2015. – № 1. – С. 48-53.

706. Развитие радиационного контроля сварных соединений / Троицкий В.А., Посыпайко Ю.М., Шекеро А.Л. // Территория NDT. – 2015. – № 4. – С. 52-57.

707. Настанова щодо зварювання трубопроводів пари та гарячої води. ДСТУ-НБА.3.1-30:2015 / Печаль В.О., Шевченко І.Я. // ДСТУ-НБА.3.1-30:2015.

708. Настанова з монтажу сталевих вертикальних циліндричних резервуарів для зберігання нафти об'ємом від 100 до 50000 м³. ДСТУ НБА.3.1-31:2015 / Печаль В.О., Шевченко І.Я. // ДСТУ-НБА.3.1-31:2015.

709. 25-летний юбилей Украинского общества неразрушающего контроля и технической диагностики / Троицкий В.А., Карманов М.Н., Шевченко И.Я. // Территория NDT. – 2016.

710. Quick Industrial X-ray Testing without Intermediate Data carriers of Information / Troitskiy V.A. // ASNT Journal The NDT Technician. – 2016. – Vol. 15. – N 4.

711. Пристрій для рентгенотелевізійного контролю / Троїцький В.О., Карманов М.М., Михайлов С.Р., Пастовенський Р.О. // Патент № 111974. – Бюл. № 22 від 25.11.2016.

712. Низкочастотный УЗК технологических трубопроводов направленными волнами / Троицкий В.А., Карманов М.Н., Горбик В.М., Лукашев Н.В. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2016. – № 1. – С. 7-12.

713. Пристрій для магнітопорошкової візуалізації / Троїцький В.О., Карманов М.М., Михайлов С.Р., Пастовенський Р.О. // Патент № на корисну модель № 110623 від 16.03.2015 – Бюл. № 20, 2016.

714. Предложения по организации системы неразрушающего контроля и мониторинга на ПАО «Укрзалізниця» / Троицкий В.А. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2016. – № 3. – С. 61-62.

715. Неруйнівний контроль. Термінологія. Частина 1. Загальні терміни / Троїцький В.О., Посипайко Ю.М., Учанін В.М., Шекеро А.Л. // ДСТУ EN 1330-1:2008. – Київ ДП «УкрНДНЦ». – 2016.

716. Неруйнівний контроль. Термінологія. Частина 2. Загальні терміни стосовно методів неруйнівного контролю / Троїцький В.О., Посипайко Ю.М., Учанін В.М., Шекеро А.Л. // ДСТУ EN 1330-2:2008. – Київ ДП «УкрНДНЦ». – 2016.

717. Неруйнівний контроль. Термінологія. Частина 4. Терміни стосовно ультразвукового контролю (EN 1330-4:2000, IDT) / Троїцький В., Карпаш М., Козін О., Шекеро А. // ДСТУ EN 1330-4:2008. – Київ ДП «УкрНДНЦ». – 2016.

718. Неруйнівний контроль. Термінологія. Частина 5. Терміни стосовно вихрострумowego контролю (EN 1330-5:1998, IDT) / Троїцький В., Учанін В., Кириченко І., Черленевський В., Посипайко Ю. // ДСТУ EN 1330-5:2008. – Київ ДП «УкрНДНЦ». – 2016.

719. Основные направления работ ИЭС им.Е.О.Патона в совершенствовании неразрушающего контроля сварных соединений / Патон Б.Е., Троицкий В.А. // Збірник праць (матеріали конференції) 8-а Національна конференція UkrNDT-2016. – 2016. – С. 8-28.

720. Промышленный радиационный контроль без промежуточных носителей информации / Троицкий В.А. // Збірник праць (матеріали конференції) 8-а Національна конференція UkrNDT-2016. – 2016. – С. 29-39.

721. Новая высокоэффективная технология магнитопорошкового контроля на основе подвижных намагничивающих устройств / Патон Б.Е., Троицкий В.А. // Збірник праць (матеріали конференції) 8-а Національна конференція UkrNDT-2016. – 2016. – С. 40-47.

722. Система міжнародної та національної стандартизації в сфері неруйнівного контролю / Троїцький В.О., Щупак С.О., Посипайко Ю.М. // Збірник праць (матеріали конференції) 8-а Національна конференція UkrNDT-2016. – 2016. – С. 99-103.

723. X-ray mini технология контроля на основе твердотельных детекторов / Патон Б.Е., Троицкий В.А., Карманов М.Н., Михайлов С.Р., Шалаев В.А., Пастовенский Р.О. // Збірник праць (матеріали конференції) 8-а Національна конференція UkrNDT-2016. – 2016. – С. 275-284.

724. Українському товариству неруйнівного контролю та технічної діагностики – 25 років / Патон Б.Е., Троїцький В.О. // Збірник праць (матеріали конференції) 8-ої Національної конференції UkrNDT-2016. – 2016. – С. 378.

725. Устройство для рентгентелевизионного контроля / Троїцький В.О., Карманов М.М., Михайлов С.Р., Пастовенський Р.О. // Патент на корисну модель № 111974. –

держ.реєстр. від 25.11.2016.

726. Рухомий намагнічувальний пристрій (варіанти) / Троїцький В.О. // Патент на корисну модель № 111766 від 10.06.2016. – Бюл. № 11.

727. Пристрій для різнонаправленого намагнічування / Троїцький В.О. // Патент на корисну модель UA № 107450 U. – Бюл. 11 10.06.2016.

728. Пристрій для локального намагнічування металоконструкцій складної геометричної форми / Троїцький В.О. // Патент на корисну модель UA № 107724 U. Бюл. 12 24.06.2016.

729. Пристрій для магнітопорошкового контролю / Троїцький В.О. // Патент на корисну модель UA № 107449 U. – Бюл. 11 10.06.2016.

730. Highly-sensitive digital Fluoroscopy systems for non-destructive testing / Troitskiy V., Mikhailov S., Pastovensky R., Udovenko Y. // 19 th WCNDT-2016. Munich, Germany. – 2016.

731. Experience of tangential radiographic inspection application for nuclear power facilities / Troitskiy V., Karmanov M., Mikhailov S., Pastovensky R. // 19 th WCNDT-2016. Munich, Germany. – 2016.

732. Perspective of development of radiation testing of welded joints / Troitskiy V. // 19 th WCNDT-2016. Munich, Germany. – 2016.

733. Scanning magnetization-devices / Troitskiy V. // 19 th WCNDT-2016. Munich, Germany. – 2016.

734. Improvement of Quality of NDT personnel training Opinion of Ukrainian Society for NDT / Troitskiy V., Shekero A., Shcupak S. // 19 th WCNDT-2016. Munich, Germany. – 2016.

735. Quick Industrial X-ray Testing Without Intermediate Data Carriers of Information NDT / Troitskiy V. // ASNT, США. – The NDT Technician. – 2016. – P. 1-8.

736. Рухомий намагнічувальний пристрій для протяжних конструкцій / Троїцький В.О. // Патент на винахід № 111283 від 10.09.2016.

737. Внедрение в Украине международных стандартов в области неразрушающего контроля / Посипайко Ю.М., Щупак С.А. // Сб. тезисов 76 Межд. науч.-практ. конф. «Проблемы и перспективы развития железнодорожного транспорта». Днепропетровск. – 2016. – С. 373-374.

738. Розробка методики з капілярного контролю для Львівського вагонного депо / Посипайко Ю.М., Щупак С.А. // Сб. тезисов 76 Межд. науч.-практ. конф. «Проблемы и перспективы развития желез-нодорожного транспорта». Днепропетровск. – 2016. – С. 385 – 386.

739. Технічний звіт (експертний висновок про технічний стан резервуара РВС-200, встановленого на УАС «Академік Вернадський» на острові Галіндез в архіпелазі Аргентинських островів / Посипайко Ю.М., Жук Г.В., Барвінко А.Ю. // Технічний звіт по темі №01914 Національного антарктичного наукового центру та ДКТБ ІЕЗ ім. Є.О. Патона. – Київ. – 2016. – 59 с.

740. Дефектоскопія в Антарктиці: технічне діагностування резервуара РВС-200 на Українській антарктичній станції «Академік Вернадський» / Посипайко Ю.М. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2016. – № 4. – С. 46-51.

741. 19-а Всесвітня конференція з неруйнівного контролю / Посипайко Ю.М. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2016. – № 4. – С. 62-63.

2017

742. Спосіб РТК зварних з'єднань / Троїцький В.О., Карманов М.М., Михайлов С.Р., Пастовенський Р.О. // Патент на корисну модель № 113257. – Опубл. 25.01.2017.

743. Спосіб рентгентелевізійного контролю зварних з'єднань / Троїцький В.О. // Патент на корисну модель № 113257. – держ.реєстр. від 25.01.2017.

744. Радиационный контроль на основе твердотельных миниатюрных детекторов / Троїцький В.А. // Территория NDT. – 2017. – № 1.

745. X-ray mini технология контроля на основе твердотельных плоскопанельных детекторов / Троицкий В.А., Михайлов С.Р., Пастовенский Р.О. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2017. – № 1. – С. 25-29.

746. Прогрессивные технологии неразрушающего контроля детекторов / Троицкий В.А., Карманов М.Н. // Институт ИПФ НАН Беларуси. ж. Неразрушающий контроль и диагностика. – 2017. – № 1. – С. 5-20.

747. Моделирование рентгеновских изображений цифровой рентгенотелевизионной системы на основе сцинтилляционного экрана и ПЗС-матрицы детекторов / Троицкий В.А., Михайлов С.Р., Шило Д.С. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2017. – № 2. – С. 17-20.

748. Звіт правління УТ НКТД з 2013 по 2016 рр. детекторов / Троицкий В.О., Шекеро А.Л. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2017. – № 2. – С. 63-65.

749. Эффективность технологии неразрушающего контроля / Троицкий В.А. // Методи та прилади контролю якості. – Івано-Франківськ. – 2017. – № 1(38). – С. 5-15.

750. Современные достижения в радиационном контроле / Троицкий В.А., Михайлов С.Р., Пастовенский Р.О. // Автоматическая сварка. – 2017. – № 8. – С. 61-64.

751. Поддержание технического состояния подземных магистральных трубопроводов / Троицкий В.А. // Территория NDT. – 2017. – № 3. – С. 50-57.

752. Совершенствование разметки магистральных трубопроводов воспроизводимой на дефектограммах внутритрубных дефектоскопов / Троицкий В.А. // Монтажные и специальные работы в строительстве. – 2017. – № 9. – С. 2-11.

753. Мониторинг технического состояния магистральных трубопроводов / Троицкий В.А. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2017. – № 3 – С. 29-39.

754. Сравнение различных систем намагничивающих устройств с постоянными магнитами для магнитопорошкового метода контроля / Троицкий В.А., Горбик В.М., Бородай О.С. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2017. – № 4 – С. 32-41.

755. Повышение надежности подземных магистральных трубопроводов / Троицкий В.А. // Методи та прилади контролю якості. Ів-Франків. університет нафти та газу. – 2017. – № 2.

756. Способ разметки магистрального трубопровода / Троицкий В.А. // Патент на изобретение № 2647284. Приоритет от 9 января 2017 Госреестр России 15.04.2018. Срок действия исключительного права до 9 января 2037 г.

757. Атестація фахівців з неруйнівного контролю на Хмельницькій АЕСНК / Щупак С.О. // інформ. – 2017. – № 1. – С. 28-29.

758. Особенности строительства и эксплуатации резервуара RVS-200 для хранения дизельного топлива в Антарктиде на станции «Академик Вернадский» / Жук Г.В., Посипайко Ю.М., Мороз І.В., Барвінко А.Ю., Барвінко Ю.П. // Автоматическая сварка. – 2017. – № 2. – С. 36-40.

759. Peculiarities of Construction and Service of Tank RVS-200 for Storage of Diesel fuel in Antarctica at the Station “Akademik Vernadsky” / Жук Г.В., Посипайко Ю.М., Мороз І.В., Барвінко А.Ю., Барвінко Ю.П. // The Paton Welding Journal. – 2017. – № 2. – С. 33-37.

760. Резервуары в Антарктике: строительство и диагностирование / Посипайко Ю.М. // Сварщик. – 2017. – № 4. – С. 44-49.

761. Резервуари в Антарктиці: експлуатація та діагностування / Мороз І.В., Посипайко Ю.М. // Збірник тез 8-ї Міжнародної антарктичної конференції. – Київ. – 2017. – С. 188-189.

762. Новости Украинского общества неразрушающего контроля и технической диагностики / Посипайко Ю.М. // В мире НК. – 2017. – № 2. – С. 26-27

763. Совершенствование эксплуатации подземных магистральных трубопроводов / Троицкий В.А. // Научни известия на НТСМ. – Болгария. – NDTdays 2017. – Number 1(216). – June 2017.

2018

764. Контроль капілярний. Частина 4. Устаткування (EN ISO 3452-4: 1998, NDT) ДСТУ EN ISO 3452-4: 2008 Стандарт України / Троїцький В., Посипайко Ю., Молочкова Л. // ДП «УкрНДНЦ». – 2018.

765. Особливості створення систем оцінки геометричних параметрів дефектів методом тепловізійного контролю / Троїцький В., Глуховський В. // Методи та прилади контролю якості. Ів-Франків. університет нафти та газу. – 2018. – № 1. – С. 5-14.

766. Рентген-телевізійний контроль на службі АТО / Троїцький В.А., Молодан Н., Онащенко Б.А. // НК-інформ. – 2018. – № 1. – С. 28-32.

767. Штрих-код для маркування труб трубних магістралей та об'єктів, що знаходяться у важкодоступних місцях / Троїцький В.О. // Патент на винахід по заявці № а201702620 від 21.03.2017. – Патент № 117309. – Держ. реєстр. Від 10.07.2018.

768. Как повысить безопасность газовых магистралей / Троїцький В.А., Глуховський В.Ю. // Охорона праці. – 2018. – № 4. – С. 50-56. – Додаток журналу.

769. Визуально-измерительный контроль протяженных металлоконструкций на основе подвижных магнитных систем / Троїцький В.А. // Методи та прилади контролю якості. – 2018. – № 1. – С. 5-14.

770. Digital radiographic systems for NDT of Welding joints / Троїцький В.А. // Труды 12-й конференции ECNDT Gothenburg. – 2018. – June 11-15.

771. Объективный и производительный визуальный контроль протяженных металлоконструкций / Троїцький В.А. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2018. – № 2. – С. 37-43.

772. Спосіб маркування магістрального трубопроводу / Троїцький В.О. // Патент на винахід UA 117155 C2. – № заявки а201607253. – Бюл. № 12 від 25.06.2018 про видачу патенту.

773. Спосіб розмітки магістрального трубопроводу / Троїцький В.О. // Патент на винахід № 117193. – Зареєстровано 25.06.2018.

774. News in maintenance of technical state of the main pipelines / Wiadomosci z zakresu utrzymania stanu technicznego rurociągów głównych / Троїцький В.А. // Badania Nieniszczące i Diagnostyka. – Польша. – 2018. – № 2.

775. Industrial X-ray testing without intermediate data carriers of information / Przemysłowe badanie rentgenowckie bez posradnich nosnikow informacji / Троїцький В.А. // Badania Nieniszczące i Diagnostyka. – Польша. – 2018. – № 2.

776. Визуально-измерительный контроль протяженных металлоконструкций на основе подвижных магнитных систем / Троїцький В.А. // Монтажные и строительные работы в строительстве. – 2018. – № 4. – С. 2-8.

777. Штрих-код для маркировки труб магистральных трубопроводов и объектов, располагаемых в труднодоступных местах / Троїцький В.А. // Патент по заявке № 2017115146/06 (Россия).

СОДЕРЖАНИЕ

<u>Проф. В.А. Троицкий Основные направления работ ИЭС им. Е.О.ПАТОНА по развитию технологий неразрушающего контроля</u>	5
<u>Проф. В.А. Троицкий, Р.О. Пастовенский Радиационный контроль на основе твердотельных миниатюрных детекторов</u>	48
<u>И. Молодан Рентгентелевизионный контроль на службе АТО</u>	56
<u>Проф. В.А. Троицкий, В.М. Горбик, О.С. Бородай Сравнение намагничивающих устройств на постоянных магнитах для магнитопорошкового контроля</u>	69
<u>Проф. В.А.Троицкий, М.Л.Казакевич Новая технология контроля, ремонта и защиты теплообменных трубок</u>	84
<u>Проф. В.А.Троицкий, В.Ю. Глуховский Использование тепловизионной диагностики для контроля качества паяных соединений при производстве статорных обмоток мощных электродвигателей</u>	92
<u>В.Ю. Глуховский, Б.О. Онащенко Особенности создания натуральных образцов для подготовки специалистов теплового контроля</u>	100
<u>Проф. В.А. Троицкий, В.Ю. Глуховский Использование теплового неразрушающего контроля для выявления дефектов в трубопроводах, работающих под высоким давлением и температурой</u>	105
<u>Проф. В.А.Троицкий, А.Шекеро, к.т.н Е.Давыдов, проф. М.Миховски, Ал.Алексиев Технология оценки размеров несплошностей в сварных соединениях с применением дифрагированных волн</u>	112
<u>Ю.Н. Посыпайко Техническая диагностика резервуара в Антарктике</u>	125
<u>Проф. В.А. Троицкий Повышение надежности подземных магистральных газопроводов</u>	132
<u>УКАЗАТЕЛЬ ПЕЧАТНЫХ РАБОТ сотрудников отдела «Неразрушающие методы контроля металлоконструкций»</u>	146



Издатель:

Украинское общество неразрушающего контроля и технической диагностики

Адрес редакции: 03150, Киев, ул. К.Малевица, 11

Тел. : +380 44 2004666; факс: 380 44 2053166

e-mail: usndt@ukr.net, ndt@paton.kiev.ua; web: www.usndt.com.ua

Главный редактор: проф. В.А. Троицкий

Дизайнер: О.С.Бородай

Технический редактор: Л.В. Мартынова

Электронный набор и верстка выполнены в редакции.

© УО НКТД

Publisher: Ukrainian Society for Non-Destructive Testing (USNDT)

Address: Malevicha 11, Kyiv, 03150, Ukraine

Tel.: +380 44 2004666, Fax: +380 44 2053166

e-mail: usndt@ukr.net, ndt@paton.kiev.ua; web: www.usndt.com.ua