



2021
**ГОД НАУКИ
И ТЕХНОЛОГИЙ**



**НК
2021**

Москва

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

VIII отраслевого совещания
«Состояние и основные направления
развития неразрушающего контроля
качества сварных соединений
объектов ПАО «Газпром»»

29–30 ноября 2021

ООО «Газпром ВНИИГАЗ»

ОНЛАЙН



Публичное акционерное общество «Газпром»
Общество с ограниченной ответственностью
«Газпром ВНИИГАЗ»

VIII отраслевое совещание

**СОСТОЯНИЕ И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ
НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ
СОЕДИНЕНИЙ ОБЪЕКТОВ ПАО «ГАЗПРОМ»**

29–30 ноября 2021 г.

Тезисы докладов

Состояние и основные направления развития неразрушающего контроля качества сварных соединений объектов ПАО «Газпром»: тезисы докладов. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2021. – 33 с.

Настоящий сборник составлен по материалам VIII отраслевого совещания «Состояние и основные направления развития неразрушающего контроля качества сварных соединений объектов ПАО «Газпром», проведенного в онлайн формате на базе ООО «Газпром ВНИИГАЗ» 29–30 ноября 2021 г.

Структура сборника соответствует программе совещания.

Техническая политика ПАО «Газпром» в области неразрушающего контроля качества сварных соединений

*Е.М. Вышемирский
(ПАО «Газпром»)*

В докладе рассмотрено состояние и основные направления развития неразрушающего контроля качества сварных соединений (НKKCC) на объектах ПАО «Газпром», отмечено высокое значение НKKCC при строительстве, эксплуатации и ремонте объектов магистральных газопроводов.

В докладе показаны изменения в структуре организации и взаимодействия в сварочном производстве ПАО «Газпром», направленные на его укрепление.

Отмечены:

- роль программы развития сварочного производства ПАО «Газпром» и основные направления ее развития на 2021–2023 гг.;
- важность создания в ООО «Газпром ВНИИГАЗ» Корпоративного центра сварки и контроля сварных соединений, а также лабораторного комплекса исследований и испытаний сварных соединений и технологий сварочного производства;
- важность завершения разработки и ввода в 2022 г. основополагающих нормативных документов по сварочному производству;
- необходимость обеспечения выполнения программы по оснащению дочерних обществ ПАО «Газпром» отечественными средствами НKKCC, внедрения средств цифровой радиографии и механизированного и автоматизированного контроля сварных соединений;
- существенные изменения в области аттестации специалистов и лабораторий неразрушающего контроля в результате «регуляторной гильотины»;
- необходимость тесного взаимодействия подразделений главного сварщика, созданных в администрации Единого заказчика (ООО «Газпром инвест») и Единого подрядчика (АО «Газстройпром»), выполнения экспертизы проектов и их сопровождения.

Показаны изменения технических параметров газопроводов, труб и соединительных деталей трубопроводов за последние годы и вызванная этим необходимость применения при строительстве магистральных газопроводов новых технологий сварки в узкую перетачиваемую разделку кро-

мок и соответственно новых технологий неразрушающего контроля сварных соединений, в том числе на трубопроводах с применением высокопрочных плакированных труб.

Отмечена необходимость дальнейшего повышения качества сварных соединений объектов ПАО «Газпром», достоверности результатов НККСС с одновременным обеспечением требуемой производительности сварочно-монтажных работ и темпов строительства, реконструкции и капитального ремонта объектов магистральных газопроводов ПАО «Газпром».

Показаны новые технологии сварки соединений труб, труб с СДТ и ТПА, технологий ремонта дефектов труб и сварных соединений для применения при строительстве, реконструкции и капитальном ремонте объектов магистральных газопроводов ПАО «Газпром».

Доведена информация и итоги результатов оценки соответствия (сертификации, квалификации) средств НККСС.

Показано состояние средств НККСС в части импортозамещения.

Также отмечены другие направления реализации технической политики в области сварочного производства, в частности новых, таких как научно-техническое и технологическое сопровождение объектов при их строительстве, проведение исследований, испытаний и разработки нормативных документов по сварке и неразрушающему контролю для новых инвестиционных проектов.

Отмечена актуальность и своевременность проведения настоящего совещания, его высокая значимость для дальнейшего развития НККСС объектов ПАО «Газпром». Обозначены основные задачи и направления развития НККСС на ближайшие два года.

Анализ организации и выполнения работ по неразрушающему контролю сварных соединений при строительстве и капитальном ремонте объектов ПАО «Газпром»

*Н.С. Воронкова, Е.В. Владинов
(ООО «Газпром газнадзор»)*

В докладе представлены результаты корпоративного контроля лабораторий НК на объектах строительства, реконструкции и капитального ремонта ПАО «Газпром», распределение выявленных нарушений по территориальной ответственности дочерних обществ, осуществляющих ведение СК заказчика на объектах строительства, реконструкции и капитального ремонта ПАО «Газпром», распределение выявленных нарушений по организациям (ЛНК), классификация выявленных нарушений (примеры наиболее грубых несоответствий).

Приведены основные нарушения, допускаемые производителями работ при производстве работ по неразрушающему контролю сварных соединений в разрезе объектов строительства и капитального ремонта, по классификации нарушений и степени их тяжести.

Представлен анализ исполнения требований разделов и документов в целом, отступления от которых систематически допускаются организациями, осуществляющими неразрушающий контроль на объектах строительства, реконструкции и капитального ремонта ПАО «Газпром».

Обозначены проблемные вопросы и даны предложения по усилению контроля участниками строительства и капитального ремонта объектов ПАО «Газпром» за непосредственным проведением сварочно-монтажных работ и последующим неразрушающим контролем сварных соединений.

Научно-техническое и технологическое сопровождение инвестиционных проектов ПАО «Газпром» по неразрушающему контролю качества сварных соединений

*С.П. Севостьянов, Ю.А. Соловьёв, Е.О. Стеклова
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)*

В сварочном производстве одним из основных направлений является неразрушающий контроль качества сварных соединений. Технические характеристики средств неразрушающего контроля и методики контроля должны обеспечивать возрастающие требования к сварке при строительстве и эксплуатации объектов добычи, транспорта и хранения газа, его переработки и распределения. Развитие технологий сварки, применяемых при строительстве объектов, в особенности протяженных линейных сооружений, направлено на повышение производительности работ, сокращение доли ручного труда, повышение механизации и автоматизации процессов. Современный технический и технологический уровень в области сварочного производства обеспечивается высокопроизводительными технологиями сварки и постоянно совершенствующимся сварочным оборудованием. Разработки методик и средств неразрушающего контроля сварных соединений направлены на обеспечение как высоких темпов строительства, так и получение достоверной информации о качестве сварных соединений. Внедрение высокопроизводительных технологий сварки в специальные (узкие) разделки также формирует комплекс требований к средствам неразрушающего контроля, которые должны обеспечивать необходимую производительность контроля и выявляемость несплошностей в сварных соединениях, характерных при сварке в специальные разделки, а также разработку норм дефектов с учетом получаемых свойств сварных соединений. Практическое применение новых технологий сварки и неразрушающего контроля качества сварных соединений требует постоянного сопровождения этапов проектирования, строительства и ремонта разработчиками документов системы стандартизации и технологических документов в области неразрушающего контроля.

Научно-техническое сопровождение инвестиционных проектов ПАО «Газпром» по неразрушающему контролю качества сварных соединений прежде всего направлено на работу научно-методического, экспертного и аналитического характера и на обеспечение качества сварных соединений при строительстве в целях безотказной работы при последующей эксплуата-

ции объектов. Научно-техническое сопровождение инвестиционных проектов выполняется непосредственно с организациями – участниками процессов проектирования, строительства и ремонта.

В докладе приведены основные этапы научно-технического сопровождения инвестиционных проектов ПАО «Газпром», на примерах показаны процессы решения возникающих проблем, результаты выполняемых работ по экспертизе и согласованию технологических документов, оформлению квалификационных испытаний методик неразрушающего контроля качества сварных соединений.

Методология оценки качества сварных соединений. Обзор выполненных работ и направления развития

*В.М. Силкин, Е.Н. Овсянников, Ю.А. Соловьёв
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»),
Е.М. Вышемирский, Т.В. Артёменко
(ПАО «Газпром»)*

Рассмотрен опыт применения и направления развития расчетных моделей и алгоритмов в составе комплексной системы обеспечения работоспособности сварных соединений применительно к различным конструктивным элементам, технологическим процессам, этапам жизненного цикла технологических объектов.

Обсуждены дополнения и уточнения к алгоритмам и расчетным моделям, разработанные в период после введения в действие СТО Газпром 2-2.4-715-2013 «Методика оценки работоспособности кольцевых сварных соединений магистральных газопроводов». Предложения сформулированы с учетом опыта применения общей методологии и конкретных положений нормативных документов для оценки качества сварных соединений в типовом и экспертном вариантах.

Обсуждены особенности и новые возможности оценки прочности сварных соединений применительно к нескольким тематическим направлениям. Первое направление связано с обоснованием норм оценки качества при строительстве сухопутных магистральных газопроводов и морских трубопроводов различного технологического назначения и конструктивного исполнения. Дополнительные методические решения разработаны в части более точного учета параметров напряженно-деформированного состояния в зоне сварного соединения, оптимизации состава исходных данных, а также учета влияния внешнего многослойного изолирующего и защитного покрытий. Одно из практических приложений связано с расчетным обоснованием прочности сварных соединений при совмещении испытаний участков газопроводов различного конструктивного исполнения. Еще одна подзадача в составе тематического направления предусматривает корректировку существующих методических решений с целью расширения области их применения на трубопроводы малых диаметров.

Второе рассмотренное тематическое направление связано с экспертной оценкой работоспособности сварных соединений на технологических объектах с выявленными дефектами и повреждениями, не удовлетворяющими требованиям нормативных документов, или имеющих признаки отклонения от проектного состояния, с учетом фактического исполнения.

Третья востребованная область применения связана с обоснованием норм оценки качества и оценкой работоспособности сварных соединений, выполненных в составе элементов оборудования, трубных узлов и других изделий технологического назначения с учетом совокупности прогнозируемых нагрузок и воздействий, состава и порядка применения средств неразрушающего контроля.

Приведены примеры, иллюстрирующие результаты расчетных и экспериментальных исследований применительно к сварным соединениям различного назначения и конструктивного исполнения.

**Система аттестации специалистов и лабораторий
неразрушающего контроля на опасных производственных
объектах в независимом органе СНК ОПО РОНКТД
с 01.01.2022 г.**

Д.И. Галкин
(ЗАО «НИИИН МНПО «Спектр»)

Аттестация персонала неразрушающего контроля (НК) – процедура оценки компетентности, проводимая независимыми организациями, применяемая с целью ограничения допуска к выполнению работ по НК специалистов, не обладающих достаточной квалификацией.

Традиционно деятельность по формированию системы аттестации осуществлялась АО «НТЦ «Промышленная безопасность» в рамках единой системы оценки соответствия. В 2021 г. произошли существенные изменения в системе сертификации специалистов НК, обусловленные «регуляторной гильотиной» и отменой действовавших до 2021 г. правил аттестации.

В соответствии с ФНП по НК лаборатории и работники, выполняющие НК технических устройств, зданий и сооружений на опасных производственных объектах (ОПО) при осуществлении деятельности, должны подтвердить компетентность по установленной области НК в независимых органах по аттестации системы НК, сформированной в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 28.03.2001 № 241 (далее – Постановление). Однако действующее законодательство Российской Федерации в области промышленной безопасности не устанавливает обязательные требования к созданию и функционированию системы НК, сформированной в соответствии с Постановлением.

Таким образом, в настоящее время законодательство предоставляет возможность организациям, осуществляющим деятельность на ОПО, самостоятельно выбрать систему НК, в рамках которой будет проводиться процедура независимой оценки компетентности его специалистов и лаборатории.

С целью обеспечения реализации требований ФНП по НК в части необходимости подтверждения компетентности специалистов и лабораторий НК по установленной области НК в независимых органах по аттестации и в связи с отсутствием обязательных требований к созданию и функционированию системы НК, сформированной в соответствии с Постановлением, для стабилизации ситуации, связанной с нормативно-правовым вакуумом в регулировании деятельности по проведению НК на ОПО, до

завершения формирования системы нормативных и рекомендательных требований по вопросам неразрушающего контроля общероссийской общественной организацией «Российское общество по неразрушающему контролю и технической диагностике» принято решение о создании системы неразрушающего контроля (СНК ОПО РОНКТД).

Руководящим органом, осуществляющим координацию деятельности участников СНК ОПО РОНКТД, является Координирующий орган. При разработке документов Координирующим органом были поставлены следующие задачи, решение которых должна обеспечивать СНК ОПО РОНКТД:

- предоставить партнерам инструмент для объективной оценки компетентности лабораторий и специалистов НК;
- использовать компетенции и инфраструктуру, сформированные при организации процесса аттестации и сертификации в рамках крупных профессиональных сообществ: Национального агентства контроля и сварки и Российского общества по неразрушающему контролю и технической диагностике;
- обеспечить возможность оперативного получения информации об аттестациях специалиста в режиме реального времени (реестр СНК ОПО);
- минимизировать риски недобросовестного поведения участников системы при оказании услуг за счет мониторинга их деятельности в системе ЭДО;
- сформировать единый подход при проведении оценки компетентности вне зависимости от АЦ за счет методического обеспечения деятельности СНК ОПО: единые сборники экзаменационных вопросов, требования к экзаменационным образцам, детально проработанные критерии оценки практического экзамена.

В результате были разработаны стандарты и правила СНК ОПО РОНКТД, применение которых обеспечивает решение поставленных задач. В настоящее время в СНК ОПО РОНКТД признаны 37 аттестационных центров, осуществляющих деятельность по аттестации специалистов и лабораторий. В период с апреля по сентябрь в рамках СНК ОПО РОНКТД проведено более 1,5 тыс. аттестаций.

Некоторые аспекты контроля качества сварных соединений трубопроводов малых диаметров, выполненных контактной сваркой оплавлением

*М.В. Григорьев
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)*

В докладе представлены результаты выполненных работ по созданию и практическому использованию системы неразрушающего контроля (НК) качества сварных соединений трубопроводов, выполненных контактной сваркой оплавлением (КСО), ее особенности применительно к трубам малого диаметра (от 57 до 325 мм).

Приведено описание нормативно-технологической базы предложенной системы НК сварных швов КСО, в частности, характеристик дефектов, их особенностей для трубопроводов малых диаметров; основных методических положений процедуры контроля; критериев оценки качества сварного соединения по результатам контроля. Рассмотрены принципиальные решения реализации предложенной технологии контроля для трубопроводов малого диаметра, средства, позволяющие автоматизировать процесс контроля.

Полученные практические данные подтвердили результаты выполненного научно-технического обоснования технологической базы и показали эффективность предложенной системы НК качества сварных соединений трубопроводов, выполненных КСО.

Опыт применения контроля технологических параметров процесса сварки как неразрушающего физического метода оценки качества КСО

*В.И. Хоменко (Российский союз нефтегазостроителей),
М.Ф. Эдель (ГКНПЦ им. М.В. Хруничева),
А.Н. Виноградов (ООО «НГС Трубопроводстрой»)*

В настоящее время контактная стыковая сварка оплавлением является наиболее востребованным отечественным технологическим процессом, обеспечивающим высокую производительность, низкую стоимость и гарантированную надежность сварных соединений как при строительстве новых, так и капитальном ремонте действующих магистральных и промысловых трубопроводов.

В докладе рассмотрены особенности получения сварных соединений, выполненных автоматической контактной стыковой сваркой оплавлением магистральных и промысловых трубопроводов, виды возможных дефектов и особенности их расположения в шве, а также проблемы существующих физических методов неразрушающего контроля, возникающие при оценке их качества. Представлены результаты многолетнего опыта применения контроля технологических параметров процесса сварки и его современного приборного обеспечения, основанного на цифровых технологиях, которые позволяют выдавать паспорт на каждый сваренный стык сразу же после его сварки с оценкой качества как на бумажных, так и электронных носителях, в отличие от других физических методов неразрушающего контроля качества сварных соединений. В работе дано теоретическое обоснование правомерности такого подхода в оценке качества и полное его соответствие требованиям международной и российской системы менеджмента качества ИСО 900Р, рассмотрена перспектива дальнейшего его развития. Показано, что контроль технологических параметров, основанный на критериальном подходе в оценке качества сварных соединений в сочетании с автоматизированным ультразвуковым методом неразрушающего контроля качества, позволяют существенно повысить достоверность полученных результатов, снизить стоимость выполнения сварочно-монтажных и контрольных операций по оценке качества сварных соединений и полностью обеспечить надежную и гарантированную эксплуатацию таких трубопроводов.

Комплексный анализ данных различных методов неразрушающего контроля сварных швов магистральных газопроводов

*Н.П. Алёшин, Н.В. Крысько, А.Г. Кусый
(ФГАУ «НУЦСК при МГТУ им. Н.Э. Баумана»),
С.В. Скрынников (ПАО «Газпром»)*

В докладе представлены сведения об объемах и методах неразрушающего контроля сварных соединений магистральных газопроводов, а также отмечены преимущества и недостатки данных методов неразрушающего контроля по отдельности.

Приведены технологические особенности и характеристики оборудования, позволяющего реализовывать данные методы неразрушающего контроля в автоматизированном режиме. Представлены особенности и форматы цифровых данных, получаемых по результатам неразрушающего контроля сварных швов магистральных газопроводов.

Также в докладе представлены существующие подходы к анализу данных, такие как обработка изображений, извлечение идентификационных признаков из табличных данных и кластеризация. Показана возможность применения данных подходов для оценки качества сварных соединений газопроводов, которые подразумевают не отдельный, а совместный комплексный анализ данных всех проведенных методов неразрушающего контроля, применение которого позволит существенно увеличить вероятность выявления дефектов сварных швов, а также уменьшить вероятность отбраковки ложных индикаций.

Приведен пример комбинирования данных неразрушающего контроля для выявления и идентификации различного типа дефектов сварных швов.

Практическая проверка преимущества неразрушающего контроля сварных соединений газопроводов с выполнением совместного анализа данных радиографического и ультразвукового методов

*В.В. Атрощенко, М.П. Савичев, Р.Е. Артемьев
(Уфимский государственный авиационный
технический университет)*

В докладе представлена разрабатываемая методика совместного анализа результатов данных радиографического и ультразвукового методов неразрушающего контроля (НК) с использованием оборудования, включенного в реестр ПАО «Газпром»: цифровой радиографии «Цифракон» и механизированного ультразвукового томографа «А1550 Introvisor».

Приведены преимущества совместного рассмотрения результатов контроля, полученных в цифровом виде с применением современных методов НК. Показаны возможности и ограничения этих методов.

Решаются задачи:

- экспортирования результатов цифровой радиографии и результатов механизированного УЗК (МУЗК) с привязкой к координате с указанием протяженности, глубины залегания дефекта;
- совместной разбраковки экспортированных результатов с уточнением типа дефекта, глубины залегания, его протяженности. Нормы, по которым дается оценка качества, уточняются с учетом возможностей методов НК. Предполагается, что преимущество в отбраковке имеет метод, который в данном случае наиболее информативен и точен. Такой подход позволяет снизить перебраковку, избавиться от «ложных» дефектов и дает возможность более точно определить характер, вид дефекта, а также оценить степень его опасности;
- автоматического построения совместной дефектограммы и протоколов результатов НК;
- экспериментальной проверки методики на контрольных сварных соединениях с применением в качестве арбитражного метода механического вскрытия дефектных мест с изготовлением макрошлифов.

Исследования технической возможности применения прибора AIS-3000HD для безобразцовых механических испытаний металла сварных соединений при оценке их работоспособности

*Т.Н. Белослудцев, А.Ю. Котоломов
(ООО «Газпром трансгаз Чайковский»),
С.Ю. Настич, В.А. Лопаткин (ООО «Газпром ВНИИГАЗ»),
А.Е. Куранов, О.Б. Яременко (ООО «Оптон Инжиниринг»)*

В докладе приведен опыт проведения безобразцовых испытаний кольцевых сварных соединений и основного металла труб большого диаметра классов прочности K52, K55 и K60 при определении механических свойств методами инструментального индентирования с применением прибора AIS-3000HD.

Показана принципиальная возможность применения методик инструментального индентирования взамен стандартизованных механических испытаний для применения получаемых механических свойств (в том числе трещиностойкости) при оценке работоспособности сварных соединений, находящихся в эксплуатации.

Показаны результаты исследований образцов по изменению механических свойств металлов под воздействием эксплуатационных факторов (давление, температура и т.п.), в том числе агрессивного воздействия транспортируемого продукта, относительно характеристик, приведенных в сертификатах и измерениях на образцах, не подвергавшихся указанным воздействиям.

Комплексы цифровой радиографии ТРАНСКАН и ЦИФРАКОН, опыт внедрения систем цифровой радиографии на объектах ПАО «Газпром»

*Е.Л. Фёдоров, А.Ю. Кострюков, Л.Е. Беньямина
(ООО «Центр Цифра»)*

В докладе представлен опыт внедрения автоматизированного цифрового рентгеновского комплекса ТРАНСКАН, предназначенного для РНК сварных соединений труб магистральных газопроводов номинальными диаметрами от DN20 до DN1400 с радиационной толщиной в направлении просвечивания до 85 мм для панорамной и фронтальной схем просвечивания, а также беспроводного комплекса цифровой радиографии ЦИФРАКОН, предназначенного для контроля сварных соединений труб малого диаметра на объектах строительства и эксплуатации ПАО «Газпром» в 2020 г. в рамках реализации Программы по оснащению дочерних обществ ПАО «Газпром» отечественными средствами неразрушающего контроля качества сварных соединений для выполнения работ по неразрушающему контролю качества сварных соединений при ремонтно-восстановительных и диагностических работах.

В ходе работ подтверждены характеристики, заявляемые производителем. В ряде случаев использование цифровой радиографии оказывается единственным способом, обеспечивающим требуемое качество контроля в заданные сроки. Соответствующие примеры приведены в докладе.

Кроме того, в процессе эксплуатации выявлены и устранены незначительные недоработки, от пользователей получена обратная связь, на основе которой сформулированы технические задания на разработку новых функций аппаратной и программной частей комплексов.

В числе уже законченных проектов – цифровая маркировка радиографических изображений и комплект для проведения цифровой радиографии на подводных переходах. В докладе подробно рассматриваются данные разработки.

Развитие цифровых технологий при проведении работ по неразрушающему контролю качества сварных соединений на объектах строительства ПАО «Газпром»

*Д.В. Николаев, Н.С. Лапшин, Д.Ю. Серяков, А.С. Белозерцев
(АО «Газстройпром»)*

В докладе представлена информация о поэтапном оснащении подрядных организаций комплексами цифровой радиографии, системами механизированного ультразвукового контроля, а также об их применении при производстве работ по неразрушающему контролю качества сварных соединений.

Перечислены преимущества систем цифровой радиографии по сравнению с традиционными средствами радиационного контроля. Содержится информация об оснащенности подрядных организаций данными системами.

Описаны итоги развития направления по синхронизации результатов неразрушающего контроля различными физическими методами для создания цифрового образа сварного соединения. Приводятся сведения по созданию единого портала хода строительства объектов, позволяющего оперативно и удаленно получать данные о качестве выполнения сварочно-монтажных работ на объекте в онлайн режиме.

Мобильные системы цифровой радиографии. Требования к оборудованию и практика применения

*К.А. Багаев
(ООО «Ньюком-НДТ»)*

Мобильные системы цифровой радиографии являются удобным и высокоэффективным способом радиационного контроля качества сварных соединений, литья, полимеров и т.д. В последние годы производители плоскопанельных детекторов разработали устройства, которые могут успешно применяться в полевых условиях.

Рассмотрены основные характеристики и требования к плоскопанельным детекторам и в целом к мобильным системам цифровой радиографии. Система должна обеспечивать:

- 1) возможность работы от аккумуляторных батарей;
- 2) возможность передачи данных беспроводным способом по WiFi. Очень желательно, чтобы беспроводная связь поддерживалась в двух режимах – 5 и 2,4 ГГц;
- 3) возможность работы при высоких и низких температурах, высокой влажности;
- 4) плоскопанельный детектор должен иметь минимально возможные для данного размера чувствительной области вес и габариты;
- 5) программное обеспечение должно быть адаптировано под работу на планшетном компьютере;
- 6) наличие дополнительных необходимых аксессуаров:
 - аккумуляторов,
 - ретранслятора для увеличения диапазона передачи данных,
 - приспособлений для крепления/позиционирования,
 - чехла и/или кожуха для детектора.

Вся система должна быть максимально компактной, в идеале помещаться в один транспортировочный кейс/чемодан.

При выборе мобильных систем цифровой радиографии нужно учитывать, что такие системы не поддерживают работу в режиме реального времени – передача снимка беспроводным образом занимает от 1 до 10 сек в зависимости от размера детектора и наличия помех.

Опыт применения программного комплекса ScarReview при оценке работоспособности сварных соединений по результатам ультразвукового контроля

*Т.Н. Белослудцев, А.Ю. Котоломов
(ООО «Газпром трансгаз Чайковский»)*

В докладе приведен опыт проведения неразрушающего контроля и оценки работоспособности кольцевых сварных соединений по результатам ультразвукового контроля установками ИУ «Сканер» с применением программного комплекса ScarReview.

Представлен функционал программы ScarReview и алгоритм работы при обработке файлов-протоколов сканирования, формируемых установкой ИУ «Сканер»

Показан опыт применения комплекса при оценке работоспособности сварных соединений, находящихся в эксплуатации, в соответствии с требованиями СТО Газпром 2-2.4-715-2013 и при оценке вновь свариваемых швов согласно Нормам оценки качества кольцевых сварных соединений МГ при применении автоматизированных и механизированных средств УЗК.

Применение многоэлементных преобразователей в современных автоматизированных системах ультразвукового контроля сварных соединений

*Е.Г. Базулин, А.Х. Вовилкин, Д.С. Тихонов
(ООО «НПЦ «ЭХО+»)*

В докладе рассматривается эффективный способ замены зональной фокусировки антенных решеток, традиционно используемый при автоматизированном ультразвуковом контроле сварных соединений с узкой разделкой для выявления дефектов на границе сплавления. Этот способ, основанный на применении многосхемной технологии цифровой фокусировки антенной, позволяет получать и анализировать высококачественные изображения отражателей. Предлагаемый метод по сравнению с зональной фокусировкой, сделанной по технологии фазированных антенных решеток, менее чувствителен к точности позиционирования антенной решетки относительно оси шва и к изменению толщины объекта контроля, позволяет выполнять оценку высоты дефектов не по амплитудному признаку, а по размерам бликов отражателей на изображении. Рассмотрены другие варианты получения точных изображений различных типов дефектов при использовании многих акустических схем, в том числе при контроле разнородных сварных соединений труб с аустенитной плакировкой внутренней поверхности.

Инновационный сканер AxSeam для контроля продольных и кольцевых сварных швов

*В.В. Панков, Д.С. Померанцев
(ООО «Олимпас Москва»)*

Контроль продольных сварных соединений или сканирование вдоль оси трубы является сложной задачей как акустически, так и механически. С акустической точки зрения, геометрия трубы имеет тенденцию к расфокусировке ультразвукового луча, снижая разрешение изображения. Продольные сварные швы, полученные электрической контактной сваркой (ERW), подвержены коррозии и образованию продольных трещин при производстве и эксплуатации. Дефектоскоп OmniScan™ X3 с поддержкой метода общей фокусировки (TFM) и возможностью объемного представления данных – идеальное решение для обнаружения таких трудно выявляемых дефектов. Что касается механических аспектов или используемого оборудования, сканер продольных сварных швов должен сохранять правильное положение на контролируемой поверхности при перемещении вдоль оси трубы. Поскольку преобразователи должны быть расположены на определенном расстоянии от центральной линии сварного шва, легкое и быстрое репозиционирование сканера является преимуществом. Сканер также должен быть снабжен механизмом для постоянного нажима на преобразователь и обеспечения качественного акустического контакта. Конструкция сканера AxSEAM™ учитывает все эти механические требования и позволяет легко настраивать параметры ультразвукового контроля с фазированной решеткой, TFM и дифракции времени пролета (TOFD) для выполнения мультитехнологического контроля продольных сварных швов.

**Современные средства АУЗК и МУЗК
с применением многоэлементных акустических систем,
фазированных решеток и каналов TOFD**

И.М. Ефимов
(ООО «НПЦ «Кропус»)

Предприятием ООО «НПЦ «Кропус» разработана и внедрена в серийное производство линейка ультразвуковых дефектоскопов общего назначения, в том числе ручной дефектоскоп на фазированных решетках. Опыт разработок аппаратуры позволил предприятию приступить к созданию механизированной и автоматизированной ультразвуковых установок для контроля сварных соединений, выполненных автоматическими и полуавтоматическими сварочными комплексами. Разрабатываемые системы МУЗК и АУЗК используют фазированные решетки, зонный способ контроля, имеют каналы TOFD и позволяют определять условную высоту, глубину и длину дефектов кольцевых сварных соединений.

В докладе представлены разработанные модификации установок МУЗК и АУЗК WeldScanner с каналами TOFD, позволяющими определять высоту и условные размеры дефектов типа несплавления сварных соединений, выполненных автоматическими и полуавтоматическими сварочными комплексами.

Моделирование процессов автоматического ультразвукового контроля продольных сварных соединений труб

В.Ю. Стратулат
(ПАО «ТМК»)

В докладе показаны особенности применения автоматического ультразвукового контроля продольного сварного соединения при производстве электросварных труб.

Приведены предпосылки, послужившие началу применения моделирования процессов автоматического ультразвукового контроля продольного сварного соединения на основе ПО CIVA (разработчик – EXTENDE).

Освещены проблемы при внедрении методов моделирования в производственный процесс настройки оборудования автоматического ультразвукового контроля Uitra-PE1420W.001 (производитель ЗАО «Ультракraft»).

Показаны полезные эффекты от применения моделирования автоматического ультразвукового контроля продольного сварного соединения при производстве электросварных труб.

Внедрение современных средств неразрушающего контроля в ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург»

*С.С. Кукушкин, Р.И. Киселёв, П.Д. Широких, С.И. Чернышев
(ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург»)*

В целях обеспечения надежной эксплуатации объектов газотранспортной системы в зоне ответственности ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург» (далее – Общество) специалисты Общества принимают активное участие во внедрении современных методов неразрушающего контроля сварных соединений и основного металла труб магистральных газопроводов.

В докладе представлены предварительные результаты разработки автоматизированного комплекса визуально-измерительного контроля труб, осуществляемой в рамках НИОКР, инициированной Обществом, а также результаты адаптации автоматизированного ультразвукового комплекса УСД-60-8К-А (с целью более эффективного использования при решении задач технического диагностирования объектов Общества) и итоги промышленной эксплуатации этого сканера-дефектоскопа с учетом произведенных доработок. Кроме того, рассмотрены отдельные аспекты применения средств магнитного контроля для выявления дефектов основного металла и сварных соединений.

Автоматизированный контроль сварных соединений с применением ультразвуковых антенных решеток

*В.А. Суворов (ООО «АКС-Сервис»),
А.А. Самокрутов, Н.Ю. Соколов, В.Г. Шевалдыкин
(ООО «Акустические Контрольные Системы»)*

Технологический и эксплуатационный неразрушающий контроль (НК) сварных соединений является одной из самых распространенных диагностических задач, для решения которой широко применяются ультразвуковые (УЗ) методы контроля. При этом в большинстве случаев УЗ НК выполняется оператором вручную, что в результате снижает производительность контроля и достоверность результатов за счет влияния человеческого фактора.

Решение сформулированной задачи возможно за счет комплексного использования самых современных технологий, реализованных на базе ультразвукового томографа А1550 с применением сканирующей системы MS 152 ScaUT, разработанных в компании ООО «Акустические Контрольные Системы».

В докладе рассмотрены принципы обработки сигналов, конструктивные особенности сканера, описан опыт применения на объектах ПАО «Газпром».

Общие вопросы применения ультразвукового контроля при строительстве магистральных трубопроводов

А.В. Землянский
(ООО «СПК Магистраль»)

Описываются различные схемы ультразвукового контроля (УЗК). Рассматриваются различные типы применяемых приборов с указанием преимуществ и недостатков различных схем прозвучивания. Указывается на то, что разные типы приборов для УЗК могут существенно отличаться друг от друга по выявляемости тех или иных дефектов, скорости сканирования и расшифровки и т.п.

Акцентируется внимание на низкой организации специального обучения дефектоскопистов для работы на современных аппаратах для УЗК, а также другие проблемы, возникшие в последние годы в связи с массовым применением УЗК.

Рассматривается СТО Газпром 15-1.5-004-20XX «Сварка и неразрушающий контроль сварных соединений. Неразрушающие методы контроля качества сварных соединений промышленных и магистральных газопроводов», который позволит еще больше упорядочить применение современных средств УЗК.

Основные преимущества и результаты испытаний дефектоскопического комплекса, разработанного по заказу ООО «Газпром трансгаз Томск»

*А.В. Ямкин
(ООО «Газпром трансгаз Томск»)*

В докладе представлены результаты испытаний рентгеновского автономного самодвижущегося комплекса (далее – СДК), разработанного в рамках договора НИОКР по заказу ООО «Газпром трансгаз Томск» и предназначенного для автоматизированного неразрушающего радиационного контроля кольцевых сварных соединений и основного металла магистральных газопроводов из стальных труб диаметром от 520 до 1420 мм включительно и толщиной до 32 мм.

Приведены основные технические характеристики СДК. Описан опыт применения СДК на объектах ООО «Газпром трансгаз Томск». Рассмотрена возможность работы СДК при радиографическом контроле на рентгеновскую пленку, а также при радиоскопическом контроле с одной из систем цифровой радиоскопии с использованием цифрового матричного детектора, представленной в Едином реестре материально-технических ресурсов ПАО «Газпром». Представлены основные преимущества, выявленные при эксплуатации, в том числе обеспечиваемое качество снимков, особенности транспортировки и установки в трубу на месте производства работ. Проведенные испытания и опытно-промышленная эксплуатация показали, что показатели качества и функциональные возможности СДК соответствуют требованиям соответствующей нормативной документации Российской Федерации и ПАО «Газпром», что подтверждается сертификатом системы добровольной сертификации «ИНТЕРГАЗСЕРТ». Также проведенная работа показала, что СДК можно эффективно применять как для радиографического, так и для радиоскопического контроля сварных соединений.

В развитие выполненной работы, а также для коммерциализации результатов НИОКР ПАО «Газпром» в настоящее время ООО «Газпром трансгаз Томск» заключены лицензионные договоры с производителем на использование патентов, созданных в рамках НИОКР. С привлечением Департамента (Скрынников С.В.) определена потребность дочерних обществ в СДК на 2023–2024 гг. Ведется организация серийного производства.

Опыт разработки и производства специальных составов для магнитопорошковой и капиллярной дефектоскопии

Л.С. Хотулёва
(ООО «НПЦ «Кропус-ПО»)

В докладе представлен шестилетний опыт работы НПЦ «Кропус-ПО» по разработке и производству специальных составов для неразрушающего контроля. Приведены критерии выбора стратегии производства, ее плюсы и минусы в краткосрочном и долгосрочном периодах. Описана процедура разработки химической рецептуры, порядок документационного оформления лабораторных образцов, правила доработки рецептур с целью усовершенствования. Рассмотрены результаты бета-тестирования пилотной партии аэрозолей торговой марки «КЛЕВЕР», проведенного в 2016–2017 гг. Обозначены основные направления повышения стабильности производства и повышения качества серийно выпускаемой продукции.

Установки для автоматизированного контроля кольцевых сварных соединений труб газопроводов морского и наземного участков газопроводов

*А.Н. Кравцов
(JES Pipelines Rus)*

В докладе представлены описание и характеристики установок для автоматизированного ультразвукового контроля стыковых сварных соединений морских и наземных газопроводов при их строительстве. Содержатся примеры настройки и калибровки систем в зависимости от норм оценки качества кольцевых сварных соединений газопровода, регламентируемых морским стандартом СТО Газпром 2-3.7-0501-2006 (Offshore Standart DNV-OS-F101), применительно к кольцевым сварным соединениям труб морского участка.

Приведены результаты комплексного подхода к контролю сварных соединений: позонный контроль, контроль с применением технологии ФР (секторное сканирование) в сочетании с технологией TOFD, что позволяет улучшать качество и достоверность контроля, а также увеличивать производительность работ и достоверность получаемых данных.

Установки предназначены для проведения ФУЗК кольцевых сварных соединений, выполненных автоматической двухсторонней сваркой в среде защитных газов с различными разделками кромок CRC, Siremax и т.д., с толщиной стенок от 12 до 37 мм. Комплексы предназначены для работ в сложных полевых условиях и различных климатических зонах. Все системы и технологии прошли сертификацию по системе DNV, что подтверждено соответствующими сертификатами.

Компания JES Pipelines обладает большим опытом работ и участия в различных проектах по строительству трубопроводов по всему миру, имеет представительства во многих странах, в том числе и России.

Цифровизация неразрушающего контроля – современный подход к формированию исполнительной документации и оптимизация процесса мониторинга состояния промышленных объектов

В.В. Бухвальд
(ООО «ТuВиЭн Технолоджи»)

В докладе представлен подход, основанный на объединении трех методов неразрушающего контроля, применяемых при строительстве и эксплуатации магистральных трубопроводов: визуально-измерительный, ультразвуковой и радиографический.

Главные цели подхода:

1. Повышение достоверности контроля и выявляемости дефектов.
2. Минимизация влияния человеческого фактора на результаты неразрушающего контроля и их оценку.
3. Формирование цифрового паспорта объекта для оптимизации мониторинга его состояния и обмена данными.

Для реализации цифрового неразрушающего контроля в зависимости от специфики и задач используются:

- установки для механизированного и/или автоматизированного ультразвукового контроля с записью результатов с применением технологий фазированной решетки и TOFD;
- системы цифровой (на базе плоскопанельных детекторов) и компьютерной (на базе запоминающих пластин) радиографии, системы оцифровки рентгеновской пленки;
- комплекс автоматизированного визуально-измерительного контроля для сканирования профиля сварного соединения;
- программное обеспечение, реализующее единую для всех методов контроля систему координат, инструменты для анализа и оценки выявленных дефектов, базу данных для хранения и обмена результатами.

Данный подход нацелен помочь компаниям, несущим ответственность за безопасность опасных промышленных объектов, сократить эксплуатационные расходы, при этом повысить их надежность и долговечность.

Современное состояние и перспективы развития ассортимента радиографических пленок для неразрушающего контроля

*Ю.Д. Сидоров, Е.Л. Самков, Д.Д. Храмов
(ООО «НПО «Тасма»)*

Рассмотрен ассортимент радиографических пленок для неразрушающего контроля, выпускаемый отечественной промышленностью. В докладе представлены результаты технологических и аппаратурных мероприятий, проведенных в последнее время и направленных на разработку новых и совершенствование существующих радиографических пленок.

Показаны результаты работ по повышению стабильности качества выпускаемой продукции и основных показателей назначения.

Рассмотрены новые требования к радиографическим пленкам, выдвигаемые в связи с введением в Российской Федерации новой редакции ГОСТа 7512 и связанные с повышением требований к качеству и надежности радиографического контроля.

Представлен комплекс мероприятий по дальнейшему совершенствованию регистрирующих материалов, проводимых с учетом новых требований, выдвигаемых к радиографическим пленкам, на основе тенденций основных направлений развития неразрушающего контроля качества сварных соединений в России и за рубежом и установленных новыми стандартами на неразрушающий контроль – ГОСТ ISO 11699-1 и 11699-2, введение которых планируется в ближайшие годы.

В докладе проанализировано введение новых критериев оценки пленочных систем и связь этих критериев с пригодностью для промышленной радиографии и качеством радиографического контроля.

Введение новых критериев оценки качества радиографических материалов требует организации испытаний согласно вводимым стандартам, для чего необходима укомплектованная соответствующим оборудованием и приборами лаборатория. В настоящее время проводятся работы по созданию данной лаборатории. На первом этапе проведены испытания отечественных радиографических пленок Берлинским международным сертификационным центром и получены положительные результаты.

VIII отраслевое совещание

**Состояние и основные направления развития
неразрушающего контроля качества сварных соединений
объектов ПАО «Газпром»**

Подготовлено в ООО «Газпром ВНИИГАЗ»