

УДК 624.014.078.45

Е.М. Вышемирский, ПАО «Газпром»

## Совершенствование нормативной базы по сварке и контролю качества сварных соединений магистральных газопроводов. Современные технологии сварки и контроля

В статье рассмотрено состояние нормативной базы по сварке и неразрушающему контролю качества сварных соединений на объектах ПАО «Газпром», показан ход работ по ее совершенствованию.

Отмечена важная роль программ развития сварочного производства ПАО «Газпром», в том числе в организации разработки новых нормативных документов (НД) по сварочному производству и неразрушающему контролю.

Отмечены особенности структуры НД, связанные с реализацией масштабной инвестиционной программы по строительству объектов магистральных газопроводов (МГ), а также с необходимостью выполнения ежегодного капремонта крупнейшей газотранспортной системы МГ.

Уделено внимание реализации концепции совершенствования НД: актуализации, сокращению количества и повышению качества НД, систематизации (ранжирование НД по уровням).

Проанализированы изменения технических параметров газопроводов, труб и соединительных деталей трубопроводов за последние 15 лет, что вызвало необходимость применения при строительстве магистральных газопроводов новых технологий сварки в узкую перетачиваемую разделку кромок и современных средств и технологий неразрушающего контроля качества сварных соединений. Перечислены изменения требований нормативных документов РФ и ПАО «Газпром».

Рассмотрено развитие неразрушающего контроля качества сварных соединений магистральных газопроводов, дана информация о результатах крупнейших квалификационных испытаний средств неразрушающего контроля качества сварных соединений, проведенных в 2014 г., приведены примеры современных разработок и отмечен высокий уровень отечественных средств автоматизированного и механизированного ультразвукового, а также радиационного цифрового контроля.

Большое внимание уделено современным технологиям и комплексам автоматической сварки магистральных газопроводов, прежде всего отечественным разработкам, не имеющим аналогов в мире, а именно – комплексу лазерной сварки труб большого диаметра, комплексу контактной стыковой сварки труб, комплексу автоматической сварки труб порошковой проволокой с принудительным формированием шва, механизированной аргонодуговой сварке труб и т. д.

**Ключевые слова:** газопровод, сварка, диагностика, контроль качества сварных соединений, неразрушающий контроль, технологии сварки, нормативный документ.

.....

*Ye.M. Vyshemirskiy, Gazprom PJSC*

## Regulatory system improvement for welding and welded joints quality control of main gas pipelines. Modern welding and control technologies

The article considers the status of the regulatory system for welding and non-destructive quality control of welded joints at the facilities of Gazprom PJSC and shows the progress of improvement.

An important role of the welding production development programs in Gazprom PJSC is noted, including the organization of new regulations development for the welding production.

The special aspects are noted for regulatory documents structure related to the implementation of large-scale investment program for the construction of the main gas pipelines (MGP), as well as the need to perform the annual overhaul of the largest gas transportation system of MGP.

Attention is paid to the organization of regulatory documents (RD) development for welding and non-destructive testing, as well as implementation of the Concept of regulatory documents update (update, RD quantity reduction and quality improve, filing (RD ranking by levels).

Changes of technical parameters of gas pipelines, pipes and pipeline fittings for the past 15 years are shown, and this made it necessary to use new technologies of narrow reface bevels welding and to use modern means and technologies for non-destructive quality control of welded joints in the construction of the main gas pipelines. The changes of the Russian Federation and Gazprom CJSC regulations requirements are shown.

The development of non-destructive quality control of welded joints of main gas pipelines is considered, the information about the results of the largest qualification tests of non-destructive test means of welded joints conducted in 2014 is provided, the examples of modern developments are provided and a high level of domestic developments of automated and mechanized ultrasonic testing means are marked, as well as for digital radiation control.

A lot of attention is paid to modern technologies and automatic welding stations of main gas pipelines, especially of domestic development that has no analogues in the world – in particular, the laser welding station for large diameter pipes, butt welding station for pipes, automatic flux cored wire welding station for pipes with forced weld formation, mechanized TIG welding station for pipes and etc.

**Keywords:** gas pipeline, welding, diagnostics, quality control of welded joints, non-destructive testing, welding technologies, regulatory document.

В настоящее время ПАО «Газпром» эксплуатирует крупнейшую в мире газотранспортную систему (ГТС), а именно более 170 тыс. км магистральных газопроводов. Для обеспечения надежности работы ГТС ежегодно выполняется ее капитальный ремонт. Кроме того, силами дочерних обществ выполняются ремонтно-восстановительные работы, при которых сваривается более 200 тыс. кольцевых сварных соединений.

С начала 2000-х гг. ПАО «Газпром» осуществляет реализацию масштабных инвестиционных проектов по строительству новых, в том числе уникальных магистральных газопроводов.

Главными документами, определяющими развитие сварочного производства ПАО «Газпром», являются целевые комплексные программы развития сварочного производства (ЦКП РСП). Сейчас действует 5-я программа, рассчитанная на 2015–2017 гг. Главным итогом реализации программ является разработка новых НД как по технологиям сварки для строительства, реконструкции и ремонта объектов Единой системы газоснабжения (ЕСГ) (магистральных и промысловых газопроводов), так и по контролю качества сварных соединений. За последние 10 лет была организована разработка в общей сложности 88 нормативных документов.

Кроме того, в настоящее время реализуется концепция совершенствования НД по сварке и неразрушающему контролю сварных соединений (НК СС), направленная на актуализацию НД, сокращение их количества и ранжирование по уровням.

Так, например, при разработке основополагающих (базовых) нормативных документов 1-го уровня (рис. 1) произойдет существенное сокращение количества НД за счет отмены действующих, а именно: СТО 136 отменит 13 действующих НД, СТО 083 – 2 НД, СТО 137 – 5 НД, «ВТ» перейдут в категорию СТО Газпром.

При этом в базовых актуализированных НД также найдут отражение ряд положений и требований, предусмотренных отдельными НД 3-го уровня – объектовыми инструкциями и техническими требованиями более позднего периода. К сожалению, на федеральном уровне НД, определяющие требования к организации сварочно-монтажных работ, технологиям сварки, объемам, методам и нормам оценки качества СС при строительстве магистральных трубопроводов (МТ), главным образом были сформированы в 1970–1980 гг. и до 2012 г. не развивались. А с 2012 г. отмечается активное, но параллельное нормотворчество, которое не может не беспокоить, и вот почему!

Уже сегодня (точнее, в 2014 г. и с 1 июля 2015 г.) введены в действие 2 НД: ФНиП «Требования к производству сварочных работ на ОПО» (к которому, отмечу, вопросов нет – краткий лаконичный документ в 10 страницах) и СП 86.13330.2014 «Магистральные трубопроводы» (актуализированная редакция СНиП 111-42-80\*), содержащий большой объем требований к сварочно-монтажным работам при строительстве МТ и НК СС. Общий объем СП составляет 199 страниц.

В этом году запланировано внесение двумя техническими комитетами – а именно ТК 465 «Строительство» и ТК 23 «Нефтяная и газовая промышленность» – двух НД: СП «Трубопроводы магистральные и промысловые для нефти и газа. Сварка и контроль ее выполнения» (111 страниц) и Межгосударственного стандарта «Система газоснабжения. Сварка. Технические требования» (45 страниц).

Таким образом, в 2016 г. запланированы утверждение и ввод еще двух НД, определяющих требования к выполнению сварочно-монтажных работ, технологиям сварки и НК СС при строительстве МТ. Но это еще не все! В 2012 г. введен в действие НД СТО НОСТРОЙ 2.10.64 «Сварочные работы», содержащий такие же требования в разделе 14.12 «Сварка магистральных и промысловых трубопроводов, включая врезку под давлением».

Ссылка для цитирования (for citation):

Вышемирский Е.М. Совершенствование нормативной базы по сварке и контролю качества сварных соединений магистральных газопроводов. Современные технологии сварки и контроля // Территория «НЕФТЕГАЗ». 2016. № 10. С. 70–79.

Vyshemirskiy Ye.M. Regulatory system improvement for welding and welded joints quality control of main gas pipelines. Modern welding and control technologies (In Russ.). Territorija «NEFTEGAZ» = Oil and Gas Territory, 2016, No. 10, P. 70–79.

<p><b>СТО Газпром 2-х.х-xxx-201х</b>                  Разработка – IV кв. 2016 г.                  Сварка и неразрушающий контроль сварных соединений. Основные положения. (Порядок разработки, утверждения, отмены НД по сварке и неразрушающему контролю качества сварных соединений)</p>			
<p><b>СТО Газпром 2-2.2-138-201х</b>                  Сварка и неразрушающий контроль сварных соединений.                  Технологии сварки промышленных и магистральных газопроводов (при строительстве)                  Разработка – IV кв. 2016 г.</p>	<p><b>СТО Газпром 2-2.3-137-201х</b>                  Сварка и неразрушающий контроль сварных соединений.                  Технологии сварки при ремонте промышленных и магистральных газопроводов.                  Разработка – II кв. 2017 г.</p>	<p><b>СТО Газпром 2-2.4-083-201х</b>                  Сварка и неразрушающий контроль сварных соединений.                  Неразрушающие методы контроля качества сварных соединений промышленных и магистральных газопроводов.                  Разработка – IV кв. 2016 г.</p>	<p><b>СТО Газпром 2-2.2-xxx-201х</b>                  Сварка и неразрушающий контроль сварных соединений.                  Требования к организации сварочно-монтажных работ, применяемым технологиям сварки и неразрушающему контролю качества сварных соединений при строительстве, реконструкции и капитальном ремонте магистральных газопроводов ПАО «Газпром».                  Разработка – II кв. 2016 г.</p>
<p><b>Взамен:</b>                  СТО Газпром 2-2.2-136-2007                  СТО Газпром 2-2.2-115-2007                  СТО Газпром 2-2.2-358-2009                  СТО Газпром 2-2.2-360-2009                  СТО Газпром 2-2.3-425-2010                  СТО Газпром 2-2.2-648-2012                  СТО Газпром 2-2.2-759-2013                  Р Газпром 2-2.2-605-2011                  Р Газпром 2-2.2-606-2011                  Р Газпром 2-2.2-669-2012                  Р Газпром 2-2.2-655-2012                  Р Газпром 2-2.2-799-2014                  Р Газпром 2-2.2-824-2014</p>	<p><b>Взамен:</b>                  СТО Газпром 2-2.3-137-2007                  СТО Газпром 2-2.3-159-2007                  СТО Газпром 2-2.2-360-2009                  СТО Газпром 2-2.3-425-2010                  Р Газпром 2-2.3-352-2009                  Р Газпром 2-2.3-547-2011                  Р Газпром 2-2.3-650-2012</p>	<p><b>Взамен:</b>                  СТО Газпром 2-2.4-083-2006                  СТО Газпром 2-2.4-359-2009</p>	<p><b>Взамен:</b>                  Временных требований к организации сварочно-монтажных работ, применяемым технологиям сварки и неразрушающему контролю качества сварных соединений при строительстве, реконструкции и капитальном ремонте магистральных газопроводов ОАО «Газпром», утвержденных Заместителем Председателя Правления ОАО «Газпром»                  В.А. Маркеловым 17.10.2013</p>

Рис. 1. Базовые (основополагающие) нормативные документы по сварке и неразрушающему контролю качества сварных соединений  
 Fig. 1. Basic (fundamental) regulatory documents for welding and non-destructive testing of welded joints

Указанные НД разработаны и внесены разными коллективами, они не ранжированы – все живут (будут жить) параллельной жизнью, насыщены излишними требованиями и подробностями, присущими отраслевым и объектовым НД, содержат однотипные требования. Разница – только в объеме и их «свежести» и актуальности.

При этом последние четыре НД, содержащие подобный перечень разрешенных технологий и способов сварки трубопроводов, не содержат технологии, в том числе за которыми будущее, – лазерную и гибридную лазерную сварку МТ, отсутствует там и комбинированная контактно-дуговая сварка и др. Зачем

перечислять технологии в НД такого уровня – непонятно.

Поэтому после их ввода в действие возможны хаос, манипуляции недобросовестными пользователями и неразбериха, вплоть до остановки работ или недопуска новых технологий!

Поэтому предлагаю рассмотреть этот вопрос на отдельном расширенном совместном заседании ТК и авторских коллективов с целью принятия единого НД по сварке и НК СС МТ либо ранжирования и уточнения области распространения действующих НД. Не должно быть никакого параллелизма, только вертикальное иерархическое построение НД: межгосударственные, государственные,

отраслевые НД. Чем выше статус НД, тем лаконичнее должны быть требования! ФНИП «Требования к производству сварочных работ на ОПО» – хороший тому пример.

Координатором по этому вопросу может выступить ТК или НАКС.

До последнего времени главным и единственным федеральным НД по производству строительно-монтажных работ при строительстве МГ являлся СНиП III-42-80\* «Магистральные трубопроводы», содержащий требования по сварке и НК СС МТ. Несмотря на то что он переутверждался и переиздавался неоднократно, требования (на примере требований по НК СС) не менялись до

2014 г., что также плохо: последующие редакции лишь повторяли требования, сформулированные еще в 1980 г.

Кроме того, все редакции СНиП (до 2014 г.) не учитывали, в том числе, особенности технологии сварки в среде защитных газов и связанные с этим существенные изменения геометрии разделки кромок труб и, соответственно, необходимость изменения требований по объемам и методам НК СС.

И только в 2014 г. Минстроем РФ утверждена уже упомянутая новая версия СП 86-2014 (СНиП), которые существенно изменили требования к объемам и методам НК СС.

В соответствии с п. 9.11.9 СП 86-2014 (СНиП III-42-80\*) с 1 июля 2015 г. объемы и методы неразрушающего контроля определяются в ОТК (по сути, заказчиком, т. е. отраслевыми НД), при этом обязательным является требование о выявлении всех недопустимых дефектов. В прежних редакциях были жестко указаны объемы НК СС, а основным методом НК был радиографический контроль!

В связи с этим важным представляется напомнить об изменениях за последние 15 лет технических параметров МГ, а также труб, соединительных деталей трубопроводов (СДТ) и, конечно же, требований к сварным соединениям, а именно: выросли требования к механическим параметрам, в том числе к классу прочности сталей, ударной вязкости, критериям трещиностойкости и т. д., увеличение рабочего давления в магистральных газопроводах (до 9,8 и 11,8 МПа) вызвало рост толщины стенок труб и СДТ.

Указанные изменения параметров МГ, а также необходимость получения требуемых свойств сварных соединений МГ потребовали внесения изменений в геометрические параметры разделки кромок труб и вызвали широкое применение технологий автоматической дуговой сварки, прежде всего одно- и двухсторонней многоваликовой сварки в смеси защитных газов (аргон +  $\text{CO}_2$ ) в узкую перетачиваемую разделку (рис. 2) при строительстве новых инвестпроектов МГ.

Упомянутые технологии в настоящее время обеспечивают высокий темп

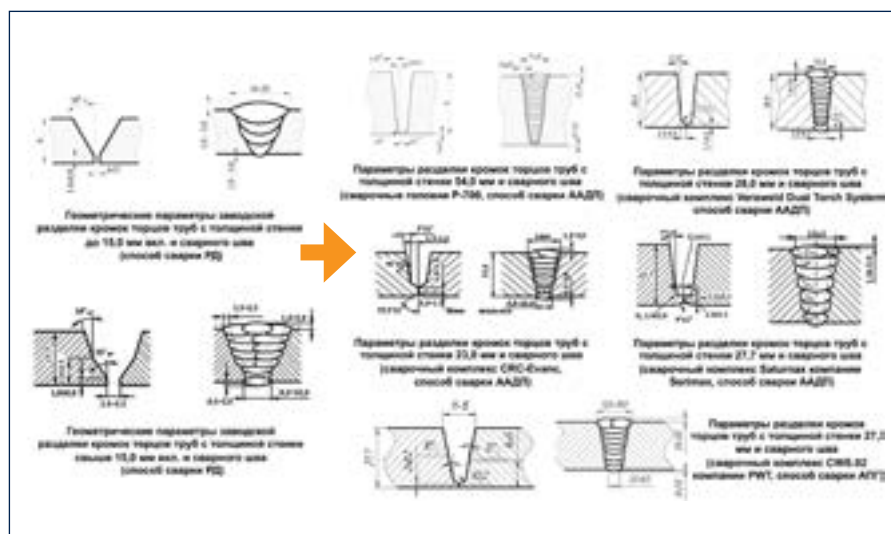


Рис. 2. Геометрические параметры разделки торцов кромок труб и сварного шва (в сравнении по способам сварки)

Fig. 2. Geometrical parameters of the pipe edges ends and weld seam cutting (in comparison for welding method)

строительства МГ, а реализуются с помощью высокопроизводительных комплексов с применением автоматической сварки и таких сварочных комплексов, как CRC-Evans AW (США).

Однако при применении этих способов (комплексов), несмотря на указанные достоинства, возможно появление характерных дефектов, а именно межваликового несплавления и несплавления по кромке (рис. 3).

Как уже отмечалось, основным методом неразрушающего контроля (согласно СНиП) долгие годы являлся радиографический контроль, что связано в первую очередь с тем, что до начала 2000-х гг. основными технологиями сварки труб являлись ручная дуговая сварка (РДС), автоматическая сварка на весу (АФ) и ряд других в заводскую стандартную (широкую) разделку кромок труб.

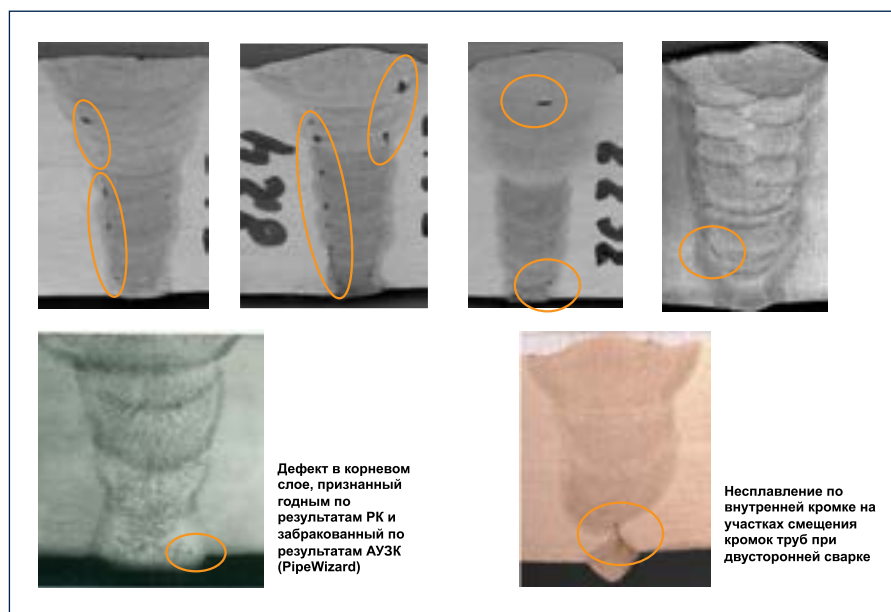


Рис. 3. Специфические дефекты при автоматической многоваликовой сварке в смеси защитных газов ( $\text{Ar} + \text{CO}_2$ ) в узкую разделку

Fig. 3. Specific defects of automatic multirolled ( $\text{Ar} + \text{CO}_2$ ) gas-shielded narrow gap welding

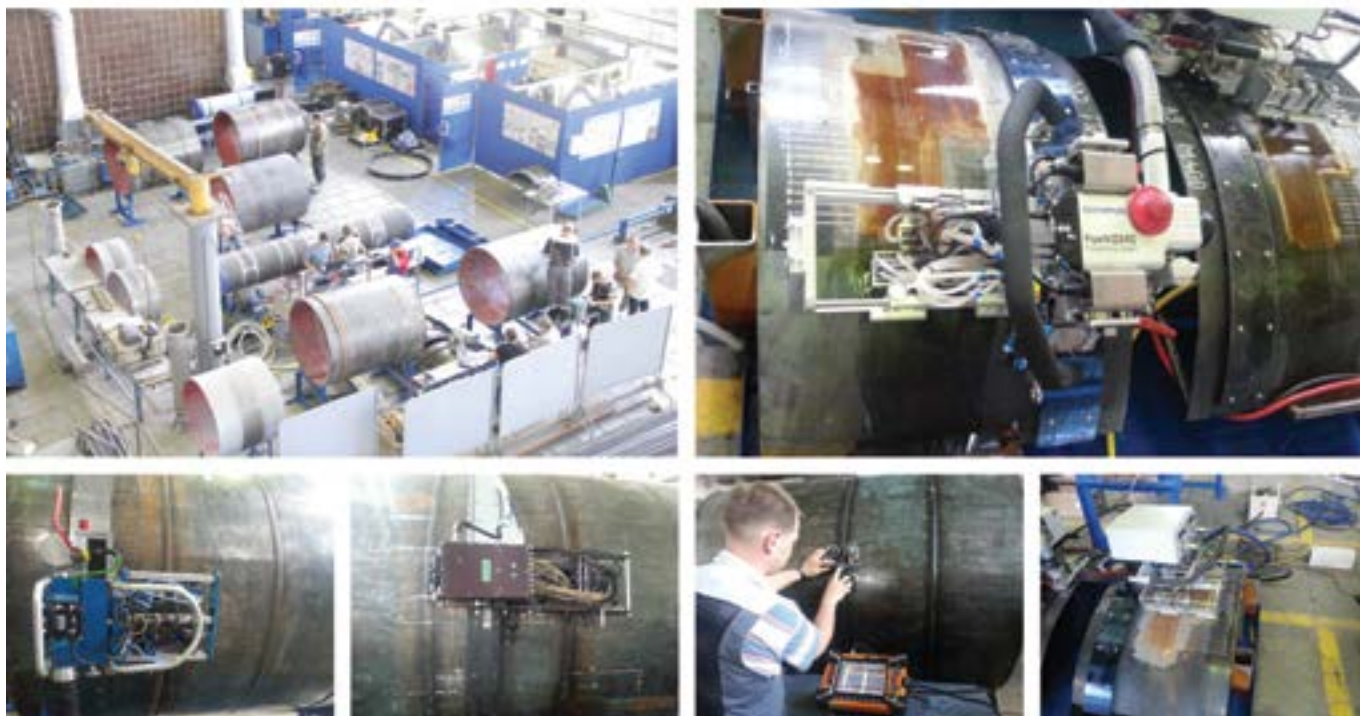


Рис. 4. Квалификационные испытания на площадке опытно-экспериментальной базы ООО «Газпром ВНИИГАЗ»  
 Fig. 4. Qualification testing in research and experimental base site of Gazprom VNIIGAZ LLC

Если говорить о требованиях НД ПАО «Газпром» в этой части, то в 2006 г. был разработан нормативный документ по неразрушающему контролю качества сварных соединений промышленных и магистральных газопроводов ПАО «Газпром» – СТО Газпром 2-2.4-083-2006 «Инструкция по неразрушающим методам контроля качества сварных соединений при строительстве и ремонте промышленных и магистральных газопроводов» (введен в действие в 2007 г.).

**ВПЕРВЫЕ В СТО ГАЗПРОМ 2-2.4-083-2006:**

- введены уровни качества, т. е. нормы оценки (допустимости дефектов) в зависимости от категорий и условий работы газопровода;
- разделены нормы по контролю качества сварных соединений строящихся газопроводов (т. е. новых стыков, выполненных при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте) и нормы оценки старых сварных соединений при выполнении контроля качества сварных соединений при переизоляции газопроводов и проведении КК СС при диагностических работах;

- определены условия, при которых ультразвуковой контроль (УЗК) допускается в качестве основного физического метода контроля качества СС. Однако уже после ввода в действие СТО 083 при реализации новых инвестиционных проектов магистральных газопроводов потребовалась разработка дополнительных нормативных документов, в том числе методик для выполнения работ по неразрушающему контролю качества сварных соединений.

**В ЧАСТНОСТИ, ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ УНИКАЛЬНОГО ПРОЕКТА «БОВАНЕНКОВО – УХТА» В 2008 г. БЫЛИ РАЗРАБОТАНЫ:**

- 1) для сухопутной части:
  - Инструкция по сварке МГ «Бованенково – Ухта» с рабочим давлением до 11,8 МПа. Части I и II. (Сварка и неразрушающий контроль качества сварных соединений).
  - Тогда же для строительства морского перехода МГ «Бованенково – Ухта» через Байдарацкую губу разработаны регламент, нормы и внедрен автоматический УЗК (АУЗК);
  - технологический регламент автоматизированного ультразвукового контроля

- комплексом Rotoscan кольцевых стыковых сварных соединений труб;
- инженерная оценка критического состояния (ЕСА) или нормы оценки неповоротных кольцевых сварных соединений труб.

Следует отметить, что АУЗК был успешно применен и на последующих морских проектах, при этом применение АУЗК и даже механизированного УЗК (МУЗК) на сухопутных МГ оказалось более сложной задачей. Важнейшими этапами внедрения явились:

- 1) трассовые сравнительные тестовые испытания установки АУЗК Argovision (в апреле-мае 2013 г. после получения предложения от заказчика поступило предложение о переходе на АУЗК вместо радиографии) с одновременным 100%-м радиографическим контролем производителем работ на объекте «Южно-Европейский газопровод», участок «Писаревка – Анапа», км 0–223,1 в составе стройки «Расширение ЕСГ для обеспечения подачи газа в газопровод «Южный коридор».

Результаты трассовых испытаний, организованных компаниями ООО «Стройгазмонтаж» и ООО «ТКС», показали, что только применение обоих методов по-

зволяет обеспечить полное выявление недопустимых дефектов;

2) ввод с 1 января 2014 г. гл. 5 «Временных требований к организации сварочно-монтажных работ, применяемым технологиям сварки, неразрушающему контролю качества сварных соединений и оснащенности подрядных организаций при строительстве, реконструкции и капитальном ремонте магистральных газопроводов ОАО «Газпром», которые уточнили объемы и методы контроля (во многом мы опирались на результаты указанных трассовых испытаний). ВТ также определили выбор оптимальных технологий сварки и рациональные методы НК в зависимости от характеристики (протяженности) МГ. Также впервые были определены требования к средствам НК СС. (Отмечу, что в настоящее время временные требования перерабатываются в СТО Газпром.);

3) исследования, выполненные за последние два года (2014–2015 гг.), показали также необходимость учета типа разделки кромок и применяемых способов сварки при назначении объемов и методов КК СС, т. е. учета возможности выявления всех недопустимых дефектов средствами НК СС, что уже включено в НД в части объемов и методов НК СС;

4) наконец, самыми важными явились шаги, сделанные нами в 2014 г. и направленные на внедрение МУЗК и АУЗК, а также цифровой радиографии, а именно: в соответствии со специально разработанной Программой квалификационных испытаний средств неразрушающего контроля и проверки методик проведения контроля качества кольцевых сварных соединений магистральных газопроводов на соответствие требованиям нормативных документов ОАО «Газпром» были проведены масштабные квалификационные испытания на специально подготовленных стендах с тремя контрольными сварными соединениями, сваренными пятью способами сварки, с заложенными искусственными дефектами.

Основной этап квалификационных испытаний заявленных средств НК был проведен на базе Опытного-экспериментального центра ООО «Газпром ВНИИ-ГАЗ» (рис. 4).

Перечень фирм-заявителей и средств неразрушающего контроля, представленных на квалификационные испытания. *Начало. Окончание на стр. 76*

List of companies-applicants and non-destructive testing equipment submitted for qualification tests. *Ending on page 76*

Наименование установки НК Description of NDT system	Тип контроля Test type	Заявитель Applicant
<b>Средства компьютерной и цифровой радиографии (КР, ЦР) Computer and digital radiography equipment (CR, DR)</b>		
«Градиент» – аппаратно-программный комплекс ЦРГ Gradient hardware-software complex DRG	КР CR	ЗАО «Юнитест-Рентген» Unitest-Roentgen CJSC
«Контраст» – рентген-телевизионная система Contrast X-TV system	ЦР DR	ЗАО «Юнитест-Рентген» Unitest-Roentgen CJSC
Flat Vision	ЦР DR	ООО «МОНОТЕСТ» MONOTEST LLC
Duerr CR 35 NDT Plus	КР CR	ООО «Ньюком НДТ» Newcom NDT LLC
Duerr HD CR 35 NDT Plus	КР CR	ООО «Ньюком НДТ» Newcom NDT LLC
<b>Средства ручного ультразвукового контроля (РУЗК) Manual ultrasonic testing equipment (MUST)</b>		
УД9812	РУЗК MUST	ООО «ИЦ Физприбор» EC Fizpribor LLC
PELENG УД3-307ВД	РУЗК MUST	ООО «Алтек-Наука» Altek-Nauka LLC
Harfang Prisma	РУЗК MUST	ООО «Панатест» Panatest LLC
УСД-60	РУЗК MUST	ООО НВП «Кронус» Kropus Scientific and Production Center LLC
УСД-50	РУЗК MUST	ООО НВП «Кронус» Kropus Scientific and Production Center LLC
УСД-46	РУЗК MUST	ООО НВП «Кронус» Kropus Scientific and Production Center LLC
<b>Средства механизированного ультразвукового контроля (МУЗК) Mechanical ultrasonic testing equipment (MeUST)</b>		
MSCAN-SUPOR	МУЗК MeUST	УП «Белгазпромдиагностика» Belgazpromdiagnostika Unitary Enterprise
Harfang VEO	МУЗК MeUST	ООО «Панатест» Panatest LLC
Omniscan MX2	МУЗК MeUST	ООО «Олимпас Москва» Olympus Moscow LLC
УСД-60-8К	МУЗК MeUST	ООО НВП «Кронус» Kropus Scientific and Production Center LLC
<b>Средства автоматизированного ультразвукового контроля (АУЗК) Automatic ultrasonic testing equipment (AUST)</b>		
Rotoscan Paulis PA 128	АУЗК AUST	ООО «Велоси ПромСервис» Velosi PromServis LLC
PipeWIZARD	АУЗК AUST	ООО «АПС» APS LLC
Argovision	АУЗК AUST	ООО «Спектр» Spektr LLC
TVP-128	АУЗК AUST	ООО «Панатест» Panatest LLC
WeldStar	АУЗК AUST	ООО «Интера» Intera LLC

Перечень фирм-заявителей и средств неразрушающего контроля, представленных на квалификационные испытания. *Окончание. Начало на стр. 75*

List of companies-applicants and non-destructive testing equipment submitted for qualification tests. *From page 75*

Наименование установки НК Description of NDT system	Тип контроля Test type	Заявитель Applicant
Автокон-АР Avtokon-AR	АУЗК AUST	ФГАУ «НУЦСК при МГТУ им. Н.Э. Баумана» «Welding and Control» Research and Training Center at Bauman Moscow State Technical University, Federal State Independent Institution
АВТОСКАН AVTOSCAN	АУЗК AUST	ООО «ТЭНЦ «Диагностика» TENTs Diagnostika LLC
Сканер серии «Умка» Umka Series Scanner	АУЗК AUST	ООО «АЛТЕС» ALTES LLC

В указанный период проведены квалификационные испытания 25 средств неразрушающего контроля качества сварных соединений, представленных 15 организациями-заявителями (табл.), в том числе были представлены 5 ед. компьютерной и цифровой радиографии, 6 ед. – ручной УЗК (РУЗК), 6 ед. – МУЗК, 8 ед. – АУЗК.

По итогам КИ экспертными организациями (ВНИИГАЗ, НИПИСтройТЭК) выполнены обработка и анализ полученных результатов, сформирован и утвержден актуализированный Реестр средств неразрушающего контроля качества сварных соединений, разрешенных к применению на объектах ПАО «Газпром». Следует отметить, что данный реестр, как и еще семь реестров по другим направлениям сварочного производства, размещены на сайте ООО «Газпром

ВНИИГАЗ» и постоянно пополняются по мере аттестации;

5) необходимо отметить, что продвижение современных средств НК СС на указанных испытаниях не остановилось. Так, за последний год разработан ряд новейших средств НК СС, в том числе радиационного цифрового контроля. В связи с этим хочу отметить ряд отечественных разработок по неразрушающему контролю качества сварных соединений, аттестованных и находящихся в стадии квалификационных испытаний.

1. Комплекс цифрового радиографического контроля качества кольцевых сварных соединений АМД (автоматизированный мобильный дефектоскоп) предназначен для автоматизированного неразрушающего контроля радиационным методом сварных соединений труб

газопроводов DN 1000, DN 1200, DN 1400 через две стенки, получения, обработки и архивирования радиационных цифровых изображений объекта контроля (рис. 5). Заказчик – ООО «Газпром трансгаз Томск»; разработчик – ТПУ; изготовитель – ОАО «ТЭМЗ» (г. Томск). По результатам квалификационных испытаний комплекс АМД внесен в Реестр средств неразрушающего контроля качества сварных соединений ПАО «Газпром» и Государственный реестр средств измерений. В настоящее время АМД находится в стадии внедрения в ООО «Газпром трансгаз Томск».

2. Большой интерес вызывают системы цифрового радиографического контроля, которые могут обеспечить оценку размеров дефектов сварных соединений на базе усовершенствованной технологии радиационного контроля. Эта технология основана на получении изображений фрагмента сварного соединения под различными углами просвечивания и дальнейшей математической обработки полученных цифровых снимков.

На сегодняшний день наиболее близки к тому, чтобы предложить усовершенствованную технологию радиационного контроля (УТРК) с потенциальной возможностью оценки размеров дефектов сварных соединений, в том числе упомянутых ранее межслойных несплавлений и несплавлений по кромке, две отечественные компании – ООО «АСК-Рентген» и ООО «РаДиaТех» (рис. 6):

- ООО «АСК-Рентген» разработало цифровой радиографический комплекс ТРАНСКАН®, предназначенный для контроля качества сварных соединений радиационным методом с регистрацией изображения на цифровой детектор. ТРАНСКАН® позволяет получать, обрабатывать и архивировать радиографические изображения сварных соединений. Комплекс прошел 1-й этап квалификационных испытаний в ООО «Газпром ВНИИГАЗ», сейчас готовится к испытаниям УТРК с потенциальной возможностью оценки размеров дефектов сварных соединений;

- специалистами ООО «РаДиaТех» разработан цифровой радиографический комплекс БАРС-И, предназначенный для контроля качества сварных соединений



Рис. 5. Цифровой радиографический контроль качества сварных соединений.

Автоматизированный мобильный дефектоскопический комплекс (АМД)

Fig. 5. Digital radiographic testing of welded joints. Automatic mobile flaw detection unit (AMFD)

радиационным методом с регистрацией изображения на цифровой детектор. Ведется подготовка комплекса к квалификационным испытаниям в ООО «Газпром ВНИИГАЗ».

Особенностями обоих комплексов являются высокая чувствительность, малый вес, удобство в работе, малое время подготовки к работе, возможность работы в стесненных условиях и труднодоступных местах.

Не могу не отметить разработку и успешные квалификационные испытания установки АУЗК для неразрушающего контроля качества кольцевых сварных соединений, выполненных контактной стыковой сваркой оплавлением (КСО), а именно установки «Автокон AP» производства Научно-учебного центра «Сварка и контроль» при МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Проведенные испытания позволяют говорить и об успешном контроле СС и внедрении технологии КСО при строительстве и ремонте МГ.

Разработана методика проведения контроля сварных соединений, выполненных КСО, разработаны нормы оценки качества.

Кратко о технологиях сварки, применяемых при строительстве и капремонте МГ, а также сказать о новых и модернизированных технологиях сварки, готовых к практическому применению.

1. В настоящее время при строительстве протяженных участков нашли применение высокопроизводительные комплексы двухсторонней автоматической сварки в защитных газах:

- комплекс CRC-Evans AW с применением внутренней сварочной машины IWM и автоматических однодуговых (P-200, P-260) и двухдуговых (P-600, P-700) головок;

- комплекс Autoweld Systems с применением внутренней сварочной машины ВМС и автоматических однодуговых (ВГС) и двухдуговых (ВГС-2) головок импортного производства.

2. При строительстве протяженных участков и участков средней протяженности успешно применяются высокопроизводительные комплексы импортного производства односторонней автоматической сварки в защитных газах:



Рис. 6. Отечественные системы цифрового радиографического контроля качества кольцевых сварных соединений

Fig. 6. Domestic digital radiographic system for quality control of circular welded joints

- комплекс Saturnax с применением двухдуговых автоматических головок;

- комплекс CWS .02 с применением однодуговых автоматических головок;

- комплекс Veraweld Torch System D с применением двухдуговых автоматических головок.

3. Широкое применение при сварке участков средней протяженности нашла технология односторонней авто-

матической сварки в защитных газах с применением сварочных головок:

- импортного производства – P-260, P-600, P-700 (CRC-Evans AW, США); Veraweld Torch System S (Нидерланды); M-300C (CRC-Evans AW) и новая PROTEUS-FAP (Pipeline Service S.r.l., Италия);

- отечественного производства – УАСТ-1, УАСТ-1 «Альфа», «Восход», М-400 (рис. 7).



Рис. 7. Технологии механизированной, автоматической и аргодуговой сварки с применением сварочного оборудования отечественного производства

Fig. 7. Technologies of mechanized, automatic and argon-arc welding using welding equipment of home manufacture



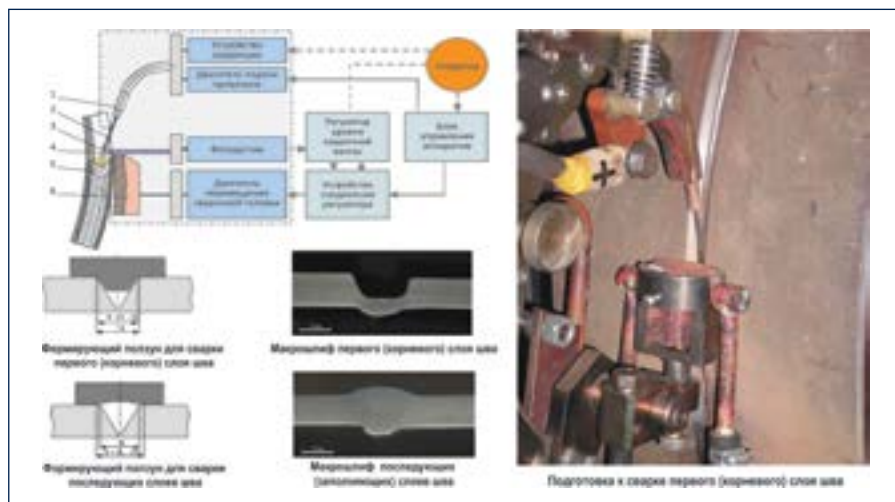


Рис. 8. Комплекс автоматической сварки порошковой проволокой в среде углекислого газа с принудительным формированием металла шва  
 Fig. 8. Automatic flux cored wire carbon dioxide welding unit with a forced formation of the weld seam metal

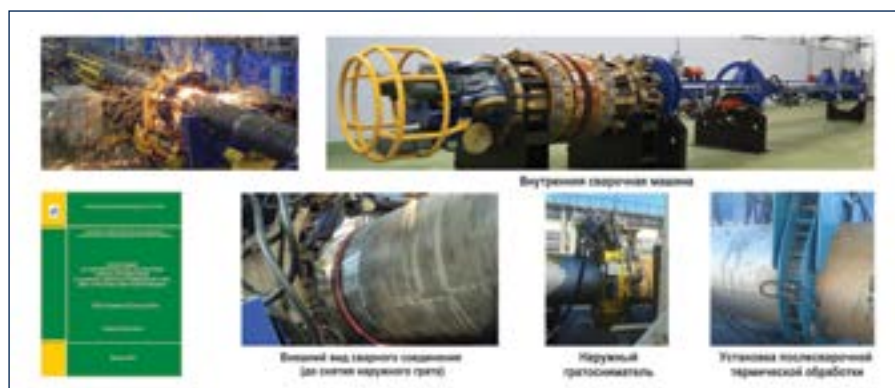


Рис. 9. Комплекс автоматической контактной стыковой сварки оплавлением (КСО) труб большого диаметра от DN 1000 до DN 1400 (производства ЗАО «Псковэлектросвар»)  
 Fig. 9. Automatic butt flash welding unit (FWU) of large diameter pipes DN 1000 to DN 1400 (manufactured by Pskovelektrosvar CJSC)

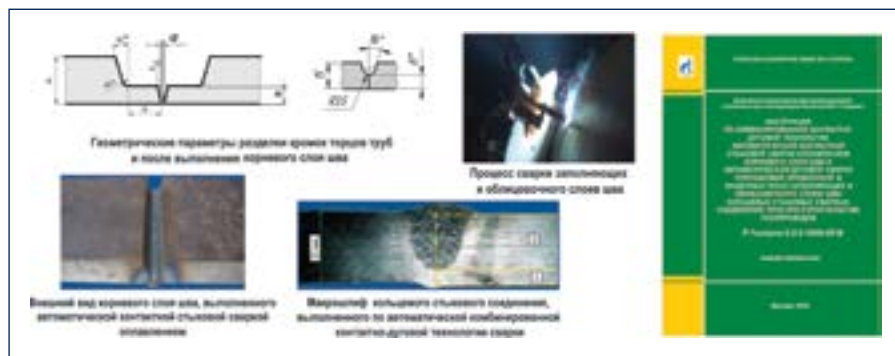


Рис. 10. Автоматическая комбинированная контактно-дуговая технология сварки толстостенных труб большого диаметра (корневой слой шва – комплекс типа «КСС» ЗАО «Псковэлектросвар», заполняющие и облицовочный слой шва – автоматическая установка УАСТ-1 производства ООО «НПП «Технотрон»)  
 Fig. 10. Automatic combined contact-arc welding technology of large diameter thick-walled pipes (root pass – unit of KCC type of Pskovelektrosvar CJSC, filling and facing runs – УАСТ-1 automatic unit manufactured by NPP Tekhnotron LLC)

При сварке технологической обвязки до 200 мм эффективно применяется:

- автоматическая аргодуговая сварка головками ОКА (ООО «НПП «Технотрон»), MU IV 19/80 AVC/OSC (POLYSOUDE, Франция), SATO (AXXAIR, Франция);
- в ближайшее время будет предложена новая механизированная аргодуговая сварка с применением сварочного оборудования производства ООО «НПП «Технотрон».

Ну а теперь – кратко о новых и хорошо забытых разработках отечественного производства, в том числе комплексах автоматической сварки, не имеющих зарубежных аналогов:

- 1) технология автоматической сварки с принудительным формированием шва (стык) (рис. 8). Считаю, что у возрожденной модернизированной технологии есть перспективы, в том числе при капремонте МТ и соответствующей стоимости оборудования. Технология подлежит аттестации;
- 2) технология автоматической контактной стыковой сварки оплавлением (КСО). Разработан и согласован СТО Газпром «Инструкция по автоматической контактной сварке оплавлением стыковых сварных соединений труб для строительства газопроводов». Изготовлен комплекс для сварки труб диаметром 1220 мм для МРТС. В активной стадии – изготовление комплекса для сварки труб диаметром 1420 мм (рис. 9). Заказчик – АО «СтройТранс-НефтеГаз»;
- 3) технология автоматической комбинированной контактно-дуговой сварки оплавлением. Разработан и утвержден Р Газпром 2-2.2-1086-2016 «Инструкция по комбинированной контактно-дуговой технологии автоматической контактной стыковой сварки оплавлением корневого слоя шва и автоматической дуговой сварки порошковой проволокой в защитных газах заполняющих и облицовочного слоев шва кольцевых стыковых соединений труб при строительстве газопроводов» (рис. 10);
- 4) технология автоматической контактной стыковой сварки оплавлением (КСО) при строительстве и капитальном ремонте газопроводов-отводов до 300 мм включительно – моноблок, полный автомат (рис. 11);



Рис. 11. Автоматическая контактная стыковая сварка оплавлением (КСО) труб малых диаметров с применением машин К584М (от DN 50 до DN 300 с толщиной стенки 2,5–16,0 мм)

Fig. 11. Automatic contact butt flash welding (FWS) of small diameter pipes using K584M machines (DN 50 to DN 300 with 2.5–16.0 mm wall thickness)

5) лазерная и гибридная лазерная орбитальная сварка неповоротных стыков труб большого диаметра и больших толщин – уникальная отечественная технология, которая имеет большое будущее. Данная технология разработана ООО «УТС-Интеграция» на базе лазеров ООО «ИРЭ Полюс» (г. Фрязино) в фантастически сжатые сроки – 4 месяца! Об уникальности и высокой производительности технологии говорят представленные на рис. 12 разделки кромок с притуплением 8 и более мм и раскрытием 8 мм для гибридной сварки (лазер + дуга) и 4 мм для лазерной сварки с присадочной проволокой. Технология обеспечивает минимальный объем наплавленного металла (в разы!), при этом заявлены высокие механические свойства и высокая скорость сварки.

Для того чтобы уверенно говорить об успешном применении технологии лазерной сварки труб (большого диаметра), осталось немного: получить положительные результаты аттестации технологии в ходе квалификационных испытаний установки ЛСТ по согласованной с ПАО «Газпром» программе, а также разработать и согласовать с ПАО «Газпром» технологическую ин-

струкцию. Такая программа уже разработана, подана заявка на аттестацию технологии сварки УЛСТ, включая испытания в климатической камере.

Все перечисленное, очевидные преимущества и ценовая доступность (по сравнению с СРС) может обеспечить высокий спрос у подрядных организаций и быструю окупаемость комплекса лазерной сварки, в том числе при строительстве по поточно-расчлененной

схеме (несколькими головками – 4–6 – или сваркой 1 палаткой – 2 головками) и капитальном ремонте (сваркой 1 палаткой – 2 головками). Эффективным может быть применение ЛСТ при строительстве морских трубопроводов сваркой 1 палаткой – 2 головками.

В заключение хочу сообщить, что в 2015 г. издан новый справочник по сварочному оборудованию, а в 2016 г. выйдет в свет новый справочник по НК СС.

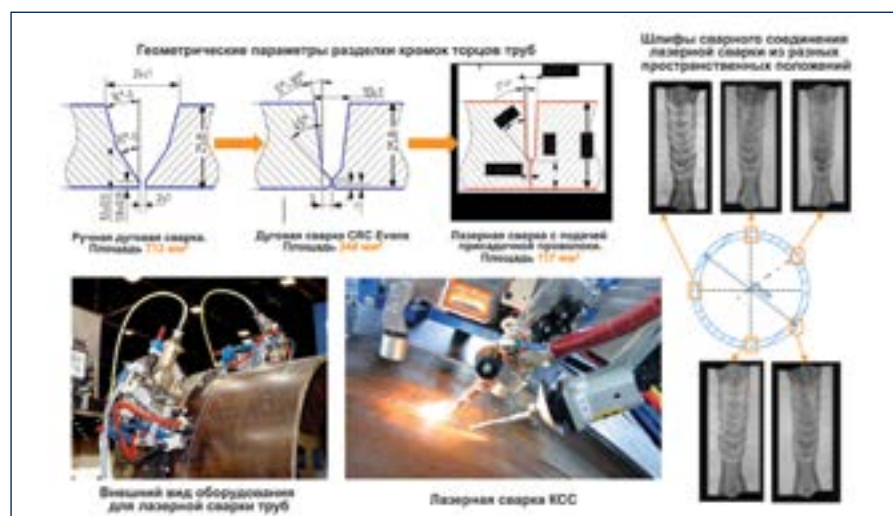


Рис. 12. Лазерная сварка неповоротных кольцевых стыковых соединений труб

Fig. 12. Laser welding of orbital ring joints of pipes