

Техническая политика ПАО «Газпром» в области сварочного производства и неразрушающего контроля качества сварных соединений*



**Вышемирский
Евгений
Мстиславович**

Начальник
Отдела главного
сварщика
Департамента
капитально-
го ремонта
ПАО «Газпром»,
к. т. н.,
лауреат Премии
Правительства
РФ в области
науки и техники
(2011 г.).

Обеспечение высокого качества сварных соединений на объектах «Газпрома» имеет первостепенное значение для поддержания высокого уровня надежности и безопасности объектов Единой системы газоснабжения (ЕСГ), а неразрушающий контроль качества сварных соединений (НК КСС) является важнейшей технологической операцией, выполняющей функцию подтверждения соответствия качества сварных соединений требованиям нормативных документов (НД).

Отраслевые совещания проводятся на регулярной основе: по всем вопросам сварочного производства с 2002 г. (по чётным годам) и по вопросам НК сварных соединений — с 2005 г. (по нечётным годам), и они, безусловно, являются **главными мероприятиями** реализации технической политики в области сварочного производства, НК КСС.

Отдел главного сварщика, как и прежде, охватывает своей деятельностью вопросы по сварке, диагностике и контролю качества сварных соединений и организует разработку НД по направлениям деятельности шести Департаментов.

Главными программными документами, определяющими развитие сварочного производства, *включая направление совершенствования НК КСС*, являются Программы развития сварочного производ-

* По материалам пленарного доклада на VI отраслевом совещании «Состояние и основные направления развития неразрушающего контроля сварных соединений объектов ПАО «Газпром», Минск, 22–24 сентября 2015 г., ОАО «Газпром трансгаз Беларусь».

ства (рис. 1). В 2015 г. утверждена 5-я «Программа» на период 2015–17 гг.

Главным итогом реализации этих Программ и решений отраслевых совещаний является разработка новых НД как по технологиям сварки для строительства, реконструкции и ремонта объектов ЕСГ — магистральных и промышленных газопроводов, так и по

контролю КСС. Эти НД представлены двумя блоками: первый — для строительства газопроводов, второй — для ремонта магистральных и промышленных газопроводов. Всего за период 2003–15 гг. была организована разработка более 80 НД [1], за истекший двухлетний период разработано 19 НД (рис. 2). Документы, как и прежде, размещаются в единой информационной системе по техническому регулированию ПАО «Газпром» «Газпромтехнорма» (поиск по ключевому слову, номеру или названию).

В ближайшие 2 года будет разработано 5 основополагающих СТО Газпром, в т. ч. **новый СТО Газпром 2-2.4-083-2006** по объёмам, методам и нормам оценки КСС, а также СТО Газпром «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» взамен «Временных требований к организации...» и один специальный СТО Газпром по УЗК КСС — СТО Газпром «Сварка и неразрушающий контроль сварных соединений. Ультразвуковой контроль качества сварных соединений».

Кратко об изменении требований к объёмам, методам и нормам оценки качества кольцевых сварных соединений магистральных газопроводов (МГ) на федеральном и отраслевом уровне.

За последние 15 лет произошли существенные изменения технических параметров МГ, труб и соединительных деталей трубопроводов (СДТ), которые представлены на рис. 3. Выросли требования к механическим параметрам, в том числе: классу прочности сталей, ударной вязкости, критериям трещиностойкости и т. д. Увеличение рабочего давления



Рис. 1. Титульный лист «Программы развития сварочного производства ПАО «Газпром» на период 2015–17 гг.»

1. Временные требования 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»;
2. СТО Газпром 2-2.2-759-2013 «Технические требования к установкам высокотемпературного нагрева и термообработки стыков труб»;
3. СТО Газпром 2-2.4-798-2014 «Термообработка сварных соединений при строительстве и ремонте объектов ОАО «Газпром»»;
4. Р Газпром 2-2.2-772-2013 «Разработка операционных технологических карт сборки и сварки магистральных газопроводов с использованием интерактивного интерфейса»;
5. Р Газпром 2-2.2-799-2014 «Технологии сварки газопроводов в специальную узкую разделку»;
6. Р Газпром 2-2.2-824-2014 «Высокопроизводительная автоматическая орбитальная сварка магистральных газопроводов по узкому зазору»;
7. Р Газпром 2-2.3-839-2014 «Инструкция по проверке, текущему обслуживанию и испытаниям оборудования для термической резки, сварки и нагрева»;
8. Р Газпром 2-2.4-865-2014 «Радиографический контроль качества сварных соединений при строительстве и ремонте промысловых и магистральных газопроводов. Технические требования»;
9. Р Газпром 2-2.4-866-2014 «Материалы, приборы и оборудование радиографического неразрушающего контроля качества сварных соединений газопроводов. Технические требования»;
10. Р Газпром 2-2.2-841-2014 «Неразрушающий контроль и оценка работоспособности троянников сварных с накладками»;
11. СТО Газпром 2-2.4-917-2014 «Инструкция по радиографическому контролю качества сварных соединений при строительстве и ремонте промысловых и магистральных трубопроводов»;
12. Р Газпром 2-2.2-944-2015 «Инструкция по технологиям сварки и неразрушающему контролю качества сварных соединений усиленных патрубков трубопроводов в заводских и монтажных условиях»;
13. Р Газпром 2-2.3-961-2015 «Технологии сварки при ремонте магистральных газопроводов, находящихся под давлением, методами врезки под давлением, сварными муфтами, сваркой-наплавкой»;
14. Р Газпром 2-2.2-962-2015 «Радиометрический контроль при строительстве, ремонте и реконструкции магистральных газопроводов»;
15. Технические требования к сварке и неразрушающему контролю качества сварных соединений при строительстве МГ «Сила Сибири», в том числе при пересечении зон активных тектонических разломов;
16. Нормы оценки качества кольцевых сварных соединений магистральных газопроводов при применении средств автоматизированного и механизированного ультразвукового контроля»;
17. СТО Газпром 2-2.2-116-201х «Правила производства работ врезкой под давлением» (новая редакция);
18. СТО Газпром 2-2.2-xxx-201х «Узлы трубопроводов. Технические требования. Типовые конструктивные решения»;
19. СТО Газпром 2-2.2-xxx-201х «Узлы трубопроводов. Типовая программа приемочных испытаний».

Рис. 2. Нормативные документы по технологиям сварки, ремонту сваркой и НК КСС, разработанные в 2013–15 гг.

1. Рабочее давление выросло с 7,4 до 11,8 МПа:

7,4 МПа → 8,2 МПа → 9,8 МПа → 11,8 МПа

2. МГ проектируются и строятся из труб, СДТ, изготавливаемых из сталей :

K55, K60 → K60, K65

3. Из-за роста рабочего давления (несмотря на рост класса прочности) толщина свариваемых труб выросла:

на участках III кат.	15,7 мм (K60)	26,4 мм (K60)
	(7,4 МПа)	23,0 мм (K65)
на участках I-II кат.	18,7 мм (K60)	31,5 мм (K60)
	(7,4 МПа)	27,7 мм (K65)
на участках кат. В	23,2 мм (K60)	37,9 мм (K60)
	(7,4 МПа)	33,4 мм (K65)
		(11,8 МПа)

4. Выросли требования к вязко-пластичным свойствам трубных сталей и заводским швам, к параметрам трещиностойкости металла труб. На МГ «Сила Сибири» (в зонах АРТ и ММГ с сейсмикой 9 баллов) будут применены высокодеформируемые трубы.

5. Выросли требования к механическим свойствам монтажных кольцевых сварных соединений, их ударной вязкости, введены новые параметры, в т.ч. трещиностойкость (CTOD).

Рис. 3. Изменение технических параметров МГ, требований к трубам, СДТ и сварным соединениям за последние 15 лет

в магистральных газопроводах (до 9,8 МПа и 11,8 МПа) вызвало рост толщины стенок труб и СДТ. Эти изменения, а также необходимость получения требуемых свойств сварных соединений МГ, потребовали внесения изменений в геометрические параметры разделки кромок труб и широкого применения технологий автоматической дуговой сварки и, прежде всего, одно- и двухсторонней многоваликовой сварки в смеси защитных газов (аргон + + CO₂) в узкую перетачиваемую разделку. В качестве примера на рис. 4 приведены макрошлифы стыков, сваренных ручной дуговой сваркой и автоматической сваркой на сухопутном участке МГ «Nord Stream».

Необходимо отметить, что требования к объемам, методам и нормам оценки КСС сформировались в 1970–80 гг. прошлого века и на федеральном уровне не развивались до последнего времени. Это относится и к главному НД по производству строительно-монтажных работ при строительстве МГ — СНиП III-42-80* «Магистральные трубопроводы»,

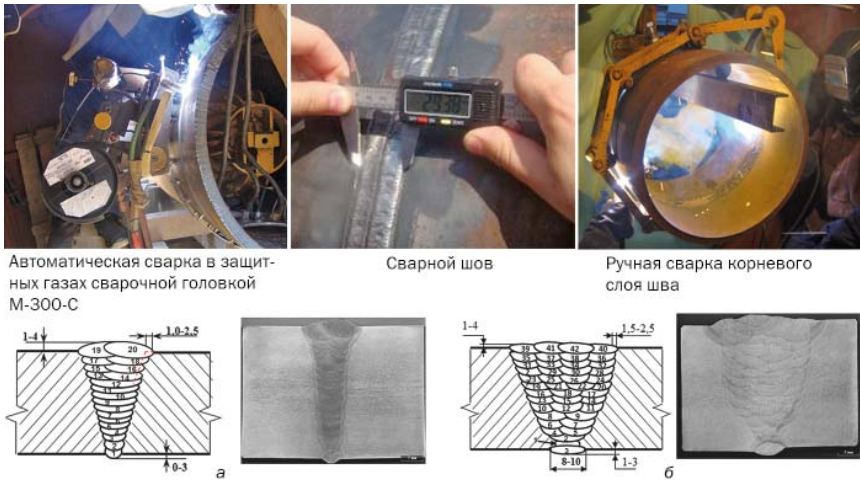


Рис. 4. Квалификационные испытания технологии сварки кольцевых стыковых соединений и макрошлиф сварного соединения труб Ду1219 × 41,0 мм, выполненного автоматической (а) и ручной дуговой (б) сваркой при строительстве сухопутного участка морского газопровода «Nord Stream»

несмотря на то, что он переутверждался и переиздавался неоднократно. Объемы, методы и нормы контроля КСС в СП 86.13330.2012 оставались на уровне 1980 г. и не учитывали особенностей указанных новых технологий сварки, изменений геометрических параметров разделки кромок труб.

Основным методом НК долгие годы являлся радиографический контроль, что связано в первую очередь с тем, что до начала 2000 гг. основными технологиями сварки труб являлись ручная дуговая сварка и автоматическая сварка под флюсом в заводскую стандартную (широкую) разделку кромок труб.

Утвержденный в 2013 г. приказом Госстроя РФ от 25.12.2012 № 107/ГС свод правил СП 86.13330.2012 не был включен в «Перечень национальных стандартов и сводов правил» (частей таких стандартов и свода правил), в результате которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений». В 2014 г. Минстроем РФ утверждена новая версия СП 86-2014 (СНиП), который уже вошел в указанный «Перечень...» с 01.07.2015.

Согласно данному СП (п. 9.11.9) объем применения каждого метода НК определяется в технологических картах, согласованных с заказчи-

ком. При этом методика контроля должна предусматривать выявление всех дефектов, превышающих установленные нормы.

Кратко о требованиях нормативных документов ПАО «Газпром».

1. В 2006 г. был разработан СТО Газпром 2-2.4-083-2006 «Инструкция по неразрушающим методам контроля качества сварных соединений при строительстве и ремонте промысловых и магистральных газопроводов» (введен в действие в 2007 г.). Документ разработан с учетом опыта применения НД по контролю КСС Миннефтегазстроя СССР, развития методов НК и содержит более жесткие требования (по сравнению со СНиП III-42-80* и ВСН 012-88) к объемам НК и нормам оценки КСС. В нём впервые:

- введены уровни качества, т. е. нормы оценки (допустимости дефектов) в зависимости от категорий и условий работы газопровода;
- разделены нормы по контролю КСС строящихся газопроводов (т. е. «новых стыков», выполненных при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте) и нормы оценки «старых» сварных соединений при выполнении контроля КСС при переизоляции газопроводов и при диагностических работах;
- определены условия, при которых УЗК допускается в качестве основного физического метода контроля КСС.

СТО Газпром 2-2.4-083-2006 будет актуализирован и утвержден в новой редакции в ближайшее время.

2. После ввода в действие этого СТО при реализации новых инвестиционных проектов МГ потребовалась разработка дополнительных НД, в т. ч. методик выполнения работ по НК КСС; в частности, для реализации уникального проекта МГ «Бованенково—Ухта» (в 2008 г.) были разработаны:

- 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)»;
- для строительства морского перехода через Байдарацкую губу — «Технологический регламент автоматизированного УЗК комплексом Rotoscan кольцевых стыковых сварных соединений труб» и «Инженерная оценка критического состояния (ЕСА) или нормы оценки неповоротных кольцевых сварных соединений труб».

3. В 2011–12 гг. ООО «Газпром ВНИИГАЗ» проведены первые испытания [2] систем автоматизированного УЗК КСС с целью их внедрения

на сухопутных участках МГ; для этого разработаны и утверждены НД по использованию автоматизированных установок ультразвукового контроля (АУЗК), а именно: «Методика проведения квалификационных испытаний установки Argovision для автоматизированного УЗК качества кольцевых стыковых сварных соединений труб газопроводов» и «Инструкция автоматизированного УЗК кольцевых стыковых сварных соединений труб установкой Argovision при строительстве сухопутных участков газопроводов».

В апреле–мае 2013 г. производителем работ были проведены трассовые сравнительные тестовые испытания установки АУЗК Argovision с одновременным 100% радиографическим контролем на объекте «Южно-Европейский газопровод, участок «Писаревка–Анапа», км 0–км 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 позволило обеспечить полное выявление недопустимых дефектов, и подтвердили необходимость увеличения объёма НК КСС физическими методами прежде всего на наиболее ответственных участках магистральных газопроводов* — категории «В», 1, 2 кат., а также на МГ, прокладываемых в условиях Западной и Восточной Сибири, Крайнего Севера.

4. Следующим этапом обеспечения внедрения современных средств НК КСС явился ввод с 01.01.2014 «Временных требований к организации сварочно-монтажных работ, применяемым технологиям сварки, неразрушающему контролю качества сварных соединений и оснащённости подрядных организаций при строительстве, реконструкции и капитальном ремонте магистральных газопроводов», которые уточнили (увеличили) объёмы и методы контроля, определили рациональные методы НК в зависимости от характеристики (протяжённости) МГ, а также определили требования к средствам контроля.

Таким образом, можно констатировать:

- нормативные документы ПАО «Газпром» содержат увеличенные объёмы контроля и новые (более жесткие) нормы оценки качества, а также учитывают новые характеристики труб и регламентируют допустимые размеры новых типов дефектов (например, межваликовых несплавлений, несплавлений по кромке), характерных для новых автоматических и механизированных способов сварки в защитных газах в узкую разделку;

- последние нормативные документы ПАО «Газпром», в т. ч. упомянутые «Временные требования...», решают не только вопрос оптимизации выбора технологий сварки, но и организации и назначения современных физических методов НК КСС, а именно: радиационного (с применением цифровой и компьютерной радиографии) и УЗК (прежде всего механизированного и автоматизированного).

Но, несмотря на успешное применение УЗК качества сварных соединений при строительстве морских газопроводов, опыт последних лет показал, что применение автоматизированного и даже механизированного УЗК при строительстве сухопутных МГ является значительно более сложной задачей, для решения которой за последний период времени были приняты решения, главными из которых являются:

- *решение V-го отраслевого совещания «Состояние и основные направления развития неразрушающего контроля сварных соединений объектов ОАО «Газпром», утвержденного заместителем Председателя Правления В. А. Маркеловым 28.10.2013 о проведении аттестации технологий НК КСС с проведением квалификационных испытаний (п.п. 4.3; 4.4);*
- *решение совещания по организации НК КСС (Протокол ПАО «Газпром» № 03/13/3/10-1 от 31.03.2014), состоявшегося в марте 2014 г, в котором уже пошагово расписано проведение необходимых мероприятий.*

Квалификационные испытания, которые по факту оказались беспрецедентными как по числу участников и представленным средствам НК, так и по составу и сложности выполненных работ, проведены в 3 этапа с мая по октябрь 2014 г. в соответствии с «Программой квалификационных испытаний средств НК и проверки методик проведения контроля качества кольцевых сварных соединений МГ на соответствие требованиям НД ПАО «Газпром» (см. [2] и статью на с. 34). В испытаниях были задействованы 25 средств НК, представленных 15 организациями-заявителями, в т. ч. 5-ю систем компьютерной и цифровой радиографии, 6 — ручного УЗК, 6 — механизированного УЗК, 8 — АУЗК. Экспертные организации (ООО «Газпром ВНИИГАЗ», ООО «НИПИСтройТЭК») выполнили обработку и анализ полученных результатов, подготовили «Заключения» по каждому средству НК КСС. После завершения этой работы был сформирован и утверждён актуализированный «Реестр средств неразрушающего контроля качества сварных соединений».

Необходимо отметить, что оценка соответствия средств НК КСС, сварочного оборудования и сварочных материалов техническим требова-

ниям ПАО «Газпром», а также аттестация технологий сварки и НК КСС являются одним из главных направлений реализации технической политики в области сварочного производства. Поэтому за прошедший период времени помимо указанного реестра сформировано еще 7 актуализированных реестров по сварочному производству.



Рис. 5. Неразрушающий контроль качества сварных соединений тройников сварных с накладками

Отдельно следует отметить разработанный Р Газпром 2-2.2-841-2014 «Неразрушающий контроль и оценка работоспособности тройников сварных с накладками», который решает одну из наиболее сложных проблем — НК КСС тройников сварных с накладками с целью оценки их пригодности для дальнейшей эксплуатации (рис. 5). Внедрение этого НД позволит значительно снизить затраты, связанные с их вырезкой или остановкой для выполнения диагностики сварного соединения изнутри.

В 2016 г. запланировано переиздание справочника «Средства неразрушающего контроля качества сварных соединений газопроводов».

Говоря о задачах в области НК сварных соединений магистральных и промысловых газопроводов ПАО «Газпром», следует отметить, что они неизбежно вытекают из задач и вопросов, связанных с реализацией новых инвестиционных проектов, а также необходимости обеспечения надежности и безопасности работы крупнейшей в мире газотранспортной системы магистральных газопроводов.

Литература

1. Вышемирский Е. М. Техническая политика ОАО «Газпром» в области сварочного производства и неразрушающего контроля качества сварных соединений. — В мире НК. 2014. № 1. С. 5–11.
2. Вышемирский Е. М. ОАО «Газпром» организует внедрение современных средств контроля сварных соединений магистральных газопроводов. — В мире НК. 2014. № 4. С. 28–30.