

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ ПАО «ГАЗПРОМ» В ОБЛАСТИ СВАРКИ И КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И РЕМОНТЕ ГАЗОПРОВОДОВ

УДК 621.791

Е.М. Вышемирский, ПАО «Газпром» (Санкт-Петербург, РФ)

В статье рассмотрены основные направления реализации технической политики в области сварочного производства ПАО «Газпром». В их числе – совершенствование нормативной документации (НД), внедрение автоматических способов сварки, разработка и применение новых технологий, импортозамещение сварочного оборудования и материалов.

Отмечена необходимость повышения достоверности результатов неразрушающего контроля (НК) качества сварных соединений, внедрения современных систем НК качества сварных соединений, включая средства цифровой радиографии, автоматизированного и механизированного ультразвукового контроля.

Представлено важное направление реализации технической политики в области сварочного производства – аттестация новых технологий сварки и НК качества сварных соединений, экспертиза ТУ основного и вспомогательного сварочного оборудования, сварочных и вспомогательных материалов на соответствие техническим требованиям ПАО «Газпром».

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: СВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ, НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ, АТТЕСТАЦИЯ СПЕЦИАЛИСТОВ, АВТОМАТИЧЕСКАЯ СВАРКА В ЗАЩИТНЫХ ГАЗАХ, АРГОДУГОВАЯ СВАРКА, ЛАЗЕРНАЯ СВАРКА.

Проведение единой технической политики в области сварочного производства ПАО «Газпром», обеспечение и поддержание его высокого технического уровня являются одними из главных задач, стоящих перед Департаментом капитального ремонта.

Масштаб этих задач, в том числе в области сварочного производства, за последние годы вырос, что влечет необходимость проведения новых исследований и разработки новой НД, регламентирующей проведение сварки и контроль качества сварных соединений, как для новых инвестиционных проектов, так и для ремонта основных фондов ПАО «Газпром».

Ежегодно при проведении ремонтно-восстановительных работ в газотранспортной сети (ГТС) сваривается в общей сложности около 180 тыс. стыков. Этот объем работ выполняют сварщики

18 дочерних газотранспортных компаний, включая ОАО «Газпром трансгаз Беларусь», общей численностью 3129 человек, а также семи газодобывающих организаций численностью 784 человека. В 2015 г. в состав ПАО «Газпром» вошли ОсОО «Газпром Кыргызстан» (39 аттестованных сварщиков), ЗАО «Газпром Армения» (120 человек) и ОАО «Чеченгазпром» (21 специалист).

Необходимо отметить, что помимо проведения ремонтно-восстановительных и аварийных работ аттестованные ПАО «Газпром» сварщики выполняют такие уникальные сварочно-монтажные операции, как приварка разрезных фитингов и патрубков на действующих магистральных газопроводах (МГ) при работах по технологии врезки под давлением без стравливания газа. В 2012 г. на МГ «СЕГ-1» по этой технологии была выполне-

на приварка 38 фитингов (разрезных тройников) диаметром 1420 мм. Непрерывная приварка каждого тройника занимала 72 ч, рабочее давление в газопроводе при этом составляло 8,5–9,0 МПа. В настоящее время данное направление успешно развивается, поскольку позволяет избежать стравливания большого объема (в среднем около 200 млн м³/год) газа в атмосферу.

Важнейшими мероприятиями по реализации технической политики в области сварочного производства ПАО «Газпром» являются отраслевые совещания (рис. 1), которые проводятся с 2002 г. на регулярной основе. Главными документами, определяющими развитие направления на трехлетний период, являются программы развития сварочного производства (ЦКП РСП). В настоящее время действует шестая программа на период 2015–2017 гг. Основной итог ре-



Рис. 1. VIII отраслевое совещание «Состояние и основные направления развития сварочного производства ПАО «Газпром» (14–18 ноября 2016 г., ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)

ализации указанных программ и решений отраслевых совещаний – прежде всего разработка новой НД как по технологиям сварки для строительства, реконструкции и ремонта объектов Единой сети газоснабжения (магистральных и промышленных газопроводов), так и по контролю качества сварных соединений. Общее число разработанных НД составило на сегодняшний день 90 ед., 15 из них было разработано в 2015–2016 гг. Структура основных НД отражает Концепцию совершенствования нормативной документации по сварке и неразрушающему контролю сварных соединений, направленную на актуализацию НД, сокращение количества документов (на 30–40 %) и ранжирование их по уровням. В рамках данной Концепции предусмотрена разработка пяти новых СТО Газпром, которые позволят отменить примерно 25 НД разного уровня.

Последние годы Департамент капитального ремонта планомерно проводит политику, направлен-

ную на снижение влияния человеческого фактора и уменьшение объемов сварочных работ, выполняемых с применением ручной дуговой сварки (РДС). Реализация этой политики предусматривала введение в действие в январе 2014 г. Временных требований к организации сварочно-монтажных работ, применяемым технологиям сварки, НК качества сварных соединений и оснащенности подрядных организаций при строительстве, реконструкции и капитальном ремонте МГ ПАО «Газпром». Стоит отметить, что в следующем году данный документ получит статус СТО Газпром.

Значимым направлением реализации технической политики ПАО «Газпром» в области сварочного производства является совершенствование НД по аттестации специалистов, а также технологий сварки, сварочного оборудования и материалов. Одним из важных этапов в развитии данного направления стало разработанное совместно Де-

партаментом и Национальным агентством контроля сварки и введенное в действие с 1 сентября 2016 г. Положение об аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства, производственной аттестации технологий сварки, сварочного оборудования и сварочных материалов на объектах ПАО «Газпром».

К сожалению, требования к организации сварочно-монтажных работ, технологиям сварки, объемам, методам и нормам оценки качества сварных соединений при строительстве магистральных трубопроводов на федеральном уровне были сформулированы еще в 1970–1980 гг. и до 2012 г. не менялись, несмотря на динамичные изменения в отрасли. В то же время с 2012 г. отмечается вызывающее беспокойство у специалистов активное «параллельное» нормотворчество.

Так, с 1 июля 2015 г. под началом Технического комитета (ТК) 465 «Строительство» Федерального центра нормирования Мин-

строю России введен в действие СП 86.13330.2014 «Магистральные трубопроводы» (актуализированная редакция СНиП 111-42-80*) [1], содержащий в числе главных разделов раздел с требованиями к сварочно-монтажным работам при строительстве магистральных трубопроводов и НК качества сварных соединений.

В текущем году запланировано внесение на рассмотрение еще двух стандартов, а именно СП «Трубопроводы магистральные и промысловые для нефти и газа. Сварка и контроль ее выполнения» (ТК 465 «Строительство») и Межгосударственного стандарта «Система газоснабжения. Сварка. Технические требования» (ТК 23 «Нефтяная и газовая промышленность»).

Помимо этого СРО «НОСТРОЙ» в 2012 г. утвердила СТО НОСТРОЙ 2.10.64-2012 «Сварочные работы. Правила, контроль выполнения и требования к результатам» [2], содержащий раздел «Сварка магистральных трубопроводов, включая врезку под давлением».

Указанные НД разработаны и внесены на рассмотрение разными коллективами, не ранжированы, насыщены излишними подробностями, но при этом не содержат описание таких новых технологий, как лазерная и гибридная сварка, комбинированная контактно-дуговая сварка, и ряда других. При этом введенный в действие 1 июля 2016 г. Федеральный закон № ФЗ-162 «О стандартизации в Российской Федерации» [3] недвусмысленно говорит о необходимости «достижения консенсуса при разработке стандартов» и «непротиворечивости национальных стандартов друг другу».

Хотелось бы подчеркнуть, что в данной ситуации ключевая (координирующая) роль при разработке и экспертизе стандартов по сварке и контролю должна быть отведена ТК 364 «Сварка и родственные процессы», а по сварке и НК качества сварных соедине-

ний магистральных трубопроводов вообще желательно принятие одного НД. Альтернативным решением может считаться ранжирование существующих НД с уточнением области применения каждого документа.

До последнего времени главным и единственным федеральным НД, регламентирующим строительно-монтажные работы при строительстве магистральных трубопроводов, был СНиП III-42-80* (сегодня это СП 86.13330.2014) «Магистральные трубопроводы», содержащий основные требования к сборке, сварке и НК качества сварных соединений магистральных трубопроводов. Несмотря на то что он переутверждался и переиздавался неоднократно, требования не менялись до 2014 г. Все предыдущие редакции СНиП не учитывали новых технологий – соответственно, не менялись требования к НК качества сварных соединений. Основным методом НК вплоть до 2014 г. был радиографический контроль, что было связано, в первую очередь, с широким применением (до 2000-х гг.) технологий ручной дуговой сварки, автоматической сварки под флюсом и ряда других в заводскую стандартную (широкую) разделку кромок труб. И только в 2014 г. упомянутая новая версия СНиП – СП 86.13330.2014 – существенно изменила эти требования.

С июля 2015 г. объемы и методы НК определяются в операционных технологических картах (по сути, отраслевыми НД), при этом самым важным и обязательным является требование выявления всех недопустимых дефектов.

Модификация требований к объемам и методам НК качества сварных соединений была объективно правильной и, безусловно, связана со значительными изменениями технических параметров МГ, труб и соединительных деталей трубопроводов (СДТ) и, соответственно, с изменениями требований к свойствам кольцевых сварных соединений.

Все это, а также необходимость достижения более высокого качества сварных соединений МГ потребовало широкого применения новых технологий, таких как одно- и двухсторонняя автоматическая многоваликовая сварка в смеси защитных газов (аргон + CO₂) в узкую перетачиваемую разделку. Эти технологии потребовали изменения геометрических параметров разделки кромок труб.

Новые технологии сварки с использованием автоматических комплексов в настоящее время обеспечивают быстрый темп строительства МГ и высокое качество кольцевых сварных соединений. Однако применение этих способов, несмотря на указанные достоинства, вызвало появление характерных дефектов, таких как межваликовое несплавление и несплавление по кромке.

Поэтому на сегодняшний день важен выбор не только оптимальной технологии сварки, но и современных физических методов НК, повышающих достоверность контроля и выявления всех недопустимых дефектов, с учетом новых узких разделок кромок и толщин свариваемых труб. К этим решениям прежде всего относится применение автоматизированного и механизированного ультразвукового контроля качества сварных соединений, а также цифровой радиографии.

Если говорить о требованиях ПАО «Газпром» в части НК качества сварных соединений, то главным НД выступает СТО Газпром 2-2.4-083-2006 [4]. Согласно этому документу еще 11 лет назад были определены условия, при которых ультразвуковой контроль допускается в качестве основного физического метода контроля качества сварных соединений.

После ввода в действие СТО Газпром 2-2.4-083-2006 при реализации новых инвестиционных проектов МГ потребовалась разработка дополнительных НД (методик) для выполнения работ



Рис. 2. Квалификационные испытания средств НК качества сварных соединений на площадке Опытно-экспериментального центра ООО «Газпром ВНИИГАЗ»

по неразрушающему ультразвуковому контролю качества сварных соединений.

В этой связи необходимо отметить успешное применение автоматизированного ультразвукового контроля при строительстве морского участка МГ «Бованенково – Ухта» (рис. 7), морского газопровода «Джубга – Лазаревское – Сочи» и перехода через пролив Невельского МГ «Сахалин – Хабаровск – Владивосток». Несмотря на сложность внедрения механизированного и автоматизированного ультразвукового контроля в условиях сухопутных МГ, в настоящее время в этом направлении заметны существенные изменения, чему, безусловно, способствовали мероприятия последних лет, главными из которых являются квалификационные испытания средств НК качества кольцевых сварных соединений, проведенные в 2014 г. в ООО «Газпром ВНИИГАЗ» (рис. 2). Их результаты послужили основой формирования Реестра средств неразрушающего контроля качества сварных соединений.

Продолжается работа по созданию систем цифрового радиографического контроля, выявляющих размеры дефектов сварных соединений, в том числе по высоте, и обеспечивающих высокую достоверность контроля. Этим занимаются ООО «АСК-Рентген», Томский политехнический университет. Также следует отметить разработку и успешные квалификационные испытания установки автоматизированного ультразвукового контроля качества сварных соединений, предназначенной для НК качества кольцевых сварных соединений, выполненных контактной стыковой сваркой оплавлением (КСО), проведенные ФГАУ «НУЦ СК при МГТУ им. Н.Э. Баумана».

За истекшие три года ООО «Газпром ВНИИГАЗ» совместно с ФГАУ «НУЦ СК при МГТУ им. Н.Э. Баумана», РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, ООО «НИИУ СТНК «Спектр» выполнили масштабный комплекс исследований с разработкой НД, в том числе для новых уникальных инвестиционных проектов:

- технические требования к сварке и НК качества сварных соединений при строительстве МГ «Сила Сибири» и Изменение № 1;
- НД по контактной и комбинированной контактно-дуговой сварке для строительства газопроводов;
- НД по технологиям подводной сварки;
- НД по сварке узлов трубопроводов.

Благодаря техническому перевооружению российских трубных компаний отечественные электросварные трубы для МГ сегодня считаются одними из лучших в мире. То же можно сказать и о соединительных деталях трубопроводов (СДТ). Проблема поставок штампованных тройников диаметром 1400 мм на сегодняшний день успешно решена отечественными производителями. Следующим шагом на пути реализации стратегии импортозамещения в производстве СДТ станет освоение выпуска усиленных патрубков (веллолетов) и разрезных тройников для выполнения работ по тех-

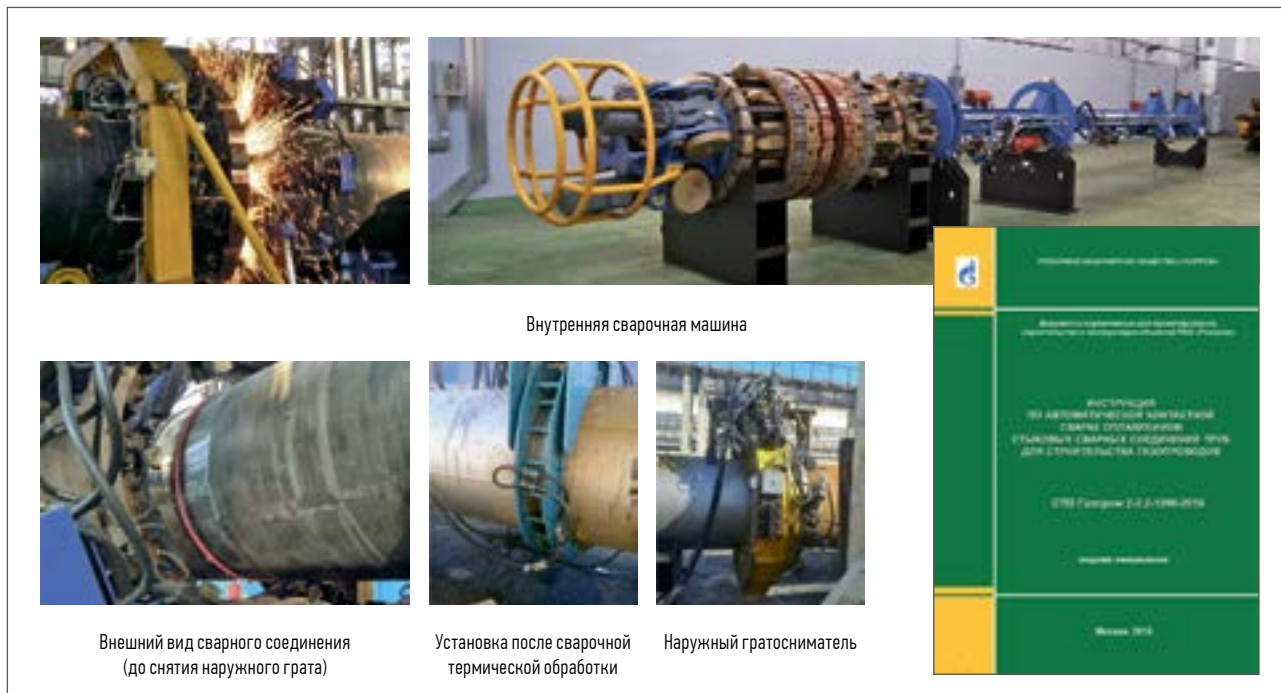


Рис. 3. Комплекс автоматической контактной стыковой сварки оплавлением (КСО) труб большого диаметра от DN 1000 до DN 1400 российского производства

нологии врезки под давлением. В настоящее время по ним уже разработаны Технические требования и Программа натурных испытаний, проведены испытания и согласованы ТУ (ООО «Этерно»), проведен технологический аудит производства (ООО «ИЦ «Стройэнерго»).

В части импортозамещения сварочного оборудования, применяемого на объектах ПАО «Газпром», следует отметить, что компания давно проводит планомерную политику, направленную на преимущественное использование отечественной продукции. На сегодняшний день дочерними компаниями «Газпрома» используется сварочное оборудование, более чем на 90 % состоящее из российской продукции. Этот объем может быть расширен за счет использования новых разработок отечественных производителей. К примеру, при строительстве линейной части МГ целесообразно больше внимания уделять автоматической сварке в защитных газах с применением источников и сварочных головок отечественного производства ООО «НПП

«ТехноТрон», ЗАО «НПФ «ИТС», ООО «Нефтекамский завод трубопроводного оборудования» и др.

То же относится и к применению механизированной сварки с управляемым каплепереносом с использованием оборудования, произведенного, например, ЗАО «Уралтермосвар», ЗАО «НПФ «ИТС», ООО «НПП «ТехноТрон» и т. д.

При сварке трубопроводов технологической обвязки (до 200 мм) эффективно применение автоматической аргонодуговой сварки неплавящимся электродом автоматическими сварочными головками ОКА производства ООО «НПП «ТехноТрон», а также механизированной аргонодуговой сварки неплавящимся электродом. Достоинство этой технологии – более высокая производительность по сравнению с ручной сваркой.

К числу новых разработок относится модернизация советских технологий сварки, готовых к практическому применению и не имеющих зарубежных аналогов, таких как:

- модернизированная технология автоматической сварки с

принудительным формированием шва – «Стык»;

- технология автоматической контактной стыковой сварки оплавлением (КСО) (рис. 3);

- технологии автоматической комбинированной контактно-дуговой сварки оплавлением;

- технология автоматической контактной стыковой сварки оплавлением (КСО) при строительстве и капитальном ремонте газопроводов-отводов до 300 мм включительно;

- технология лазерной орбитальной сварки неповоротных стыков труб большого диаметра и больших толщин с применением присадочной проволоки.

Технология лазерной сварки неповоротных стыков труб разработана ООО «УТС-Интеграция» и ООО «ИРЭ Полюс», о ее уникальности и высокой производительности говорят представленные на рис. 4 разделки кромок с притуплением на 5–8 мм и более и раскрытием всего 4 мм для лазерной сварки. Технология обеспечивает минимальный объем наплавленного металла

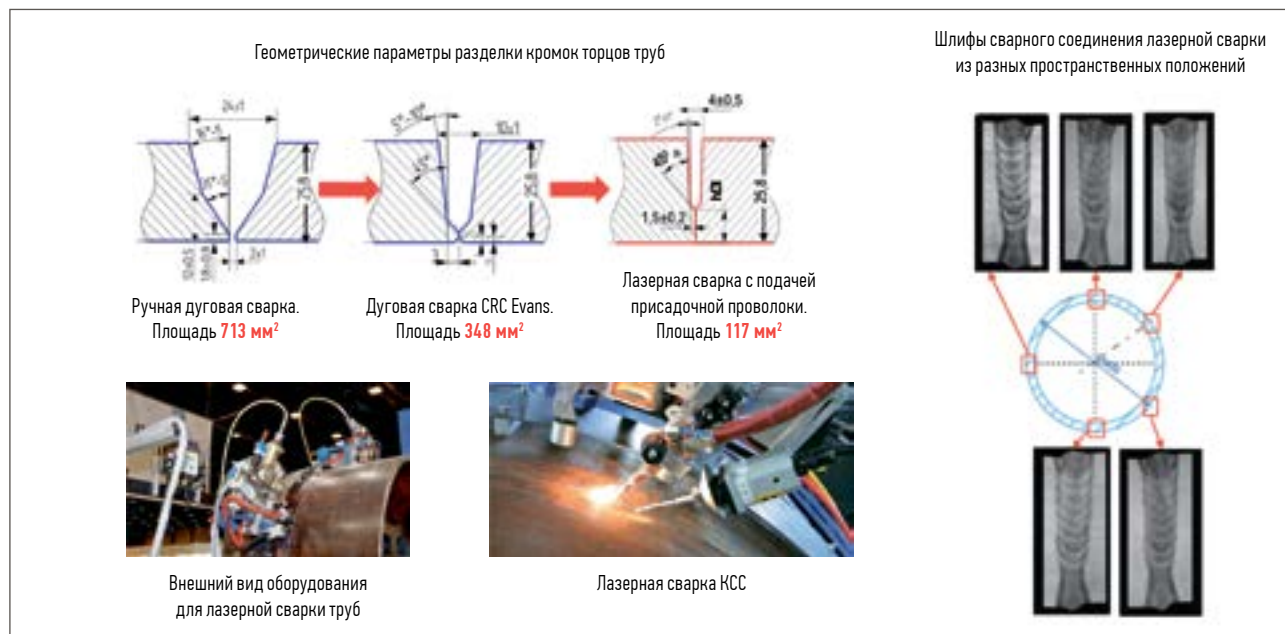


Рис. 4. Инновационная отечественная технология лазерной сварки неповоротных кольцевых стыковых соединений труб

(в 3 раза меньше, чем у самой высокопроизводительной технологии автоматической сварки с применением комплекса CRC-Evans AW), высокую скорость

сварки (свыше 1 м/мин). Сварное соединение обладает высокими прочностными характеристиками. По технологии лазерной сварки в настоящее время завершены

основные этапы квалификационных испытаний (за исключением испытаний в климатической камере) и разработана Технологическая инструкция.

СГОРАЯ, СОЕДИНЯТЬ!

www.szsm-weld.ru

Сварочные материалы для всех отраслей промышленности

**СУДИСЛАВСКИЙ ЗАВОД
СВАРОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Торговый дом:
ООО «СЗСМ-ИНВЕСТ»
Челябинск, (351) 778-04-83 (84)
info@szsm-invest.ru

Региональные склады:
Москва, (495) 785-37-03 (многокан.)
Ивантеевка, (495) 741-70-31
Екатеринбург, (343) 295-82-41
Челябинск, (351) 269-78-07 (13)
Иркутск, (3952) 28-76-51

ООО «Судиславский завод сварочных материалов» - завод-изготовитель сварочных электродов и проволоки

БОЛЕЕ 20 ЛЕТ НА РЫНКЕ СВАРОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Общая производственная мощность завода по электродам – **19 800 тонн/год**,
в т.ч. для нужд нефтегазового комплекса – **9 600 тонн/год**.
Производственные мощности по сварочной проволоке – **5 000 тонн/год**.

Импортозамещение сварочных материалов для автоматической, механизированной и ручной дуговой сварки газопроводов

Наименование сварочных материалов	Кол-во марок сварочных материалов, выпускаемых на территории РФ		Наименование производителя сварочных материалов
	на 1 января 2015 г.	на 1 апреля 2017 г.	
Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки (диаметром 2,5; 3,2; 4,0 мм) труб класса прочности до К60	15	23	<ul style="list-style-type: none"> • ООО «Судиславский завод сварочных материалов» (г. Судиславль); • ООО «ЭСАБ-СВЭЛ» (г. Санкт-Петербург); • ЗАО «Электродный завод» (г. Санкт-Петербург); • ООО «НПЦ «Сварочные материалы» (г. Краснодар); • АО «Межгосметиз-Мценск» (г. Мценск); • ЗАО «Завод сварочных электродов «СИБЭС» (г. Тюмень); • ООО «Лосиноостровский электродный завод» (г. Москва).
Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки (диаметром 2,5; 3,2; 4,0 мм) труб класса прочности К65	0	1*	<ul style="list-style-type: none"> • ЗАО «Электродный завод» (г. Санкт-Петербург)
Проволоки сплошного сечения для сварки в среде защитных газов (диаметром 0,9; 1,0; 1,2 мм)	0	3 + 2**	<ul style="list-style-type: none"> • ООО «СварМонтажСтрой» (г. Долгопрудный); • ООО «Судиславский завод сварочных материалов» (г. Судиславль)**; • АО «Межгосметиз-Мценск» (г. Мценск).
Порошковые проволоки для сварки в среде защитных газов (диаметром 1,0; 1,2 мм)	2	3	<ul style="list-style-type: none"> • ЗАО «НПФ «ИТС» (г. Калининград)
Проволоки сплошного сечения для сварки под флюсом (диаметром 3,0; 4,0 мм)	0	2 + 1***	<ul style="list-style-type: none"> • ООО «Судиславский завод сварочных материалов» (г. Судиславль)
Флюсы керамические (агломерированные) для дуговой сварки в сочетании с проволоками сплошного сечения	1	2	<ul style="list-style-type: none"> • АО «Челябинский трубопрокатный завод» (г. Челябинск); • ООО «ЭСАБ-СВЭЛ» (г. Санкт-Петербург).
Самозащитные порошковые проволоки	0	0	<ul style="list-style-type: none"> • Прорабатывается вопрос производства на территории Российской Федерации (ЗАО «НПФ «ИТС», Россия, и Hobart Brothers, США)

* Изготовлена опытная партия, подготовлена программа предварительных испытаний.

** Две марки проходят аттестацию.

*** Одна марка проходит испытания.

За последние два года проведена работа по импортозамещению 15 марок сварочных материалов (таблица), в их числе:

- 8 марок электродов для ручной дуговой сварки;
- 1 марка порошковой проволоки для сварки в среде защитных газов;
- 3 марки проволок сплошного сечения для сварки в среде защитных газов;
- 2 марки проволок сплошного сечения для сварки под флюсом;
- 1 марка керамического флюса для сварки.

Новые сварочные материалы аттестованы и внесены в Реестр сварочных материалов, разре-

шенных к применению на объектах ПАО «Газпром». На сегодняшний день в данном Реестре продукцией российского производства не замещены только самозащитные порошковые проволоки и электроды для сварки труб класса прочности К65. Однако от российских компаний ожидаются заявки на аттестацию по данным позициям.

Важным направлением реализации технической политики в области сварочного производства является постоянная работа, связанная с аттестацией новых технологий, экспертизой ТУ основного и вспомогательного сварочного оборудования, сварочных

и вспомогательных материалов на соответствие техническим требованиям ПАО «Газпром». Важным итогом этой работы является формирование базы данных – реестров по сварочному производству.

В настоящее время восемь таких реестров актуализированы, разделены по направлениям сварочного производства и размещены на сайте ООО «Газпром ВНИИГАЗ». По мере аттестации они постоянно пополняются в режиме on-line.

За последние два года головной экспертной организацией (ГЭО) – ООО «Газпром ВНИИГАЗ» в рамках указанных СТО было проведено



Рис. 5. Смотр-конкурс профессионального мастерства на звание «Лучший сварщик ПАО «Газпром» – 2015» (21–25 сентября 2015 г., ОАО «Газпром трансгаз Беларусь»)

24 аттестации новых технологий сварки, выполнена экспертиза 15 ТУ и проведены квалификационные испытания сварочного оборудования, а также экспертиза 34 ТУ и квалификационные испытания сварочных материалов. В этот же период были переизданы два специализированных справочника: в 2015 г. – по сварочному оборудованию и в 2016 г. – по средствам НК качества сварных соединений.

Важным направлением реализации технической политики являются организация и проведение в соответствии с утвержденным План-графиком инспекционного контроля сварочного производства на заводах – изготовителях труб, деталей

узлов трубопроводов и технологического оборудования для ПАО «Газпром». Эту работу проводит ООО «Газпром газнадзор» совместно со специалистами лаборатории сварки и контроля ООО «Газпром ВНИИГАЗ». Результаты проверок предоставляются в Департамент.

В завершение следует сказать о важности профессиональной подготовки сварщика наравне с повышением престижа этой профессии. Значимую роль в этом процессе играют корпоративные, всероссийские и международные конкурсы профессионального мастерства, в которых специалисты-сварщики дочерних компаний ПАО «Газпром» принимают регулярное участие и побеждают.

На рис. 5 представлены яркие моменты последнего смотра-конкурса на звание «Лучший сварщик ПАО «Газпром» – 2015», прошедшего в ОАО «Газпром трансгаз Беларусь» в сентябре 2015 г.

Победитель этого смотра-конкурса Сергей Силантьев (ООО «Газпром добыча Надым») в январе 2017 г. занял 1-е место на Всероссийском конкурсе профессионального мастерства «Лучший по профессии» в номинации «Лучший сварщик ручной дуговой сварки», а в июне 2017 г. стал победителем в самой престижной номинации «Ручная электродуговая сварка» на международном конкурсе сварщиков «2017 Shanghai «ArcCup» Competition» в г. Шанхае (КНР). ■

ЛИТЕРАТУРА

1. СП 86.13330.2014. Магистральные трубопроводы (актуализированная редакция СНиП 111-42-80*) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200111111> (дата обращения: 05.06.2017).
2. СТО НОСТРОЙ 2.10.64–2012. Сварочные работы. Правила, контроль выполнения и требования к результатам [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://nostroy.ru/department/department_tehnicoskogo_regulir/sto/%D0%A1%D0%A2%D0%9E%20%D0%9D%D0%9E%D0%A1%D0%A2%D0%A0%D0%9E%D0%99%202.10.64-2012.pdf (дата обращения: 05.06.2017).
3. Федеральный закон РФ от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://fzrf.su/zakon/o-standartizacii-162-fz> (дата обращения: 05.06.2017).
4. СТО Газпром 2-2.4-083–2006. Инструкция по неразрушающим методам контроля качества сварных соединений при строительстве и ремонте промышленных и магистральных газопроводов [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/51/51511/ (дата обращения: 05.06.2017).