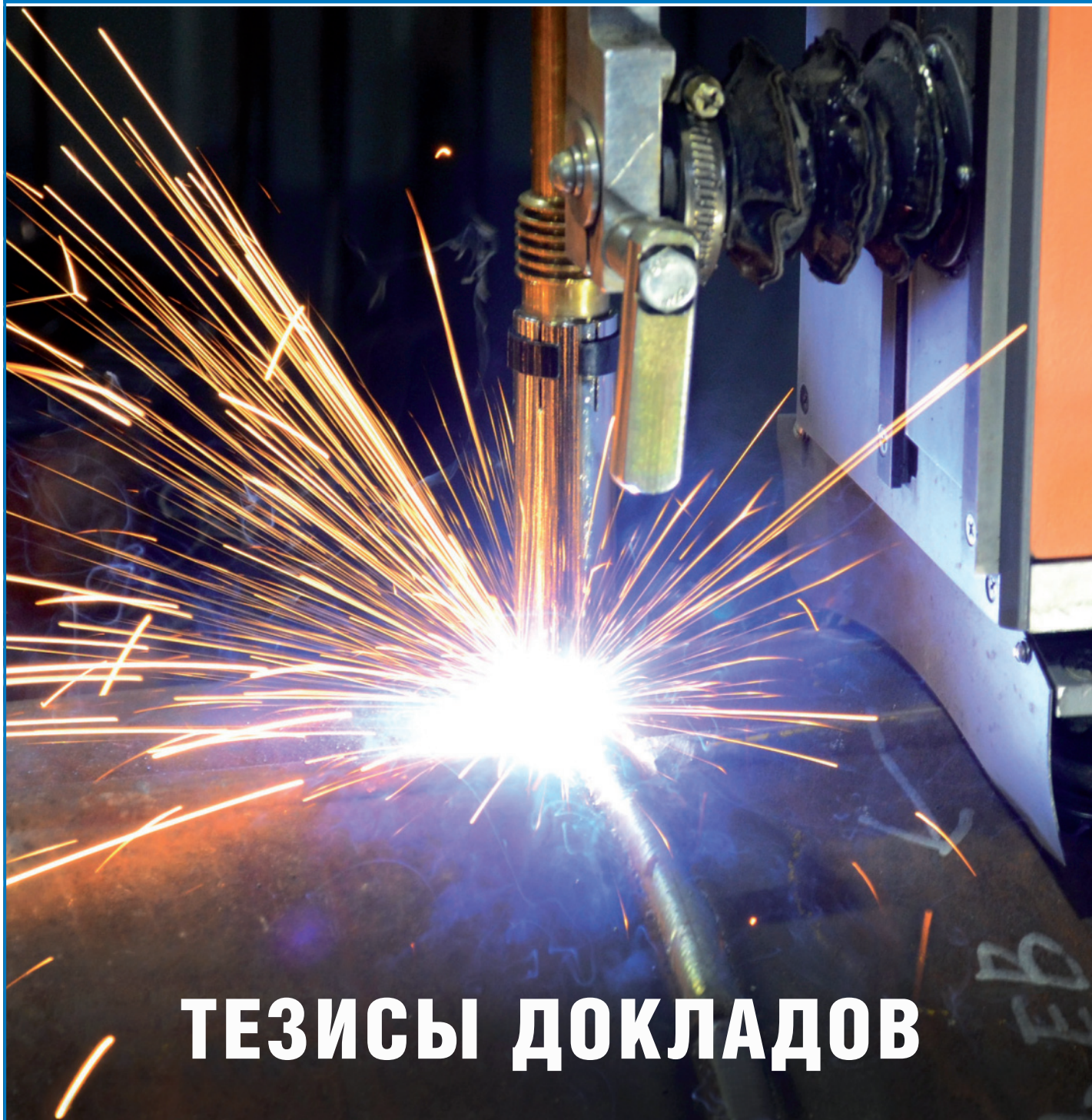


*Международный
Форум*

 **ГАЗПРОМ**

 **ГАЗПРОМ**
ВНИИГАЗ

70
ЛЕТ
1948–2018



ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ



IX Отраслевое совещание
Состояние и основные направления
развития сварочного производства
ПАО «Газпром»

12–16 ноября 2018 г.

Публичное акционерное общество «Газпром»
Общество с ограниченной ответственностью «Научно-исследовательский
институт природных газов и газовых технологий – Газпром ВНИИГАЗ»
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)

IX Отраслевое совещание

**СОСТОЯНИЕ И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ
РАЗВИТИЯ СВАРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА
ПАО «ГАЗПРОМ»**

12–16 ноября 2018 г.

Тезисы докладов

Москва
2018

Состояние и основные направления развития сварочного производства ПАО «Газпром»: тезисы докладов IX Отраслевого совещания 12–16 ноября 2018 г. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2018. – 56 с.

Настоящий сборник составлен по материалам IX Отраслевого совещания «Состояние и основные направления развития сварочного производства ПАО «Газпром», проходившего в ООО «Газпром ВНИИГАЗ» 12–16 ноября 2018 г.

Структура сборника соответствует Программе совещания. Тезисы располагаются в соответствии с порядком выступлений докладчиков.

Состояние сварочного производства ПАО «Газпром». Основные направления развития

*Е.М. Вышемирский
(ПАО «Газпром»)*

В докладе содержится анализ состояния и технического уровня сварочного производства ПАО «Газпром», указаны основные направления его развития при строительстве, эксплуатации и ремонте объектов магистральных газопроводов (МГ).

Подчеркнуто, что за текущий период число задач, стоящих перед сварочным производством, выросло. Это связано с реализацией масштабной инвестиционной программы по строительству объектов МГ, применением уже в ближайшие годы при строительстве и ремонте трубопроводов, транспортирующих среды, содержащие CO₂, плакированных труб и труб, изготовленных из сталей мартенситного класса и дуплексных сталей (аустенитно-ферритного класса).

Отмечена необходимость организации проведения новых исследований и разработки новых эффективных отечественных технологий сварки и неразрушающего контроля (НК) сварных соединений, прежде всего магистральных и промышленных трубопроводов, а также новых технологий работ по врезке под давлением в РФ.

Отмечена важная роль программ по развитию сварочного производства ПАО «Газпром», в том числе по организации разработки новых и совершенствованию действующих нормативных документов (НД) по сварке и НК, их актуализации и сокращению общего количества.

Уточнены изменения в организационной структуре сварочного производства и необходимость укрепления технического и кадрового потенциала, совершенствования структуры подразделения ООО «Газпром ВНИИГАЗ», занятого исследованиями в области сварочного производства.

Показано развитие НД по аттестации сварщиков и специалистов, технологий сварки, сварочного оборудования и материалов, а также рекомендаций по определению показателя качества (уровня брака) сварочных работ подрядных организаций, выполняющих строительство, реконструкцию и капитальный ремонт объектов ПАО «Газпром».

Отмечена важность исследований и мероприятий, проведенных за последние годы в части квалификационных испытаний средств НК качества в 2014 и 2017 гг. в ООО «Газпром ВНИИГАЗ», проведение которых позволило сформировать широкий спектр современных средств НК качества сварных соединений, в значительной степени отечественного производства.

Отмечено, что сегодня российские производители выпускают широкую линейку сварочного оборудования для ручной, механизированной и автоматической сварки для строительства и ремонта МГ, а также приводится информация о новых, прорывных отечественных технологиях сварки трубопроводов за последнее время.

Показана важность внедрения инновационной, не имеющей мировых аналогов технологии лазерной сварки неповоротных стыков труб большого диаметра со сверхузкой разделкой и минимальным расходом сварочной присадочной проволоки и защитных газов.

Отмечены положительные моменты реализации программы по импортозамещению сварочного оборудования и сварочных материалов, а также выполненной в 2018 г. работы, связанной с разработкой необходимых документов для обеспечения внедрения системы СДС ИНТЕРГАЗСЕРТ по направлению сварочного производства и образованию Центрального органа Системы «Оборудование и материалы для сварки, неразрушающего контроля сварных соединений и врезки под давлением».

Сформулированы основные задачи, направления развития и дальнейшего укрепления сварочного производства на ближайшие два года.

**Исследования и испытания, выполненные
ООО «Газпром ВНИИГАЗ» в 2017–2018 гг.
Введение нового комплекса стандартов «Сварка
и неразрушающий контроль сварных соединений»**

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

Рассмотрены результаты исследований и испытаний, выполненных ООО «Газпром ВНИИГАЗ» в 2017–2018 гг.

Приведены результаты работ по аттестации новых технологий сварки, квалификационным испытаниям сварочных материалов и сварочного оборудования за период с 2017–2018 гг.

Представлена структура и состав нового комплекса стандартов «Сварка и неразрушающий контроль сварных соединений».

Деятельность Системы аттестации сварочного производства на объектах ПАО «Газпром». Применение цифровых сервисов в области сварочного производства

*А.Н. Жабин
(СРО Ассоциация «НАКС»)*

В докладе освещены следующие темы:

1. Основные новации «Положения об аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства, производственной аттестации технологий сварки, сварочного оборудования и сварочных материалов на объектах ПАО «Газпром» (в редакции 2018 г.).
2. Статистика объемов аттестаций на объектах нефтегазодобывающего оборудования.
3. Применение элементов цифровой защиты аттестационных документов.
4. Развитие информационных возможностей реестров записей об аттестации персонала сварочного производства, о проверке готовности организаций к выполнению сварочных работ на опасных производственных объектах.
5. Формирование и идентификация сведений о производителях сварочных материалов и сварочного оборудования.
6. Разработка сервиса «Цифровой паспорт сварочного оборудования и сварочных материалов» для организаций, производящих сварочные работы.

Комплексный подход к диагностике сварных соединений с использованием технических средств внутритрубной диагностики и неразрушающего контроля

*В.М. Силкин, Е.Н. Овсянников, И.Л. Вялых
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»),
Т.В. Артёменко
(ПАО «Газпром»)*

В рамках наиболее полного толкования понятия «техническое диагностирование» предполагается возможность применения всей доступной совокупности технических средств и технологий. Конкретный набор технических средств, в основу которых могут быть положены различные физические принципы и конструктивные решения, подлежит определению, исходя из условия получения исходных данных, достаточных для оценки текущего и прогнозируемого технического состояния с требуемой полнотой и достоверностью.

Совместное применение нескольких типов диагностического оборудования должно осуществляться в согласованном, взаимодополняющем режиме. Основная цель совместного применения – расширение диагностических возможностей за счет использования преимуществ и компенсации ограничений, изначально присущих конкретным технологиям и видам диагностического оборудования в части выявления, идентификации и оценки параметров дефектов различных типов.

В докладе рассмотрены особенности отдельного и совместного применения нескольких видов диагностического оборудования на основе унифицированных подходов к оценке и подтверждению заявленных технических характеристик, формированию норм оценки качества и критериев принятия решений по результатам проведенных исследований.

В отдельных нормативных и методических документах ПАО «Газпром» уже предусмотрена возможность и сформулированы правила совместного применения радиографического и автоматизированного (механизированного) ультразвукового неразрушающего контроля (НК). Формирование финального заключения о состоянии сварных соединений в этом случае выполняются по специальным алгоритмам, которые направлены на минимизацию влияния неполноты и ограниченной достоверности диагностических данных, обусловленных спецификой применяемого физического метода контроля.

По результатам прямого сопоставления технических возможностей автоматизированных ультразвуковых и радиографических средств НК установлены группы дефектов, в отношении которых каждый из видов контроля обладает повышенной или, наоборот, низкой эффективностью. Так, плоскостные дефекты могут быть лучше выявлены ультразвуковыми методами, а объемные дефекты – радиографическими методами контроля. Необходимо отметить, что при отдельном применении средств НК, как правило, применяют нормы оценки качества сварных соединений, при разработке которых учтены дополнительные коэффициенты запаса. С помощью более высоких коэффициентов запаса частично компенсиру-

ют полное отсутствие или существенную погрешность данных о значениях отдельных параметров дефектов, таких как условная высота, протяженность или глубина размещения по сечению стенки трубы.

Совместной процедурой предусмотрено, что в зависимости от типа дефекта, в общем случае плоскостного или объемного, его размеры определяют на основе данных, полученных приоритетным методом контроля, – автоматизированным ультразвуковым или радиографическим соответственно. Если отдельные параметры дефекта были определены обоими методами, то в качестве расчетного размера принимают максимальное из двух однотипных значений. Таким образом, в отношении наиболее опасных плоскостных дефектов может быть обоснованно снижена избыточная консервативность оценок прочности, присущих нормам оценки, разработанным для условий раздельного использования радиографического контроля. Приведены примеры применения раздельного и совмещенного НК.

Одно из ключевых направлений связано с оценкой состояния сварных соединений на основе данных внутритрубной диагностики (ВТД). В настоящее время основной объем ВТД выполняют с помощью магнитных внутритрубных снарядов. Заявленные технические возможности магнитных средств ВТД не обеспечивают возможности выявления, идентификации и оценки параметров дефектов сварных соединений на уровне требований, предусмотренных для специализированных средств НК. Как следствие, на практике не могут быть в полной мере применены нормы оценки качества сварных соединений, разработанные не только для этапов строительства, но и наименее консервативные нормы, разработанные для этапов эксплуатации.

В докладе приведены результаты анализа технических возможностей различных средств ВТД и их сопоставление с характерными размерами допустимых и критических дефектов, принятых для различных условий эксплуатации. Обсуждены варианты применения результатов ВТД для целей предварительного ранжирования сварных соединений по степени опасности с различными типами дефектов.

Развитие нормативной базы в области неразрушающего контроля качества сварных соединений

*М.Ю. Тульский
(ПАО «Газпром»),
С.П. Севостьянов, Ю.А. Соловьёв
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)*

Рассмотрены направления развития нормативной базы в области неразрушающего контроля качества сварных соединений в настоящее время.

Представлен обзор по разрабатываемым в настоящее время и принимаемым национальным стандартам и отраслевым нормативным документам в области неразрушающего контроля качества сварных соединений.

Представлены основные направления развития нормативной базы в области неразрушающего контроля качества сварных соединений на период 2019–2022 гг.

Технология лазерной сварки неповоротных кольцевых стыков трубопроводов установкой УЛСТ-1. Самоходные агрегаты лазерной сварки (САЛС)

Е.М. Шамов, И.А. Бегунов, О.П. Морозова
(ООО «НПК «УТС ИНТЕГРАЦИЯ»),
В.В. Рогожин
(АО «Газстройпроект»)

С 2015 г. выполнен значительный объем опытно-конструкторских работ по созданию технологии и оборудования для лазерной сварки поворотных и неповоротных стыков труб из различных материалов. Оборудование предназначено для применения в производственных и полевых условиях для сварки трубопроводов. Технология не имеет мировых аналогов.

Перечислены результаты механических испытаний и контроля качества сварных соединений, выполненных лазерной сваркой.

Технология автоматической лазерной сварки неповоротных кольцевых стыковых соединений труб аттестована на соответствие требованиям ПАО «Газпром». Установка лазерной сварки УЛСТ-1 внесена в единый реестр материально-технических ресурсов, допущенных к применению на объектах ПАО «Газпром».

В докладе приведена информация о создании самоходного агрегата лазерной сварки (САЛС) на базе технологии автоматической лазерной сварки неповоротных кольцевых стыковых соединений труб магистральных трубопроводов с применением установки УЛСТ-1. Рассмотрены:

- технико-технологические характеристики САЛС;
- состав САЛС серийной машины;
- палатка сварщика (орбитальный манипулятор);
- самоходное шасси с краном-манипулятором.

В настоящее время идет подготовка к проведению производственной аттестации технологии лазерной сварки неповоротных кольцевых стыков магистральных трубопроводов с использованием САЛС.

Создан и аккредитован в НАКС Центр специальной подготовки сварщиков и специалистов сварочного производства в области лазерной сварки.

Рассмотрены основные этапы подготовки специалистов газовой отрасли для работы с комплексами лазерной сварки САЛС.

Лазерная сварка при технологической обвязке трубопроводов и оборудования

*И.А. Безунов, Е.М. Шамов, В.Г. Штамм
(ООО «НПК «УТС ИНТЕГРАЦИЯ»)*

В докладе приведена информация о разработке технологии и оборудования для автоматической лазерной сварки поворотных кольцевых стыковых соединений труб и трубных деталей с целью повышения темпов изготовления технологической обвязки трубопроводов и оборудования.

Рассмотрены преимущества лазерной сварки, такие как универсальность применения для углеродистых и коррозионно-стойких сталей, высокие производительность процесса и качество получаемых сварных соединений, а также уменьшение расхода сварочных материалов.

Показаны различные подходы к сварке коррозионно-стойких и углеродистых сталей, например, одно- или двухпроходный процесс с использованием присадочной проволоки или без нее.

В качестве примера использования данной технологии показаны результаты сварки секции из стандартных деталей (труба, тройник, отвод) Ø 88,9 мм из коррозионно-стойкой стали толщиной 3 мм. Также была проведена тестовая сварка трубных деталей Ø 219×6 мм из углеродистой стали и трубных деталей Ø 219×6 мм из коррозионно-стойкой стали AISI321, приведены результаты механических испытаний.

Дополнительно в докладе рассмотрены проекты по изготовлению нового оборудования для автоматической лазерной сварки поворотных кольцевых стыковых соединений труб и трубных деталей, в том числе в стационарном и мобильном исполнениях.

Схемы оптимальной организации сварочных работ, квалификационных испытаний (допуска компании к работам) технологии сварки и особенности контроля разрушающими и неразрушающими методами трубопроводов и оборудования, работающих при криогенных температурах

*П.В. Пискорский, А.В. Внуков, А.С. Поддубный, Г.А. Сабрекова
(ООО «НИИЦ СТНК «Спектр»)*

В докладе представлены оптимальные схемы организации сварочно-монтажных работ при строительстве площадочных объектов, работающих при криогенных температурах, применительно к заводам и терминалам по сжижению природного газа.

Приведены оптимизированные подходы к квалификационным испытаниям процедур сварки и отбора подрядчиков по строительству на ответственных и уникальных объектах.

Перечислены основные марки сталей и сплавов, а также диаметры и толщины стенок труб, наиболее отличные от применимых в докриогенных установках. Рассмотрены сложности и технологические особенности сварки данных типов сталей и сплавов.

Проведен анализ существующей нормативной документации, позволяющей выполнять сварку указанных изделий. Предложены оптимальные методы контроля сварных соединений в части неразрушающих методов в процессе строительства и разрушающих методов при квалификационных испытаниях.

Рассмотрены характерные аварийные ситуации на действующих объектах, а также причины их возникновения, связанные со сварочно-монтажными работами.

Современные технологии сварки, оборудование и материалы для ремонта промышленных и магистральных трубопроводов под давлением

Э. Гуняр
(ООО «ТДВ Евразия»)

Имея большой опыт сварочных работ, приобретенного при проведении технологических операций, специалисты TDW ежедневно совершенствуют условия для проведения сварки на действующих трубопроводах, а также методы неразрушающего контроля, используя новое оборудование, инструменты, расходные материалы и методы, которые облегчают работы и делают их более безопасными.

Некоторые из недавно разработанных и усовершенствованных сварочных технологий не только уменьшают риск прожогов и водородного растрескивания, но также повышают качество сварных швов и производительность сварочных операций на действующих трубопроводах.

Область применения указанных новейших разработок:

- оборудование для предварительного нагрева, которое требуется для достижения необходимых температур, включая и суровые эксплуатационные условия;

- технологии автоматической сварки с использованием процесса дуговой сварки порошковой проволоки (FCAW), которые дают больше гарантий относительно строгой повторяемости аттестуемых сварочных процедур, окончательных механических свойств, плотности окончательных сварных швов, и все это с более высокой скоростью наплавления металла, чем при технологии MMA-SMAW (сварка ручными электродами);

- объемный контроль всех типов сварных швов, в том числе угловых швов магистральных труб, с использованием фазированных решеток ультразвуковых неразрушающих испытаний или применением дифракционно-временного метода контроля (TOFD) в отношении швов разрезных тройников TDW, обеспечивая компьютеризированную запись всех индикаций сварных швов для их оценки.

Наряду с собственным опытом и знаниями трубопроводных систем данный обзор поможет любому подрядчику сварочных работ либо проектной организации узнать больше о новейших методиках и выбрать наиболее надежные сварочные технологические решения для улучшения качества сварочных работ на действующих трубопроводах в ближайшем будущем.

Опыт применения стыковой контактной сварки оплавлением для соединения толстостенных труб при строительстве промышленных трубопроводов

*В.И. Хоменко (Российский Союз Нефтегазостроителей),
М.В. Григорьев (МГТУ им. Н.Э. Баумана),
Ю.В. Казанцев, М.Ю. Казанцев (ООО «Промэнерго»),
А.Н. Виноградов, В.Е. Яковенко (ЗАО «ЮгСтройМонтаж»),
С.Н. Сазанов (ООО «Иркутская нефтяная компания»)*

Основной технологической и наиболее трудоемкой операцией при строительстве промышленных трубопроводов является сварка. При строительстве таких трубопроводов применяются в основном дуговые методы сварки (до 90 %). В последнее время наблюдается как увеличение объемов строительства промышленных трубопроводов до 2500–3000 км в год, так и увеличение толщин свариваемых труб (до 30 мм), что существенно повышает трудоемкость этой дорогостоящей технологической операции. Реализация больших объемов строительства с применением дуговых методов сварки требует большого количества высококвалифицированных сварщиков.

Поэтому повышение производительности труда на сварочно-монтажных работах и расширение области применения высокопроизводительного, полностью автоматизированного процесса сварки при строительстве трубопроводов, в том числе из толстостенных труб, является актуальным и перспективным направлением. Проведенные аналитические исследования технологий, применяемых при строительстве промышленных трубопроводов, и имеющийся опыт работы по их строительству показали, что наиболее эффективной технологией, отвечающей современным требованиям, является стыковая контактная сварка оплавлением.

В докладе представлен опыт создания и применения в ООО «ИНК» оборудования стыковой контактной сварки оплавлением труб промышленного сортамента (диаметром 114–325 мм с толщинами стенок до 30 мм) на принципиально новой технической основе, с использованием цифровых технологий. Это оборудование обеспечивает более высокое качество сварных соединений независимо от человеческого фактора, погодных и температурных условий окружающей среды; значительно увеличивает производительность сварочно-монтажных работ по сравнению с лучшими мировыми аналогами; уменьшает численность обслуживающего персонала минимум в два раза и снижает стоимость этих работ на 25–30 %. При этой технологии не требуются сварочные материалы, защитные газы и иные расходные материалы. Такими уникальными техническими и экономическими показателями не обладает ни одна технология сварки в мире.

Процедура допуска технологий сварки и неразрушающего контроля на объектах строительства, реконструкции и капитального ремонта. Анализ и проблемные вопросы

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

В докладе представлены принципиальные изменения, предлагаемые к внесению в проект нового СТО «Сварка и неразрушающий контроль сварных соединений...», такие как «узаконивание» процедуры аттестации трубосварочных баз, признание процедуры допуска незаконченной при наличии аргументированного возражения любого из участников, изложенного в письменной форме, до полного устранения причин, вызвавших возражения, условия для непосредственного участия представителей Строительной инспекции при проведении допускных испытаний технологий сварки и неразрушающего контроля на объектах ПАО «Газпром».

Приведены статистические данные по результатам проведения допускных испытаний технологий сварки и неразрушающего контроля (НК) с разделением по видам объектов, видам сварки, типоразмерам и характеристикам сварных соединений.

Предложены решения таких проблемных вопросов, возникающих при проведении процедуры допуска, как:

- временные ограничения, зачастую не позволяющие специалистам Строительной инспекции непосредственно участвовать при сварке «товарных» сварных соединений (в новую редакцию СТО «Сварка и неразрушающий контроль сварных соединений...» внесены предложения по увеличению срока уведомления ООО «Газпром газнадзор» до 5 рабочих дней);

- не подписание Акта одним или несколькими представителями – участниками процедуры допуска технологии сварки и НК (в новую редакцию «СТО «Сварка и неразрушающий контроль сварных соединений...» внесены предложения по признанию процедуры незавершенной до устранения всех разногласий);

- отсутствие требований нормативных документов по аттестации ТСБ (в новую редакцию «СТО «Сварка и неразрушающий контроль сварных соединений...» наряду с имеющимися процедурами включены положения по аттестации ТСБ с оформлением Акта допуска технологий сварки и НК).

Применение профессиональных стандартов в области сварки, контроля и испытаний в Системе управления персоналом в условиях реализации постановления Правительства РФ № 584 и отмены отдельных параграфов ЕТКС

*А.И. Чупрак, А.А. Игуменов
(СРО Ассоциация «НАКС»)*

В докладе представлены особенности применения профессиональных стандартов в области сварки, контроля и испытаний в государственных внебюджетных фондах, государственных и муниципальных учреждениях, унитарных предприятиях, в госкорпорациях, госкомпаниях и хозяйственных обществах, более 50 % процентов акций (долей) в уставном капитале которых находится в государственной или муниципальной собственности.

Показаны этапы становления Национальной системы квалификаций России в период с 2007 по 2020 гг. Освещены вопросы законодательства в сфере независимой оценки квалификации с рассмотрением нормативно-правовых актов РФ. Приведен анализ статей Трудового кодекса РФ, касающихся трудовых отношений, трудового договора, заработной платы работника, тарифной системы оплаты труда, порядка разработки, утверждения и применения профессиональных стандартов.

Особое внимание уделено положениям постановления Правительства РФ от 27 июня 2016 г. № 584 и применению профессиональных стандартов на предприятиях и в компаниях госсектора экономики России. Приведены квалификационные требования ЕТКС, показана актуальность и полнота установленных в профессиональных стандартах квалификационных требований, рассмотрены дальнейшие перспективы ЕТКС.

Заключительная часть доклада посвящена приказу от 9 апреля 2018 г. № 215 Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации «О внесении изменений в некоторые выпуски Единого тарифно-квалификационного справочника работ и профессий рабочих» об исключении из ЕТКС квалификационных характеристик профессий рабочих в области сварки, контроля и испытаний.

Влияние металлофизических свойств сварных соединений на параметры циклической трещиностойкости

*О.И. Филиппов, А.В. Временко
(ПАО «Транснефть»),
Е.Е. Зорин, О.И. Колесников
(ООО «НИИ Транснефть»)*

Структурно фазовый состав зон сварных соединений, выполненных дуговой сваркой плавлением, во многом определяет инкубационный период зарождения и развития разрушения в условиях длительной эксплуатации.

В работе рассматриваются сварные соединения, выполненные автоматической сваркой плавящимся электродом в среде активных газов и смесях (АПГ), а также автоматической сваркой порошковой проволокой в среде активных газов и смесях (АППГ).

Для оценки параметров сопротивляемости разрушению зон сварных соединений проводилось определение ударной вязкости, малоциклового усталости по ГОСТ 25.502-79 и циклической трещиностойкости с наведенным поверхностным концентратором напряжения в зоне термического влияния стыкового соединения с максимально допустимым смещением кромок. Для изготовления кольцевого сварного соединения использовались трубы четырех ведущих российских производителей.

Металлографические исследования сварных соединений с максимальной сопротивляемостью разрушению в условиях нестационарного нагружения позволили оптимизировать структурные параметры зон сварных соединений, выполненных дуговой сваркой плавлением.

Результаты работы: требования к кольцевым сварным соединениям из сталей класса прочности К55–К56 диаметром до 1220 мм с толщиной стенки от 8 до 16 мм, выполненных АПГ и АППГ, обеспечивающие срок эксплуатации магистральных трубопроводов нефти и нефтепродуктов не менее 50 лет.

Оценка трещиностойкости сварных соединений трубопроводов с помощью параметра CTOD

*Э.И. Мансырев, А.В. Емельянов, Н.М. Емельянова
(ИЦ «Политехтест», Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого)*

В докладе представлены результаты испытаний по определению критических характеристик трещиностойкости CTOD, для кольцевых сварных соединений газопровода.

На основании полученных результатов испытаний SENT-образцов выполнено сопоставление результатов определения критических величин параметра трещиностойкости CTOD, соответствующих международным стандартам DNV-OS-F101:2007,2010, DNV-OS-F101:2012,2013 и DNVGL-ST-F101:2017 (BS 8571:2014). Сопоставление позволило установить, что соответствующие ранним вариантам стандартов косвенные оценки приводят к заниженным результатам по отношению к прямым оценкам CTOD, регламентированным в последних версиях стандартов, как для зоны металла шва, так и частично для зоны термического влияния сварных соединений.

Освоение производства низкотемпературных труб по проекту «Северный поток-2»

*А.А. Брагин, С.В. Шандер, А.Б. Гизатуллин, Д.С. Яковлев,
Р.Д. Шакиров, К.Н. Никитин
(ПАО «ЧТПЗ»)*

В докладе содержится анализ текущих проблем, возникающих при производстве толстостенных электросварных труб большого диаметра, в части обеспечения высоких механических характеристик основного металла в меньшей мере и сварного соединения, в частности, при низкотемпературных испытаниях на ударный изгиб.

На основе полученных результатов разработана эффективная технология многодуговой многопроходной сварки под слоем флюса продольного сварного шва труб и произведена партия труб внутренним диаметром 1153 мм с толщиной стенки 41,0 мм для нужд проекта магистрального газопровода «Северный поток-2».

Лазерные аддитивные и сварочные технологии

*М.В. Кузнецов, Г.А. Туричин
(Санкт-Петербургский государственный морской
технический университет)*

Среднегодовой прирост мирового и российского рынка технологических лазерных систем за последние 25 лет составляет около 10 %. Бурный рост в первую очередь обусловлен преимуществами лазерных технологий перед традиционными способами, к основным из которых можно отнести локальность воздействия лазерного излучения, высокую производительность процесса, минимальные деформации, а также высокое качество конечного продукта.

Так, с использованием технологии прямого лазерного выращивания сотрудники Института лазерных и сварочных технологий (ИЛИСТ) СПбГМТУ изготавливают изделия и высокоточные крупногабаритные заготовки из жаропрочных сплавов на основе никеля, кобальта, титана, железа с механическими характеристиками на уровне проката. К примеру, изготовлены гидрозатвор, корпус клапана запорного (316L) с уплотнительным полем из ВЗК, сердечник, подруливающее устройство, кольцо наружное 4-й степени, корпус внутренний и корпус выходной, рабочие колеса высоконапорного осевого вентилятора и др.

Имеются наработки в гибридной лазерно-дуговой сварке высокопрочных, хладостойких сталей (PC E36, S690QL, Strenx-1100), в том числе наноструктурированных (X80, X100, X120). Данная технология сварки обеспечивает образование качественных сварных соединений с минимальными сварочными деформациями при снижении потребляемой энергии в 3–5 раз, сварочных материалов – до 5 раз при повышении производительности процесса в 5–10 раз и может быть использована при изготовлении сварных металлоконструкций в рамках освоения добычи и транспортировки энергоресурсов Арктики.

Разработаны технологии лазерной сварки компонентов жаровых труб, теплообменной аппаратуры, корпусов микросборок, волноводов и оптических прицелов при повышении производительности процесса сварки в некоторых случаях до 12 раз. Отработаны технологии ремонтной лазерной наплавки, обеспечивающей восстановление изделий из легких, жаропрочных и износостойких материалов с приданием требуемых эксплуатационных характеристик поверхности конечного изделия. В случае лазерной закалки проведены работы по повышению износостойкости режущей кромки куттерных ножей, замковой резьбы шарового крана и др.

Применение лазерной сварки при капитальном ремонте линейной части магистральных газопроводов с использованием труб повторного применения

*К.Н. Гарбуз
(ООО «Газпром трансгаз Югорск»)*

В докладе анализируются преимущества и недостатки применения автоматизированных комплексов лазерной сварки неповоротных кольцевых сварных соединений труб большого диаметра при капитальном ремонте линейной части магистральных трубопроводов.

Рассматриваются оптимальные вариант и состав сборочно-сварочной колонны лазерного комплекса автоматической сварки неповоротных кольцевых сварных соединений труб большого диаметра при капитальном ремонте линейной части магистральных трубопроводов.

Представлены результаты проведенных испытаний сварки сегментов труб со смещением кромок и пластин с различными величинами намагниченности.

Подводятся итоги сотрудничества с компаниями ООО НПК «УТС-Интеграция» и ООО НТО «ИРЭ-Полюс» в области применения технологий лазерной сварки.

Сварочно-монтажный комплекс «Луч» для автоматической двухсторонней сварки кольцевых стыковых соединений

И.В. Беганский

(Ассоциация строительных организаций газовой отрасли),

С.Л. Качанов

(ООО «НПО «Машиностроение»)

Ассоциация строительных организаций газовой отрасли (АСОГО) представляет полностью укомплектованный и готовый к работе комплекс двухсторонней автоматической сварки производства НПО «Машиностроение».

Комплекс прошел успешные квалификационные испытания и выполнил сварку контрольных сварных соединений для аттестации технологии сварки ООО «Газпромтрубопроводстрой».

Автоматический сварочный комплекс «Луч» состоит из основного сварочного оборудования: внутреннего сварочного центратора со сварочными головками для автоматической сварки внутреннего шва (корневого слоя) и двухдуговых сварочных головок ГАС-2 для наружной автоматической сварки заполняющих и облицовочных слоев шва. Также в состав комплекса входят две вспомогательные установки для подготовки разделки кромок труб и индукционной установки предварительного подогрева стыка.

Отличительными особенностями комплекса являются:

- высокая производительность (не ниже зарубежных аналогов);
- значительно переработанная конструкция ВЦС (улучшено прохождение кривых, остойчивость установки для попадания в зенит);
- привлекательная стоимость (по сравнению с существующим конкурентом производства США);
- ремонтпригодность.

Комплекс позволяет выполнять работы с наименьшим количеством задействованных машин, механизмов, ИТР, машинистов, операторов, сварщиков, монтажников и при этом в максимально сжатые сроки.

Средняя скорость проходки комплекса составляет 10 км/мес.

При необходимости АСОГО готова организовать инженерно-техническое сопровождение полного цикла сварочно-монтажных работ с привлечением прошедшего обучение и аттестованного в установленном порядке персонала.

**Отечественный многоголовочный сварочный центратор
АСМТ-1420 для сборки и сварки внутреннего (корневого) слоя
шва неповоротных кольцевых стыковых соединений труб.
Результаты квалификационных испытаний**

Ф.В. Квасов

*(ООО «Электрик-Дуговое оборудование»),
Р.О. Рамусь, А.Н. Александров, А.И. Цыплаков
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)*

Представлен проект создания отечественного комплекса оборудования для высокопроизводительной двухсторонней сварки магистральных трубопроводов, который включает автоматическую внутреннюю сварочную машину АСМТ-1420, автоматы наружной сварки и станок для подготовки кромок. В 2017 г. тематика проекта была признана приоритетным направлением гражданской промышленности в соответствии с государственной программой Российской Федерации «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности». Проект включает полный цикл работ по разработке, проектированию и изготовлению оборудования, входящего в состав комплекса. Отмечены основные результаты работы над проектированием и созданием оборудования.

Изложены основные этапы квалификационных испытаний автоматической внутренней сварочной машины АСМТ-1420 в рамках «Программы проведения экспертизы технических условий, совместных квалификационных и аттестационных испытаний сварочного оборудования производства ООО «ЭСО» и аттестационных испытаний технологии автоматической двухсторонней сварки газопроводов» с целью подтверждения соответствия оборудования и технологии сварки требованиям ПАО «Газпром».

Комплекс оценки сварочно-технологических свойств оборудования и материалов для дуговой сварки

*Ю.Н. Сараев, А.Г. Лунев, В.М. Семенчук
(Институт физики прочности и материаловедения СО РАН),
А.С. Гордынец
(Национальный исследовательский
Томский политехнический университет)*

В работе представлен комплекс оценки сварочно-технологических свойств для оборудования и материалов, применяемых при дуговой сварке плавлением. На основе изучения быстропротекающих процессов тепломассопереноса при дуговой сварке плавящимся электродом показаны преимущества разработанного комплекса перед традиционно применяемыми с использованием кино- и видеокамер с теневым принципом регистрации характеристик тепломассопереноса. Исследования быстро протекающих процессов выполняются с применением высокоскоростной видеосъемки в условиях лазерного когерентного излучения, улучшающего визуализацию изучаемого объекта – процесса плавления и переноса каждой капли электродного металла в условиях интенсивного светового излучения от электрической дуги.

В докладе приведены поясняющие схемы, алгоритмы управления, видеокадры отдельного сварочного микроцикла, примеры записи осциллограмм и графические представления изменений их количественных значений.

Регулирование свойств сварных соединений высокопрочных трубных сталей на основе оценки их реакции на термический цикл многодуговой сварки

*Л.А. Ефименко, И.Ю. Уткин
(РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина),
С.П. Севостьянов, Т.С. Есеев
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)*

При изготовлении труб и сварке трубопроводов применяется целая гамма сварочных процессов (автоматическая дуговая сварка под флюсом, в том числе многодуговая, ручная дуговая сварка, автоматическая дуговая сварка в среде защитных газов). Сравнительно новыми являются способы, основанные на использовании лазерного источника энергии: лазерно-гибридная и лазерная сварка с присадочным металлом.

На основе экспериментальных исследований изучена реакция высокопрочных сталей типа 10Г2ФБЮ на термические циклы указанных способов сварки.

Выполнен анализ изменения структуры и свойств в зоне термического влияния сварных соединений в зависимости от теплофизических условий.

Определены условия формирования предпочтительного структурно-фазового состава сварных соединений, обеспечивающего комплекс механических характеристик на уровне нормативных требований.

**Технологическое сопровождение работ по сварке
и неразрушающему контролю качества сварных соединений
при строительстве объектов ПАО «Газпром»**

*А.В. Петличенко, Р.О. Рамусь, Е.О. Стеклова,
С.В. Овечкин, О.А. Занкевич
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»),
Д.М. Гандуров, И.Г. Самородов
(ПАО «Газпром»)*

В докладе рассмотрены порядок выполнения, состав и результат работ по технологическому сопровождению подрядных организаций при строительстве объектов ПАО «Газпром» (МГ «Сила Сибири», КС «Славянская» и др.).

Приведены требования к проведению квалификационных испытаний технологий сварки для определения возможности применения при строительстве уникальных объектов ПАО «Газпром», результаты квалификационных испытаний технологий сварки.

Представлены требования к производственно-технологическим документам по сварке, неразрушающему контролю качества сварных соединений, разрабатываемых строительными организациями при проведении сварочно-монтажных работ.

Новое и модернизированное оборудование для сварки магистральных и промысловых газопроводов производства ЗАО «Уралтермосвар»

*Ю.Б. Ездаков
(ЗАО «Уралтермосвар»)*

В докладе приводятся описание, основные технические характеристики, назначение и возможности применения нового и модернизированного сварочного оборудования производства ЗАО «Уралтермосвар» для строительства и ремонта газопроводов:

- силовые генераторы и электростанции мощностью 6, 10 и 100 кВт;
- модернизированный комплектный полуавтомат для сварки корневого шва, заполняющих и облицовочных слоев: Урал-Мастер 500 с подающим механизмом ПДГО-512 Урал;
- инверторный источник Урал-Мастер 300 с функцией компенсации магнитного потока;
- инверторный источник для воздушно-плазменной резки Урал-Плазма 150 с машинкой для орбитальной резки труб Метеор-Урал.

Изложена концепция развития агрегатной сварочной техники, инверторных источников питания и подающих механизмов.

Мобильное оборудование завода «Технотрон» для сварки, резки и строжки трубопроводов

*О.Б. Гецкин
(НПП «Технотрон»)*

В докладе представлены результаты разработки новинок мобильного оборудования для строительства и ремонта трубопроводов.

Агрегат самоходный сварочный МКСТ предназначен для проведения работ по электродуговой сварке трубопроводов в полевых условиях. Агрегат собран на базе гусеничного шасси и включает в себя кран-манипулятор, изотермический контейнер с дизель-генератором 100 кВт, сварочное оборудование для ручной и автоматической сварки и резки, установку индукционного подогрева, палатку сварщика. Кроме того, может комплектоваться самоходным внутренним центратором, станком для подготовки кромок и другим необходимым оборудованием.

АГАТ 500 – автономный дизельный агрегат-электростанция для сварки, резки и строжки, а также работы в качестве источника питания 380/220 В мощностью 25 кВт. АГАТ 500 представляет собой дизельную электростанцию, обеспечивающую напряжение питания 380 и 220 В с номинальной мощностью 25 кВт. Электростанция установлена в шумозащитном кожухе, в который также устанавливается комплект сварочного оборудования или оборудования для резки и строжки. Температурный режим работы – от минус 40 до плюс 40 °С.

Основные преимущества автономного агрегата АГАТ 500:

- возможность работы в режиме электростанции мощностью 25 кВт (31,2 кВА) и в режиме питания сварочного оборудования, например два поста РДС по 250 А, или в комбинированном режиме.
- простое переоснащение любой комбинацией оборудования: для ручной дуговой сварки, механизированной сварки, ручной аргодуговой сварки, ручной и автоматической плазменной резки, строжки и т.д.

О работах группы «ИТС» в 2016–2017 гг. в нефтегазовом секторе

Д.Н. Работинский
(АО НПФ «ИТС»)

В Российской Федерации разработан проект стандарта ГОСТ Р «Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Сварочное оборудование». АО ЭМЗ «Фирма Сэлма» совместно с НПФ «ФЕБ» в линейке источников питания серии «ИТС» (серия источников для выполнения сварки трубных соединений) реализовывает требования данного проекта стандарта.

В докладе дано краткое описание особенностей аппаратов серии «ИТС»: оптимизированные для сварки трубопроводов сварочно-технологические свойства, инверторная силовая часть, цифровое управление, высокий IP и климатическое исполнение, позволяющее использовать источник в районах Крайнего Севера, а также готовность для работы от электростанции.

В докладе также отражена история развития ОАО «ЭСВА» и освоение данным предприятием единственного в России производства порошковых сварочных проволок, а также перспективы развития предприятия.

ПАО «ЭСВА», входящая в группу «ИТС», выполняет план по локализации производства порошковых проволок для строительства объектов трубопроводного транспорта. В докладе изложены преимущества герметичных проволок и особенности их применения для объектов нефтегазодобывающей отрасли.

**Бесшлаковые технологии сварки труб малого диаметра
с применением оборудования НПП «ТехноТрон» (Россия)
при строительстве промышленных и технологических
трубопроводов**

*С.И. Савчук (ООО «Стройгазконсалтинг»),
Р.О. Рамусь, С.В. Овечкин
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»),
О.Б. Гецкин
(НПП «ТехноТрон»)*

В докладе описан ход работ по испытанию бесшлаковых технологий сварки труб диаметром 108×12 мм на сварочном оборудовании производства НПП «ТехноТрон» (г. Чебоксары) марки «УАСТ-1 «Альфа» с использованием сварочных материалов производства ООО «СварМонтажСтрой» (г. Долгопрудный).

Приведены результаты испытаний, выполненных на производственной базе НПП «ТехноТрон» и ООО «НИИЦ СТНК «Спектр» (г. Москва) в рамках государственной программы Российской Федерации «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности» (постановление Правительства РФ от 15.04.2014 № 328), в частности проведение испытаний и внедрение в производство оборудования и материалов отечественных производителей.

Оборудование «КЭМЗ СВАРКА» для строительства и ремонта магистральных трубопроводов. Инновации. Надежность. Перспективы

*А.Г. Захаров
(ООО ПКФ «КЭМЗ СВАРКА»),
Р.М. Морозов, А.А. Маслова
(ПАО «ТЕМП»)*

В докладе изложена информация о новой технике, производимой под маркой «КЭМЗ СВАРКА», такой как центратор, АСК, станок обработки кромок. Рассматриваются следующие аспекты:

- функциональные возможности;
- технические характеристики;
- преимущества;
- новые возможности использования.

Перечислен фронт выполненных работ по доработке:

- штанги;
- роликов;
- концевого выключателя;
- гидросистемы с электроуправлением.

Среди конкурентных преимуществ компании-изготовителя можно выделить следующие:

- высокая квалификация сотрудников;
- соблюдение мировых стандартов качества;
- надежные технологии и решения;
- стратегическое партнерство;
- гибкость, адаптация решений под локальные требования, специфику.

Технологии сварки трубопроводов для транспортировки кислых сред

*Г. Грандор, М. Самер
(Serimax)*

В докладе приведены основные направления деятельности компании Serimax.

Содержится информация о материалах, выполненных на основе коррозионно-стойких сталей, – достижения компании Serimax.

Рассмотрены технологии для наземных трубопроводов, берегового непрерывного монтажа трубопроводов и производства морских работ.

Приведены технические решения компании для сварки коррозионно-стойких сталей:

- 13 % Cr;
- 22 и 25 % Cr;
- плакированные стали 316L/825/625.

Опыт ведения исполнительной документации

*Д.Н. Ахметов, А.В. Землянский, С.М. Лякишев
(ООО «СПК-Магистраль»)*

В докладе содержатся предложения по ведению исполнительной документации в электронном виде.

Приводятся примеры ведения исполнительной документации на зарубежных проектах. Акцентируется внимание на ведении сварочных журналов с одновременным ведением форм ежедневных рапортов по сварочным работам. Указывается на необязательность ведения прошитых журналов в рукописном виде при ведении исполнительной документации на зарубежных проектах. Рассмотрены предложения по введению в нормативную документацию Российской Федерации разрешения на ведение исполнительной документации преимущественно в электронном виде. Предлагаются формы заключений по неразрушающему контролю и сварке, адаптированные для ведения исполнительной документации в электронном виде. Рассмотрены преимущества такого подхода. Приведен пример ведения статистики по дефектам и индикациям несплошностей на основе предлагаемых форм.

Сварочные материалы на основе никеля (Ni) и их применение при строительстве резервуаров СПГ из стали на основе никеля (Ni)

*Х. Ватанабэ, Д. Кавата, Й. Кумагава
(Сварочный бизнес, Кобе Стeel, Лтд. / Kobe Steel, Ltd.)*

Природный газ считается более экологически чистой энергией по воздействию на окружающую среду, чем другие виды ископаемого топлива. Спрос на него неуклонно растет в качестве топлива для производства электроэнергии с точки зрения сокращения выбросов CO₂. Кроме того, требования по ограничению содержания оксидов азота и серы в выхлопных газах судов становятся жестче из года в год, и усиливается тенденция использования природного газа в качестве топлива для судов.

Природный газ транспортируется по системе трубопроводов, но ограничены места поставки природного газа недалеко от месторождения. Как правило, природный газ сжижается при транспортировке на большие расстояния или хранении. Поскольку температура сжижения крайне низка (минус 163 °С), для резервуаров СПГ используется сталь, содержащая 9 % Ni, которая имеет превосходную стойкость и прочность при низкой температуре.

В докладе описываются тип и свойства сварочных материалов для стали, содержащей 9 % Ni, освещаются основные тезисы по сварке, объясняются типы сплавов на основе Ni и их применение для криогенной температуры. Приводятся некоторые примеры применения для реальных резервуаров и высокоэффективного метода / процесса сварки.

Исследования и разработки по процессу сварки для снижения содержания диффузионного водорода

*Н. Мукаи, Т. Маруям, Р. Судзуки
(Сварочный бизнес, Кобе Стeel, Лтд. / Kobe Steel, Ltd.)*

Хорошо известно, что диффузионный водород сильно влияет на холодное растрескивание. Однако не совсем понятно, какие факторы в сварочных материалах влияют на содержание диффузионного водорода в металле сварного шва. Данное исследование показывает эффективность факторов, связанных со сварочной проволокой, на содержание диффузионного водорода при GMAW и FCAW. Также оно показывает влияние процесса сварки с низким содержанием водорода на каждый фактор.

Факторы, связанные со сварочной проволокой, по содержанию диффузионного водорода подразделяются на следующие классы: а) поверхность смазки; б) исходная влажность в флюсе и в) поглощенная влажность после производства.

Были подготовлены различные сварочные проволоки и измерено содержание диффузионного водорода. Наиболее влиятельным фактором является «б». Эффект «а» является наименьшим. Затем применяется процесс сварки с низким содержанием водорода и исследуется влияние на каждый фактор. В результате этот процесс устранил влияние факторов «а» и «в». О факторе «б»: есть небольшое влияние с безшовной порошковой проволокой, но большее влияние на уменьшение содержания диффузионного водорода получено с шовной порошковой проволокой. Существует вероятность того, что сварочный оператор или супервайзер сможет контролировать содержание диффузионного водорода в металле сварного шва, применяя данный процесс сварки.

Опыт организации устранения последствий аварии в пойменном участке подводного перехода МГ Ямбург – Тула-1

В.А. Лапин

(ООО «Газпром трансгаз Нижний Новгород»)

В докладе представлены результаты ремонтных работ по ликвидации последствий аварии в пойменном участке подводного перехода МГ Ямбург – Тула-1.

Особенность выполненных работ заключалась в применении нестандартных технических решений, позволивших осуществить замену участка МГ в условиях водонасыщенного грунта при наличии дополнительных нагрузок, обусловленных сложным рельефом местности – склоном береговой части к р. Сура, залеганием газопровода на уровне –2,5 м ниже дна реки в непосредственной близости к урезу воды.

В ходе ликвидации последствий был произведен большой объем земляных работ, были проведены берегоукрепительные мероприятия, мероприятия по водопонижению и водоотведению. Для обеспечения возможности выполнения сварочных работ были изготовлены специальные открытые полукессоны, позволившие выполнить сварку стыков в условиях постоянного водотока со дна котлована.

Выполненный комплекс ремонтных работ позволил приобрести практический опыт работ в водонасыщенных грунтах с подпорными жилами с применением новых технологий производства сварочно-монтажных работ в полукессоне собственного производства. Накопленный опыт в выполнении работ послужил стимулом в пересмотре оснащенности УАВР и ЛПУ МГ в части увеличения спектра применяемой спецоснастки, материалов и оборудования.

Исследование влияния эксплуатационных факторов на возможность применения технологии врезки под давлением в условиях нефтегазоперерабатывающих предприятий

*А.В. Бутин (ООО «Сервисная Компания ИНТРА»),
В.А. Ким (ГОУВПО «КНАГТУ»)*

В докладе рассматриваются вопросы комплексного подхода к техническому обслуживанию и ремонту трубопроводов, находящихся в эксплуатации на нефте-, газоперерабатывающих предприятиях. Предложена технология врезки под давлением с целью ремонта, технического обслуживания, а также подключения вновь вводимого оборудования на действующих трубопроводах с использованием оборудования марки ИНТРАФИТ.

Приведены результаты НИОКР по оценке влияния эксплуатационных факторов, воздействующих на деградацию структуры металла в процессе эксплуатации. В докладе приведены результаты исследований структуры сталей, требующие термообработки с целью снижения остаточных сварочных напряжений. Представлены результаты металлографических исследований структуры стали, подвергающейся механизмам коррозионного воздействия под влиянием перекачиваемой среды, определена глубина деградированного слоя по параметру «коэффициент организации структуры».

Произведены оценка и сравнительный анализ структуры сварного соединения в условиях выполнения стыковых сварных соединений, а также с использованием конструктивных узлов с нахлесточными сварными соединениями. Определено состояние структуры стали, влияние толщины свариваемых элементов в условиях сварки на стенде с моделированием процесса охлаждения согласно СТО Газпром 2-2.3-116-2016.

Предложен метод оценки напряженно-деформированного состояния материала узла врезки под давлением с использованием метода измерения коэрцитивной силы, метода магнитной памяти металла (ММПМ).

Производство проволок сплошного сечения для механизированной и автоматической сварки

В.В. Усов, В.А. Виноградова
(ООО «Судиславский завод сварочных материалов»),
С.В. Овечкин
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)

В докладе приводятся результаты квалификационных испытаний проволоки сплошного сечения марки Екатерина 70S-6 ($\varnothing 1,2$ мм), предназначенной для механизированной сварки корневого слоя шва неповоротных стыковых соединений газопроводов из труб класса прочности до K60 включительно, а также сравнение с аналогами иностранного производства.

Содержатся результаты квалификационных испытаний проволок сплошного сечения марок Св-08ГА ($\varnothing 3,0$; 4,0 мм) и Св-10НМА ($\varnothing 3,0$; 4,0 мм), предназначенных для автоматической сварки под слоем флюса.

Оснащение завода на технологических участках производства:

- электроды с основным видом покрытия для ручной дуговой сварки;
- электроды с целлюлозным видом покрытия для ручной дуговой сварки;
- проволоки сплошного сечения для механизированной и автоматической сварки.

**Локализация производства сварочных материалов в России.
Новые комплекты сварочного оборудования
для строительства объектов нефтегазового комплекса**

Ю.Н. Паршутин

(АО «Межгосметиз-Мценск» / Линкольн Электрик Россия)

В докладе представлены новые сварочные материалы производства АО «Межгосметиз-Мценск» и комплекты сварочного оборудования компании «Линкольн Электрик», предназначенные для сварки трубопроводов различного назначения. Предлагаемые продукты призваны заменить импортные сварочные материалы и устаревшее сварочное оборудование, повысить уровень качества процесса сварки и получить строительными компаниями наибольшую выгоду от каждого проекта по сооружению нефте- и газопроводов.

На производственных мощностях завода АО «Межгосметиз-Мценск» / Линкольн Электрик Россия запущены в эксплуатацию новейшие линии по изготовлению сварочной порошковой проволоки:

- МГМ 81Ni1-T – газозащитная порошковая проволока, предназначенная для механизированной и автоматической сварки труб с классом прочности K55–K60;

- МГМ 91Ni1-T – газозащитная порошковая проволока, предназначенная для механизированной и автоматической сварки труб с классом прочности K65;

- NR-207 – самозащитная порошковая проволока, предназначенная для механизированной сварки труб с классом прочности до K54;

- NR-208XP – самозащитная порошковая проволока, предназначенная для механизированной сварки труб с классом прочности до K55–K60;

- NR-232 – самозащитная порошковая проволока, предназначенная для механизированной сварки габаритных резервуаров из сталей марки С345-3 (09Г2С-12).

Кроме этого в докладе представлены новые комплекты сварочного оборудования с применением сварочных источников Power Wave S350 CE и Flextec 350X для механизированной и автоматической сварки трубопроводов.

**Импортозамещающая сварочная проволока производства
АО «Межгосметиз-Мценск» для сварки объектов нефтегазового
комплекса**

С.Н. Кравец
(ООО «Аргус СварСервис»)

В докладе представлена новая сварочная проволока сплошного сечения российского производства А-60. Проволока была разработана в результате совместных усилий технологов компании ООО «АПС» (ныне – ООО «Аргус СварСервис») и специалистов завода АО «Межгосметиз-Мценск». Целью данной разработки было улучшение качественных показателей сварного шва, прочностных характеристик сваренных изделий, а также повышение производительностью процесса сварки, что и определяет в конечном счете эффективность производства.

Проволока сплошного сечения марки А-60 ($\varnothing 1,0$ мм) соответствует требованиям ТУ 1227-030-56507372-2015 и нормативных документов ПАО «Газпром» в области сварки и может быть применена:

– для автоматической двухсторонней сварки проволокой сплошного сечения корневого, горячего прохода, заполняющих и облицовочного слоев шва кольцевых стыковых соединений газопроводов из сталей класса прочности свыше К54 до К60 включительно, реализуемой с применением сварочных автоматов Р-600 (П-600) или Р-700 (П-700) производства компании «CRC-Evans Automatic Welding», при строительстве, реконструкции и капитальном ремонте промышленных и магистральных газопроводов с рабочим давлением до 11,8 МПа включительно.

– механизированной сварки проволокой сплошного сечения участков корневого слоя шва, не выполненных из-за отказа внутренних сварочных головок соединений газопроводов из сталей класса прочности свыше К54 до К60 включительно, реализуемой с применением внутренней сварочной машины IWM производства компании «CRC-Evans Automatic Welding», при строительстве, реконструкции и капитальном ремонте промышленных и магистральных газопроводов с рабочим давлением до 11,8 МПа включительно.

В ходе применения проволоки продемонстрирована стабильность сварочно-технологических свойств.

В ходе применения проволоки не выявлены случаи несоответствий технологического процесса требованиям рабочих инструкций.

В планах рассматриваются новые возможности и области применения проволоки российского производства.

Шадринский электродный завод – производитель сварочных электродов для ручной дуговой сварки

*А.Н. Корчанов
(ООО «Шадринский электродный завод»)*

В докладе представлена информация о предприятии: краткая история развития; основные цели и задачи на сегодняшний день; сведения о системе управления качеством; выпускаемой номенклатуре сварочных электродов.

Также приведена информация об инновационной разработке сварочных электродов марки Goodel – 52U (Гудел – 52У) с основным покрытием. Данная марка предназначена преимущественно для ручной дуговой сварки стыков нефтегазопроводных труб и трубных элементов ответственных конструкций из углеродистых и низколегированных сталей на монтажных площадках и в трассовых условиях, при температуре до минус 50 °С.

Инновационные решения Кемппи для повышения качества и производительности сварочных работ в нефтегазовой отрасли

*Е.Н. Дмитриева
(ООО «Кемппи»)*

В докладе представлены возможности нового сварочного аппарата X8 MIG WELDER, в котором впервые реализована функция цифровых спецификаций процедур сварки, улучшающая контроль качества и избавляющая от необходимости использовать печатные спецификации процедур сварки. Модуль Control Pad – самый современный и одновременно практичный пользовательский интерфейс для настройки и регулировки, контроля сварочных параметров и просмотра спецификации процедуры сварки.

X8 MIG Welder подходит для синергетической и импульсной сварки MIG/MAG, ручной дуговой сварки (MMA), пайки MIG, наплавки и строжки. Интеллектуальное оборудование обеспечивает высокоточный контроль сварочной дуги, высочайшую производительность сварки (до 600 А) и полную интеграцию с программным обеспечением для управления сварочным производством WeldEye.

Помимо отличных характеристик стандартной сварки, этот сварочный аппарат со специальными процессами и функциями Kemppi Wise обеспечивает оптимальные характеристики дуги при любой сварке. Так, функция WiseSteel уменьшает количество брызг на 30 % и увеличивает скорость хода при сварке стали на 30 %, а технология RGT (сварка в узкую разделку) позволяет уменьшить объем соединения и, следовательно, снизить расход присадочных материалов на 25 % и сократить время горения сварочной дуги на 38 % при толщине материала 25 мм.

Кроме того в докладе представлен обзор новой линейки сварочных масок КЕМППИ серии GAMMA с принудительной подачей воздуха для защиты органов дыхания.

Расширение возможностей в сфере предварительного и сопутствующего подогрева

*Д.И. Куртуа, Н.И. Петриди
(ООО «Катран»)*

Компания КАТРАН является разработчиком и изготовителем оборудования для предварительного, сопутствующего (межслойного) подогрева сварных стыков и местной термообработки, оказывает услуги по термообработке, а также осуществляет обучение и аттестацию по специальности «оператор-термист на передвижных термических установках».

На данный момент проведены все испытания и осуществлен запуск в серийное производство установки индукционного нагрева серии ППЧ-50-10, которая позволяет:

- производить подогрев сварного стыка одновременно двумя индукторами с использованием наружного центратора;
- подключить один индуктор шириной 100 мм для предварительного подогрева перед автоматической сваркой (время нагрева трубы диаметром 1420×16 до 100 °С – 1 мин 15 с).

Индуктора серии НИГ к установке индукционного нагрева ППЧ-20-10 полностью совместимы с установкой ППЧ-50-10.

На установках индукционного нагрева ППЧ-20-10 и ППЧ-50-10 возможно проводить работы по местной термообработке индукционным и резистивным способами нагрева. Для данных установок был разработан новый индуктор для предварительного подогрева участка трубы для снятия заводской изоляции.

Преимущества данного индуктора: воздушное охлаждение; высокая скорость и точность нагрева; небольшой вес и экономичность; полностью совместим с ранее выпущенными установками индукционного нагрева ППЧ-20-10.

Разработана и запущена в серийное производство одноканальная установка резистивного нагрева мощностью 12 кВт.

Продукция компании включена в Реестр вспомогательного оборудования и материалов для выполнения сварочных монтажных работ ПАО «Газпром».

Оборудование индукционного нагрева

С.А. Рачков
(ООО «НПП «ЭЛТЕРМ-С»)

В докладе представлена линейка оборудования индукционного нагрева токами средней частоты, выпускаемого НПП «ЭЛТЕРМ-С».

Оборудование применяется для предварительного и сопутствующего подогрева сварных соединений при строительстве и ремонте трубопроводов, в том числе при проведении врезок под давлением на действующих магистральных газопроводах без остановки транспорта газа.

Кроме этого оборудование может применяться для термообработки после сварки, а также для подогрева наружной поверхности трубопровода перед нанесением защитного покрытия.

Выпускаемый ряд оборудования охватывает мощности установок от 16 до 630 кВт частотой от 250 Гц до 10 кГц. Эксплуатируется в трассовых условиях, условиях заводских цехов, ЛПУ, ТЭЦ.

Наибольшее количество установок мощностью от 30 до 50 кВт используется для подогрева и термообработки при сварке труб. Более мощные установки (160–630 кВт) используются при врезках на газопроводах без остановки транспортировки газа и при переизоляции трубопроводов. В докладе представлены новинки.

Предприятие разрабатывает и изготавливает оборудование индукционного нагрева различного технологического назначения, предназначенное для закалки, пайки, наплавки и нагрева с последующей механической деформацией.

Перспективы по оборудованию: расширение размерного ряда по мощности, разработка специальных производительных и надежных нагревателей, повышение уровня автоматизации установок, удобства в эксплуатации, замена аналогичного импортного оборудования произведенным на предприятии ООО «НПП «ЭЛТЕРМ-С».

Применение тепловизионной техники для обнаружения дефектов в сварных конструкциях нефтегазового профиля

*А.А. Антонов, Г.И. Макаров
(РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина)*

В докладе представлены результаты начального этапа работ по созданию новой технологии обнаружения дефектов в сварных конструкциях с помощью тепловизора. В настоящее время в промышленности наиболее активно используют пассивный метод теплового контроля изделия, когда зарегистрированное температурное поле исследуемого объекта сравнивают с эталонным полем распределения температур, и на этом основании фиксируют зоны температурных аномалий. Эта технология позволяет выявлять дефекты в конструкциях, имеющих иную температуру, чем температура окружающей среды.

В настоящее время на кафедре сварки и мониторинга нефтегазовых сооружений РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина проходит апробацию технология активного метода теплового контроля изделия, когда исследуемый участок сварной конструкции подвергается локальному тепловому воздействию, приводящему к возникновению временного стационарного температурного поля. В процессе выполнения эксперимента с помощью тепловизора, подключенного к персональному компьютеру (ноутбуку), осуществляется видеозапись цветных изображений временных стационарных температурных полей на поверхности изделия как в нагретом состоянии, так и после остывания. Нагрев конструкции производится до температур, не приводящих к возникновению каких-либо структурно-фазовых превращений в металле.

Наличие внутренних дефектов (газовые поры, шлаковые включения, несплошности, расслоения и т.п.) приводит к локальному изменению картины температурного поля в области дефекта (искажению изотерм). Поверхностные дефекты (трещины, непровары, несплавления и т.п.) еще сильнее влияют на картину распределения температур по поверхности исследуемой конструкции, так как помимо уменьшения нетто-сечения приводят к увеличению свободной поверхности конструкции в зоне дефекта. Выполненные к настоящему времени на кафедре эксперименты подтвердили возможность эффективного обнаружения искусственно созданных на листовых образцах труб дефектов типа поверхностных пор, расслоений металла и внутренних газовых пор.

Требования к имитатору сварочных термических циклов

*З.Х. Муртазина, А.В. Коновалов
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)*

Приведено краткое описание существующих имитаторов сварочных термических циклов. Обозначены недостатки рассмотренных установок. Предложены требования к новому имитатору сварочных термических циклов.

Вследствие локального тепловложения при сварке структура и свойства различных зон сварного соединения заметно различаются. В связи с тем, что размеры указанных участков ЗТВ невелики, исследовать свойства материала непосредственно на сварном соединении очень сложно. Существуют менее металлоемкие и более производительные методы исследования, например, путем имитации сварочного термического цикла (СТЦ) различных зон сварного соединения на образцах основного металла. Известные на сегодняшний день имитаторы входят в состав дилатометров и не всегда удовлетворяют параметрам СТЦ, который отличается:

- быстрым нагревом металла до температуры плавления (для точек, лежащих у линии сплавления);
- малой продолжительностью нагрева до высоких температур;
- быстрым охлаждением металла от высоких температур с уменьшением скорости охлаждения по мере падения температуры;
- уменьшением максимальной температуры нагрева по мере удаления от оси шва.

В связи с этим имитатор должен обеспечивать следующие характеристики:

- скорость нагрева образца – до 1000 К/с;
- скорость охлаждения образца – до 150 К/с;
- максимальная температура нагрева должна быть не менее 1400 °С для имитации СТЦ околосшовной зоны сварного соединения;
- прибор должен позволять проводить исследования различных материалов (стали, сплавы Al, Ti, Ni);
- размеры образца – до 10×10×150 для возможности последующего изготовления образца для испытаний на ударный изгиб.

В качестве прототипов можно рассматривать имитаторы в составе дилатометров Котрелла, ИМЕТ, ИЭС и ЛТП-4, которые были разработаны около 50 лет назад, а также более современные – КАМАТ и GLEEBLE. К основным недостаткам всех рассмотренных дилатометров относятся: низкие скорости охлаждения, неопределенность измерения температурных деформаций (измерения производятся в различных сечениях), наличие хрупких кварцевых деталей.

Для исключения выявленных у прототипов недостатков авторами приняты важные принципиальные решения:

1. Никаких хрупких стеклянных деталей.

2. Измерение температуры и деформаций (при снятии дилатограмм) должно выполняться в одном сечении образца для устранения неопределенности.

3. Нагрев образца выполнять протекающим током, что позволит обеспечить равномерный по сечению нагрев образца и сравнительно просто организовать управление процессом нагрева и охлаждения.

4. Образец охлаждать газовой смесью.

5. Управление имитатором, сбор, обработка, представление и сохранение результатов в цифровом виде должно выполняться компьютерной системой.

Исследование влияния остаточных сварочных напряжений на усталостную прочность усиленных патрубков (веллолетов)

*М.А. Пономарёв, А.С. Куркин
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)*

Особенностью сварных конструкций магистральных трубопроводов является наличие остаточных сварочных напряжений (ОСН), которые являются дополнительным силовым фактором, особенно сильно сказывающимся при циклических нагрузках. Степень влияния ОСН зависит от конкретной формы конструкции, ее закреплений и специфики внешней нагрузки.

В данной работе проведено исследование влияния ОСН на усталостную прочность веллолетов. Исследованию подвергались конструкции веллолетов с разным соотношением диаметров магистральной трубы и трубы отвода. Для установления степени влияния ОСН проводилось моделирование усталостного разрушения для моделей с ОСН и без них. ОСН получали путем моделирования процесса многопроходной сварки швов веллолета с магистральной трубой и веллолета с трубой отвода. Моделирование процесса многопроходной сварки и усталостного разрушения проводилось в программном комплексе ANSYS Workbench.

Результатами моделирования являются: распределение ОСН в конструкциях веллолетов, сравнительный анализ долговечности веллолетов при наличии и отсутствии ОСН, степень влияния ОСН на долговечность веллолетов.

Полученные результаты позволили выработать рекомендации по улучшению конструкций веллолетов.

Определение напряжений в сварных конструкциях при помощи локального нагрева

*С.В. Тихонов
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)*

При оценке технического состояния сварной конструкции возникает необходимость измерения уровня действующих в ней напряжений. Из известных методов измерения напряжений наиболее достоверные результаты дает метод сверления отверстия, но его недостатком является повреждение поверхности конструкции.

Проведенные исследования показали, что сверление отверстия можно заменить локальным нагревом поверхности. Напряжения, возникающие от температурного расширения нагреваемой зоны, взаимодействуют с измеряемыми напряжениями. С ростом температуры происходит снижение предела текучести материала, приводящее к появлению пластических деформаций. Совпадение знаков измеряемых напряжений и напряжений от нагрева ведет к увеличению возникающих пластических деформаций, а несовпадение – к их уменьшению.

Пластические деформации в нагретой зоне сохраняются после ее полного остывания. Измерение перемещений точек периметра этой зоны, возникших вследствие пластических деформаций, позволяет рассчитать действовавшие до нагрева напряжения.

Размеры и температура нагреваемой зоны зависят от параметров источника локального нагрева. Его характеристики должны обеспечивать постоянство вводимой энергии, а следовательно, и распределения температуры в зоне нагрева.

Предлагаемая методика позволяет изготовить компактный прибор для определения напряженного состояния в основном металле сварных конструкций, в частности, в линейной части магистральных трубопроводов, вне зоны концентрации напряжений.

Он может быть использован для измерения технологических напряжений, возникших при изготовлении конструкции, а также для определения параметров действующих на конструкцию эксплуатационных нагрузок.

Дуговая сварка намагниченных трубопроводов модулированным током

*С.В. Бакланов, Д.А. Маков
(ООО «Газпром трансгаз Томск»),
А.С. Киселёв, А.С. Гордынец
(Томский политехнический университет)*

В Томском политехническом университете предложено решение проблемы дуговой сварки намагниченных трубопроводов покрытыми электродами, которое основано на использовании разнополярных прямоугольных импульсов тока. Таким образом, существенно повышается производительность выполнения ремонтных работ с использованием дуговой сварки на магистральных трубопроводах, так как исключается операция по их размагничиванию, в частности, после предварительной магнитной дефектоскопии.

Известно, что при дуговой сварке трубопроводов по традиционной технологии самые серьезные требования предъявляют к формированию корневого слоя шва с гарантированным проплавлением в форме замочной скважины. В связи с этим рекомендовано применять модулированный ток с регулируемым силовым воздействием дуги на сварочную ванну благодаря дополнительным импульсам тока в период низкого энергетического уровня. Такой принцип обеспечивает дозирование теплоты, поступающей в сварочную ванну, и упрощает процесс сварки во всех пространственных положениях. Кроме того, способ сварки модулированным током менее критичен к величине зазора между кромок и их смещению, а также исключает залипание электрода.

С целью расширения технологических возможностей процесса дуговой сварки покрытыми электродами при возмущающем действии магнитного поля были проведены экспериментальные исследования влияния амплитудной модуляции разнополярных прямоугольных импульсов тока на условия формирования корневого слоя шва. Результаты проведенных испытаний подтвердили возможность управления процессом формирования шва, а также повышения качественных показателей неразъемных соединений.

Линейка сварочного оборудования Migatronic с технологией Intelligent Arc Control для сварки корневых швов трубопроводов

*Д.В. Краснопёров, В.В. Стэмповский
(ООО «НПФ Дюкон»)*

В докладе представлен обзор оборудования Migatronic для полуавтоматической, ручной аргонно-дуговой и ручной дуговой сварки. Приведены варианты применения оборудования Migatronic в производственных условиях структур и подрядчиков ПАО «Газпром».

Основной акцент сделан на последней линейке универсального оборудования для полуавтоматической сварки Sigma Select со всеми новейшими технологиями Migatronic – IAC, DUO PLUS, POWER ARC, PULSE, MIGALOG, MIGA JOB CONTROL, IGC, SEQUENCE, SEQUENCE REPEAT. Особое внимание уделено технологии IAC (Intelligent Arc Control), так как данная технология разработана специально для полуавтоматической сварки неповоротных кольцевых соединений трубопроводов в разделку с равномерным/неравномерным зазором. Помимо оборудования для полуавтоматической сварки в докладе представлено стандартное оборудование Migatronic для аргонно-дуговой и ручной дуговой сварки, а также воздушно-плазменной резки и плазменной сварки с подробным описанием особенностей и технологий Migatronic. Отдельное внимание уделено возможности использования всех технологий Migatronic в роботизированных комплексах. В финальной части доклада представлен краткий обзор завода Migatronic A/S, который разрабатывает и производит промышленное сварочное оборудование с 1970 г., а также краткая презентация ООО «НПФ Дюкон» – официального представителя Migatronic в России.

Контроль холодных трещин с помощью вихретоковых матриц

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

Известно, что применительно к магистральным газопроводам проблема свариваемости современных трубных сталей практически сводится к сопротивляемости сварных соединений образованию холодных трещин. Данный вопрос наиболее актуален при строительстве газопроводов в сложных климатических условиях Севера и решении экологических задач, связанных с необходимостью повышения надежности газопроводов.

Компанией Olympus было разработано эффективное решение для выявления поверхностных и подповерхностных трещин трубопроводов из углеродистой и легированных сталей – метод вихретоковых матриц (VTM).

В отличие от проникающего и магнитопорошкового методов контроля, технология VTM занимает значительно меньше времени и не требует больших операционных издержек. Использование вихретоковых матриц позволяет избежать таких дорогостоящих и сложных процедур, как снятие лакокрасочного и другого покрытия. Универсальный вихретоковый матричный преобразователь с взаимозаменяемыми призмами подходит для контроля широкого диапазона газопроводов и соединительных элементов.

Оборудование для ультразвукового контроля сварных соединений трубопроводов

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.

Сварочные материалы компании Voestalpine Böhler Welding для строительства газопроводов

*С.А. Курланов, В.С. Шарышев
(ООО «Фестальпине Бёлер Велдинг Раша»)*

Международный холдинг Voestalpine Böhler Welding предлагает следующую линейку сварочных материалов для строительства газопроводов, в том числе для магистрального газопровода «Сила Сибири»:

- проволока сплошного сечения BÖHLER SG3-P Ø 1,0 мм для автоматической сварки плавящимся электродом в среде активных газов и смесях (АПГ);
- проволоку сплошного сечения BÖHLER SG3-P Ø 1,2 мм для механизированной сварки в углекислом газе (МП) корневого слоя шва методами управляемого каплепереноса;
- проволока сплошного сечения BÖHLER SG3-P Ø 0,9 мм для автоматической сварки неплавящимся электродом в среде аргона (ААД) технологических газопроводов;
- порошковая проволока BÖHLER Ti 60-FD Ø 1,2 мм для автоматической сварки в среде активных газов и смесях (АППГ) заполняющих и облицовочного слоев шва;
- самозащитную порошковую проволоку BÖHLER PIPESHIELD 81 T8-FD Ø 2,0 мм для автоматической (АПС) и/или механизированной (МПС) сварки заполняющих и облицовочного слоев шва;
- электроды с рутилово-основным видом покрытия Phoenix K50 R Mod Ø 2,5 и 3,2 мм для ручной дуговой сварки корневого слоя шва;
- электроды с основным видом покрытия BÖHLER FOX EV Pipe Ø 2,5 и 3,2 мм для ручной дуговой сварки корневого слоя шва участков газопровода в зонах повышенной тектонической активности;
- электроды с основным видом покрытия BÖHLER FOX EV 60 Ø 3,2 и 4,0 мм для ручной дуговой сварки заполняющих и облицовочного слоев шва линейных участков газопровода;
- электроды с основным видом покрытия BÖHLER FOX EV 65 Ø 3,2 и 4,0 мм для ручной дуговой сварки заполняющих и облицовочного слоев шва участков газопровода в зонах повышенной тектонической активности.

Документы СДС ИНТЕРГАЗСЕРТ по сертификации продукции сварочного производства

*Е.М. Вышемирский, И.Б. Ананьев (ПАО «Газпром»),
Д.Г. Будревич, В.И. Беспалов (ООО АСЦ «ИТС СвП»)*

В докладе рассмотрены схема управления и участники Системы добровольной сертификации (СДС) ИНТЕРГАЗСЕРТ, включая Центральный орган системы «Оборудование и материалы для сварки, неразрушающего контроля сварных соединений и врезки под давлением».

Отдельное внимание уделено принципиальным схемам основных этапов сертификации продукции сварочного производства в СДС ИНТЕРГАЗСЕРТ.

Рассмотрены подходы к формированию отдельных правил сертификации продукции сварочного производства, включая типовые схемы сертификации, анализ состояния производства продукции и инспекции производства продукции, формирование групп однородной продукции, нормативов трудоемкости работ при сертификации.

IX Отраслевое совещание

**Состояние и основные направления
развития сварочного производства
ПАО «Газпром»**

Корректор	М.В. Булова
Верстка	Н.А. Владимиров, И.Ю. Белов
Обложка	И.Ю. Белов

Подписано к печати 07.11.2018 г.

Тираж 300 экз. Ф-т 60×84/16

Объем: 3,26 усл. печ. л.

Организаторы:

