

УТВЕРЖДАЮ:

**Заместитель Председателя
Правления ПАО «Газпром»**


_____ **В.А. Маркелов**

«20» августа 2015 г.

**Технические требования
к сварке и неразрушающему контролю качества сварных
соединений при строительстве МГ «Сила Сибири», в том числе
при пересечении зон активных тектонических разломов**

СОГЛАСОВАНО:

**Член Правления,
Начальник Департамента**


_____ **О.Е. Аксютин**

СОГЛАСОВАНО:

**Член Правления,
Начальник Департамента**


_____ **С.Ф. Прозоров**

СОГЛАСОВАНО:

Начальник Департамента


_____ **А.А. Филатов**

Москва 2015

ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «ГАЗПРОМ»

**Технические требования
к сварке и неразрушающему контролю качества сварных соединений
при строительстве МГ «Сила Сибири», в том числе при пересечении зон
активных тектонических разломов**

СОГЛАСОВАНО:

Заместитель начальника Департамента –
начальник Управления



В.В. Настека

СОГЛАСОВАНО:

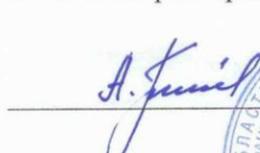
Заместитель начальника Департамента



В.В. Небабин

СОГЛАСОВАНО:

Генеральный директор
ООО «Газпром трансгаз Томск»



А.И. Титов

СОГЛАСОВАНО:

Первый заместитель начальника
Департамента



С.В. Алимов

СОГЛАСОВАНО:

Первый заместитель
Генерального директора
ОАО «ВНИПИгаздобыча»



В.И. Милованов

СОГЛАСОВАНО:

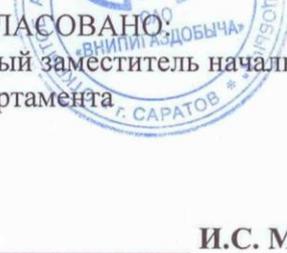
Генеральный директор
ООО «Газпром газнадзор»



В.Н. Медведев

СОГЛАСОВАНО:

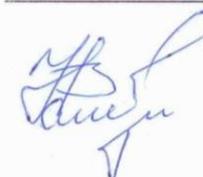
Первый заместитель начальника
Департамента



И.С. Морозов

РАЗРАБОТАНО:

Генеральный директор
ООО «Газпром ВНИИГАЗ»



В.Н. Олексенко



П.Г. Цыбульский

Москва 2015

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	VI
1 Область применения.....	1
2 Нормативные ссылки.....	2
3 Термины, определения и сокращения.....	5
4 Характеристики труб, соединительных деталей, узлов трубопроводов, трубопроводной арматуры	9
4.1 Общие положения.....	9
4.2 Требования к разделке кромок труб	9
4.3 Требования к типам разделки кромок соединительных деталей трубопроводов.....	10
4.4 Требования к типам разделки кромок трубопроводной арматуры.....	11
4.5 Требования к типам разделки кромок узлов трубопроводов	14
5 Требования к сварочным материалам и оборудованию	14
5.1 Общие требования к сварочным материалам	14
5.2 Хранение и подготовка сварочных материалов.....	19
5.3 Общие требования к сварочному оборудованию	21
5.4 Требования к оборудованию для контактной стыковой сварки оплавлением	23
5.5 Требования к оборудованию для предварительного и сопутствующего (межслойного) подогрева и термической обработки.....	23
6 Требования к проведению квалификационных испытаний и производственной аттестации технологий сварки, аттестации сварщиков, специалистов сварочного производства, допускным испытаниям сварщиков (операторов).....	25
6.1 Требования к квалификационным испытаниям и производственной аттестации технологий сварки	25
6.2 Аттестация сварщиков (операторов) и специалистов сварочного производства	31
6.3 Допускные испытания сварщиков (операторов)	33
6.4 Порядок допуска технологий сварки перед началом сварочно-монтажных работ, при длительных остановках, смене оборудования и сварочных материалов.....	35
7 Требования к сварным соединениям	36

7.1 Общие требования.....	36
7.2 Механические свойства сварных соединений газопроводов, выполненных дуговыми способами сварки, вне участков пересечения активных тектонических разломов, а также вне участков прокладки в многолетнемерзлых грунтах в районах с сейсмичностью свыше 8 баллов по шкале MSK-64	39
7.3 Требования к механическим свойствам сварных соединений газопроводов на участках пересечения активных тектонических разломов, а также на участках прокладки в многолетнемерзлых грунтах в районах с сейсмичностью свыше 8 баллов по шкале MSK-64	40
8 Требования к организации сварочно-монтажных работ.....	41
8.1 Общие требования.....	41
8.2 Требования к подготовке оборудования для работы при низких температурах окружающего воздуха	42
8.3 Требования к проведению сварочно-монтажных работ и неразрушающего контроля сварных соединений при низких температурах окружающего воздуха	43
8.4 Особенности организации сварочно-монтажных работ на участках пересечения активных тектонических разломов, а также на участках прокладки в многолетнемерзлых грунтах в районах с сейсмичностью свыше 8 баллов по шкале MSK-64	44
9 Требования к технологиям сварки	45
9.1 Общие требования.....	45
9.2 Требования к подготовке к сборке и сварке, предварительному и сопутствующему подогреву.....	50
9.3 Требования к автоматической сварке	60
9.4 Требования к механизированной сварке.....	122
9.5 Требования к ручной дуговой сварке.....	131
9.6 Требования к ручной аргонодуговой сварке	133
9.7 Требования к контактной стыковой сварке оплавлением.....	138
9.8 Требования к комбинированным технологиям сварки	139
9.9 Требования к сварке тройниковых соединений	139
9.10 Требования к сварке специальных сварных соединений	145
9.11 Требования к ремонту сварных соединений	150

9.12	Требования к сварке выводов электрохимической защиты	157
10	Требования к термической обработке сварных соединений	158
10.1	Виды и способы термической обработки	158
10.2	Сварные соединения, подлежащие термической обработке	158
10.3	Параметры термического цикла термообработки	159
10.4	Подготовка сварных соединений и участка трубопровода к термообработке ...	163
10.5	Контролируемые параметры термообработки	164
10.6	Оценка и оформление результатов термической обработки	165
10.7	Требования к оборудованию и материалам для термообработки сварных соединений	169
10.8	Порядок допуска персонала к термообработке сварных соединений	169
10.9	Требования к исполнительной документации на термообработку	170
11	Требования к неразрушающему контролю качества сварных соединений	172
11.1	Требования к лабораториям неразрушающего контроля качества сварных соединений	172
11.2	Требования к персоналу, проводящему неразрушающий контроль качества сварных соединений	173
11.3	Требования к средствам и материалам для неразрушающего контроля качества сварных соединений	174
11.4	Методы и объемы неразрушающего контроля качества сварных соединений ..	176
11.5	Нормы оценки качества сварных соединений	181
11.6	Порядок проведения неразрушающего контроля качества сварных соединений	193
	Приложение А (обязательное)	196
	Методика квалификационных испытаний технологий сварки	196
	Приложение Б (обязательное)	205
	Форма Акта допуска технологии сварки и неразрушающего контроля ...	205
	Приложение В (рекомендуемое)	208
	Сварочные материалы и сварочное оборудование	208
	Приложение Г (обязательное)	216
	Приложение Д (обязательное)	217
	Библиография	229

Введение

Технические требования к сварке и неразрушающему контролю качества сварных соединений при строительстве магистрального газопровода «Сила Сибири», в том числе участков пересечения активных тектонических разломов, а также участков прокладки в многолетнемерзлых грунтах в районах с сейсмичностью свыше 8 баллов по шкале MSK-64, разработаны Обществом с ограниченной ответственностью «Научно-исследовательский институт природных газов и газовых технологий – Газпром ВНИИГАЗ» (ООО «Газпром ВНИИГАЗ»).

При подготовке технических требований учтены положения государственных стандартов, строительных норм и правил, сводов правил и нормативных документов ПАО «Газпром».

Технические требования разработаны авторским коллективом: ООО «Газпром ВНИИГАЗ»: В.А. Егоров, В.М. Силкин, С.П. Севостьянов, Е.Н. Овсянников, Д.А. Копылов, Ю.А. Соловьев, В.М. Ковех, С.В. Овечкин и др.; ООО «НИИЦ СТНК «Спектр»»: Н.Г. Блехерова, А.П. Ладыжанский, В.А. Данильсон, И.П. Литвинов, Д.В. Окунев; при участии специалистов ПАО «Газпром»: Е.М. Вышемирский, Д.М. Гандуров, И.Г. Самородов, М.Ю. Тульский.

Технические требования к сварке и неразрушающему контролю качества сварных соединений при строительстве МГ «Сила Сибири», в том числе при пересечении зон активных тектонических разломов

Дата введения - _____

1 Область применения

1.1 Настоящие технические требования распространяются на сварку и контроль качества сварных соединений при строительстве участков* магистрального газопровода «Сила Сибири» с рабочим давлением до 11,8 МПа включительно диаметром до 1420 мм включительно с толщиной стенки до 38,0 мм включительно класса прочности до К60 (категории прочности до Х70) включительно, в том числе участков пересечения активных тектонических разломов, а также участков прокладки в многолетнемерзлых грунтах в районах с сейсмичностью свыше 8 баллов по шкале MSK-64. Технические требования устанавливают:

- требования к разделке кромок труб, соединительных деталей трубопроводов, трубопроводной арматуры и узлов трубопроводов;
- требования к сварным соединениям;
- требования к квалификационным и аттестационным испытаниям;
- требования к технологиям автоматической, механизированной, ручной сварки;
- требования к неразрушающему контролю качества сварных соединений;
- требования к ремонту сварных соединений;
- требования к термической обработке сварных соединений.

* Сварка при строительстве технологических трубопроводов основного и вспомогательного назначения (маслопроводы системы смазки, воздухопроводы горячего тракта турбин и др.) выполняется согласно СТО Газпром 2-2.2-649-2012

1.2 При применении настоящих требований в полном или частичном объеме в проектных, нормативных, технологических и иных документах, в т.ч. не относящихся к МГ «Сила Сибири», ссылки на документ обязательны.

2 Нормативные ссылки

В настоящих технических требованиях использованы ссылки на следующие нормативные документы:

ГОСТ 166-89 Штангенциркуль. Технические условия

ГОСТ 427-75 Линейки измерительные металлические. Технические условия

ГОСТ 2601–84 Сварка металлов. Термины и определения основных понятий

ГОСТ 2789-73 Шероховатость поверхности. Параметры, характеристика и обозначения

ГОСТ 2999 Металлы и сплавы. Метод измерения твердости по Виккерсу

ГОСТ 3749-77 Угольники поверочные 90 град. Технические условия

ГОСТ 7502-98 Рулетки измерительные металлические. Технические условия

ГОСТ 7512-82 Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Радиографический метод

ГОСТ 9378-93 Образцы шероховатости поверхности (сравнения). Общие технические условия

ГОСТ 6996–66 Сварные соединения. Методы определения механических свойств

ГОСТ 8050–85 Двуокись углерода газообразная и жидкая. Технические условия

ГОСТ 9466–75 Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки сталей и наплавки. Классификация и общие технические условия

ГОСТ 10157–79 Аргон газообразный и жидкий. Технические условия

ГОСТ 14254–96 Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (Код IP)

ГОСТ Р 55724–13–2013 Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые

ГОСТ 15150–69 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней

ГОСТ 16037–80 Соединения сварные стальных трубопроводов. Основные типы, конструктивные элементы и размеры

ГОСТ 16504–81 Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения

ГОСТ 17516.1–90 Изделия электротехнические. Общие требования в части стойкости к механическим внешним воздействующим факторам

ГОСТ 18442-80 Контроль неразрушающий. Капиллярные методы. Общие требования

ГОСТ 23479-79 Контроль неразрушающий. Методы оптического вида. Общие требования

ГОСТ 25706-83 Лупы. Типы, основные параметры. Общие технические требования

ГОСТ 26271–84 Проволока порошковая для дуговой сварки углеродистых и низколегированных сталей. Общие технические условия

ГОСТ 28555–90 Флюсы керамические для дуговой сварки углеродистых и низколегированных сталей. Общие технические условия

ГОСТ 28702-90 Контроль неразрушающий. Толщинометры ультразвуковые. Общие технические требования

ГОСТ Р 31447-2012 Трубы стальные сварные для магистральных газопроводов, нефтепроводов нефтепродуктопроводов. Технические условия.

СТО Газпром 2-2.4-083-2006 Инструкция по неразрушающим методам контроля качества сварных соединений при строительстве и ремонте

промышленных и магистральных газопроводов

СТО Газпром 2-2.2-136-2007 Инструкция по технологиям сварки при строительстве и ремонте промышленных и магистральных газопроводов. Часть I.

СТО Газпром 2-2.2-115-2007 Инструкция по сварке магистральных газопроводов с рабочим давлением до 9,8 МПа включительно

СТО Газпром 2-2.2-798-2014 Термообработка сварных соединений при строительстве и ремонте объектов ОАО «Газпром»

СТО Газпром 2-2.2-648-2012 Технологии сварки при строительстве газопроводов в районах с высокой сейсмичностью

СТО Газпром 2-2.2-649-2012 Технологии сварки трубопроводов технологической обвязки объектов и оборудования промышленных и магистральных газопроводов

СТО Газпром 2-4.1-713-2013 Технические требования к трубам и соединительным деталям

Р Газпром 2-4.1-846-2014 Усиленные патрубки трубопроводов. Технические требования.

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»

СТУ на проектирование, строительство и эксплуатацию магистрального газопровода «Сила Сибири» на участках с сейсмичностью свыше 8 баллов по шкале MSK-64 и в зонах пересечения активных тектонических разломов при наличии многолетнемерзлых грунтов

Технические требования к трубам с высокой деформационной способностью для участков с активными тектоническими разломами.

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» (утверждены 17.10.2013 заместителем

Председателя Правления ОАО «Газпром» В.А. Маркеловым) с Комментариями к ним.

Примечание – При пользовании настоящими техническими требованиями целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования – на официальном сайте национального органа Российской Федерации по стандартизации в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячно издаваемого информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Действие стандартов ПАО «Газпром» проверяют в журнале регистрации документов Системы стандартизации ПАО «Газпром», размещенном на сайте ПАО «Газпром», на сайте официального издателя, в Единой информационной системе по техническому регулированию ПАО «Газпром» (АИС «Газпромтехнорма»). Если заменён ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учётом всех внесённых в данную версию изменений. Если заменён ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящих рекомендаций в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учёта данного изменения. Если ссылочный стандарт отменён без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины, определения и сокращения

3.1 В документе применены термины в соответствии с ГОСТ 2601, ГОСТ 16504, ГОСТ 52079, ГОСТ 24034, СТО Газпром 2-2.2-136, СТО Газпром 2-2.2-648, СТО Газпром 2-2.4-083, СТО Газпром 2-2.2-798, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1 активный тектонический разлом: зона концентрации тектонических напряжений и повышенных деформаций породного массива.

3.1.2 акустический канал: совокупность электронных устройств и физических сред, формирующих, передающих и принимающих направленный

ультразвуковой сигнал. Канал характеризуется направлением излучения, типом излучаемой волны, параметрами фокусировки излучения, системой.

3.1.3 квалификационные испытания технологий сварки: процедура проверки, подтверждающая, что технологии сварки контрольных сварных соединений (КСС), изготовленных из поставленных на объект труб (деталей), сваренных с применением конкретных сварочных материалов и сварочного оборудования, предусмотренных предварительными спецификациями процедур сварки (предварительными операционными технологическими картами сборки и сварки), обеспечивают качественные и количественные характеристики (свойства) сварных соединений, регламентированные нормативными документами ПАО «Газпром».

3.1.4 производственная аттестация технологий сварки: процедура проверки, выполняемая согласно РД 03-615 подтверждающая, что организация, применяющая технологии сварки обладает необходимыми техническими, организационными возможностями и квалифицированными кадрами для производства сварочных работ, а также проверки того, что сварные соединения, выполненные в условиях конкретного производства по аттестуемой технологии, обеспечивают соответствие требованиям, регламентированным нормативными документами.

3.1.5 неразрушающий контроль (НК): контроль, который не нарушает пригодность объекта контроля к использованию по назначению.

3.1.6 номинальная толщина стенки трубы: установленная изготовителем толщина стенки, определяемая прочностным расчетом с последующим учетом технологического передела заготовки трубы, допусков на толщину стенки, и округления до ближайшей большей толщины по нормативно-технической документации.

3.1.7 сейсмичность: распределение в пространстве и времени очагов землетрясений различных амплитуд, обусловленное тектоническими подвижками пород земной коры и верхней мантии Земли в результате их геодинамического деформирования.

3.1.8 тектонический разлом: зона нарушения сплошности земной коры, деформационный шов, разделяющий породный массив на два блока.

3.1.9 узел трубопровода: сварная конструкция, состоящая из более простых составных частей (труб, СДТ, ТПА), представляющая собой участок трубопроводной обвязки технологического оборудования сложной пространственной конфигурации (КС, ДКС, УКПГ, ГРС и т.п.).

3.1.10 радиационная толщина: суммарная длина участков оси рабочего пучка, направленного первичного ионизирующего излучения в материале контролируемого объекта.

3.2 В документе применены следующие сокращения:

АУЗК – автоматизированный ультразвуковой контроль;

ВИК – визуальный и измерительный контроль;

ВРЧ – временная регулировка чувствительности;

ВТУ – внутритрубное устройство;

ГЭО – головная экспертная организация;

ДЭО – дочерняя эксплуатирующая организация;

КР – компьютерная радиография;

КСС – контрольное сварное соединение;

ЛС – линия сплавления;

ЗТВ – зона термического влияния;

МПК – магнитопорошковый контроль;

МУЗК – механизированный ультразвуковой контроль;

МШ – металл шва;

НАКС – Национальное Агентство Контроля Сварки;

НД – нормативная документация;

ПВК – контроль проникающими веществами (капиллярный);

ПСПС – предварительная спецификация процедуры сварки (предварительная операционная технологическая карта сборки и сварки, составленная для выполнения квалификационных и аттестационных испытаний технологий сварки);

ПКПС – протокол квалификации процедуры сварки;

ОТК – операционная технологическая карта сборки и сварки (составленная для производства работ на основании ПСПС с учетом результатов квалификационных испытаний технологий сварки);

ПЭП – пьезоэлектрические преобразователи;

РБ – радиационная безопасность;

РК – радиографический контроль;

РУЗК – ручной ультразвуковой контроль;

САСв – система аттестации сварочного производства;

СДТ – соединительная деталь трубопровода;

СМР – сварочно-монтажные работы;

СО – стандартный образец;

СОП – стандартный образец предприятия;

СПК – станок подготовки кромок;

ТПА – трубопроводная арматура;

ТТ – технические требования;

ТУ – технические условия;

УЗК – ультразвуковой контроль;

ФР – фазированная решетка;

ЦР – цифровая радиография.

3.3 В документе применены следующие обозначения способов сварки:

ААД – автоматическая аргонодуговая сварка неплавящимся электродом;

ААДП – автоматическая аргонодуговая сварка плавящимся электродом;

АПГ – автоматическая сварка плавящимся электродом в среде активных газов и смесях;

АПИ – автоматическая сварка порошковой проволокой в среде инертных газов и смесях;

АПС – автоматическая сварка самозащитной порошковой проволокой;

АФ – автоматическая сварка под флюсом;

КСО – контактная стыковая сварка оплавлением;

МП – механизированная сварка плавящимся электродом в среде активных газов и смесях;

МПИ – механизированная сварка порошковой проволокой в среде инертных газов и смесях;

МПС – механизированная сварки самозащитной порошковой проволокой;

РАД – ручная аргодуговая сварка неплавящимся электродом;

РД – ручная дуговая сварка покрытыми электродами.

4 Характеристики труб, соединительных деталей, узлов трубопроводов, трубопроводной арматуры

4.1 Общие положения

4.1.1 Для проектирования и строительства МГ «Сила Сибири» следует применять:

– трубы и соединительные детали изготовленные по техническим условиям, согласованным ПАО «Газпром» и соответствующие:

а) СТО Газпром 2-4.1-713;

б) «Техническим требования к трубам с высокой деформационной способностью для участков с активными тектоническими разломами» для участков пересечения активных тектонических разломов, а также на участках прокладки в многолетнемерзлых грунтах в районах с сейсмичностью свыше 8 баллов по шкале MSK-64;

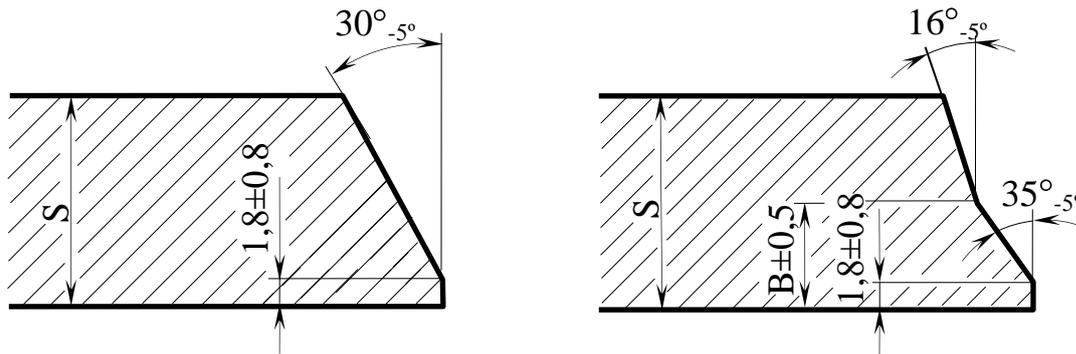
– ТПА, изготовленная по техническим условиям, согласованными с ПАО «Газпром» в установленном порядке.

4.2 Требования к разделке кромок труб

4.2.1 Геометрические параметры заводской разделки кромок торцов труб для сборки под сварку приведены на рисунке 4.1.

4.2.2 Могут быть применены разделки кромок торцов труб с формой и геометрическими параметрами, отличающимися от представленных на

рисунке 4.1 и учитывающие особенности технологий дуговой сварки (автоматической или механизированной).



а) трубы с толщиной стенки (S) до 15,0 мм вкл. б) трубы с толщиной стенки св. 15,0 мм.

Значение параметра В:

- 9,0 мм для толщин стенок труб св.15,0 до 19,0 мм включительно;
- 10,0 мм для толщин стенок труб свыше 19,0 до 21,5 мм включительно;
- 12,0 мм для толщин стенок труб свыше 21,5 мм.

Рисунок 4.1 – Геометрические параметры заводской разделки кромок торцов труб для сборки под сварку

4.2.3В случае технически обоснованной невозможности использования станков подготовки кромок допускается применять разделку кромок торцов труб с толщиной стенки свыше 15,0 мм до 38,0 мм включительно, указанную на рисунке 4.1 а), при выполнении захлестных сварных соединений с применением ручной дуговой сварки покрытыми электродами (РД). В этом случае подготовка кромок выполняется механизированной орбитальной газовой или воздушно-плазменной резкой с последующей механической обработкой резаных торцов шлифмашинкой с набором абразивных кругов и диковых проволочных щеток, при этом металл кромок труб должен быть удален на глубину не менее 1,0 мм

4.3 Требования к типам разделки кромок соединительных деталей трубопроводов

4.3.1СДТ должны изготавливаться с кромками, обработанными механическим способом, при этом геометрические параметры наружной и

внутренней разделки кромок должны назначаться в зависимости от номинальных размеров (Рисунок 4.2) внутреннего присоединительного диаметра и размера для присоединения, наружного диаметра и толщины стенки труб. Геометрические параметры (размеры) кромок должны соответствовать требованиям СТО Газпром 2-4.1-713, рисунку 4.2 и оговариваться в ТУ производителя.

4.3.2 Проверочный расчет размера «а» для присоединения трубы или переходного кольца с СДТ следует выполнять по формуле:

$$a \geq \frac{\sigma_{BT}}{\sigma_{ВД}} \cdot S_{ТР}, \quad (4.1)$$

где, σ_{BT} - нормативное временное сопротивление основного металла трубы, МПа;
 $\sigma_{ВД}$ - нормативное временное сопротивление основного металла детали, МПа;
 $S_{ТР}$ - номинальная толщина стенки трубы, мм.

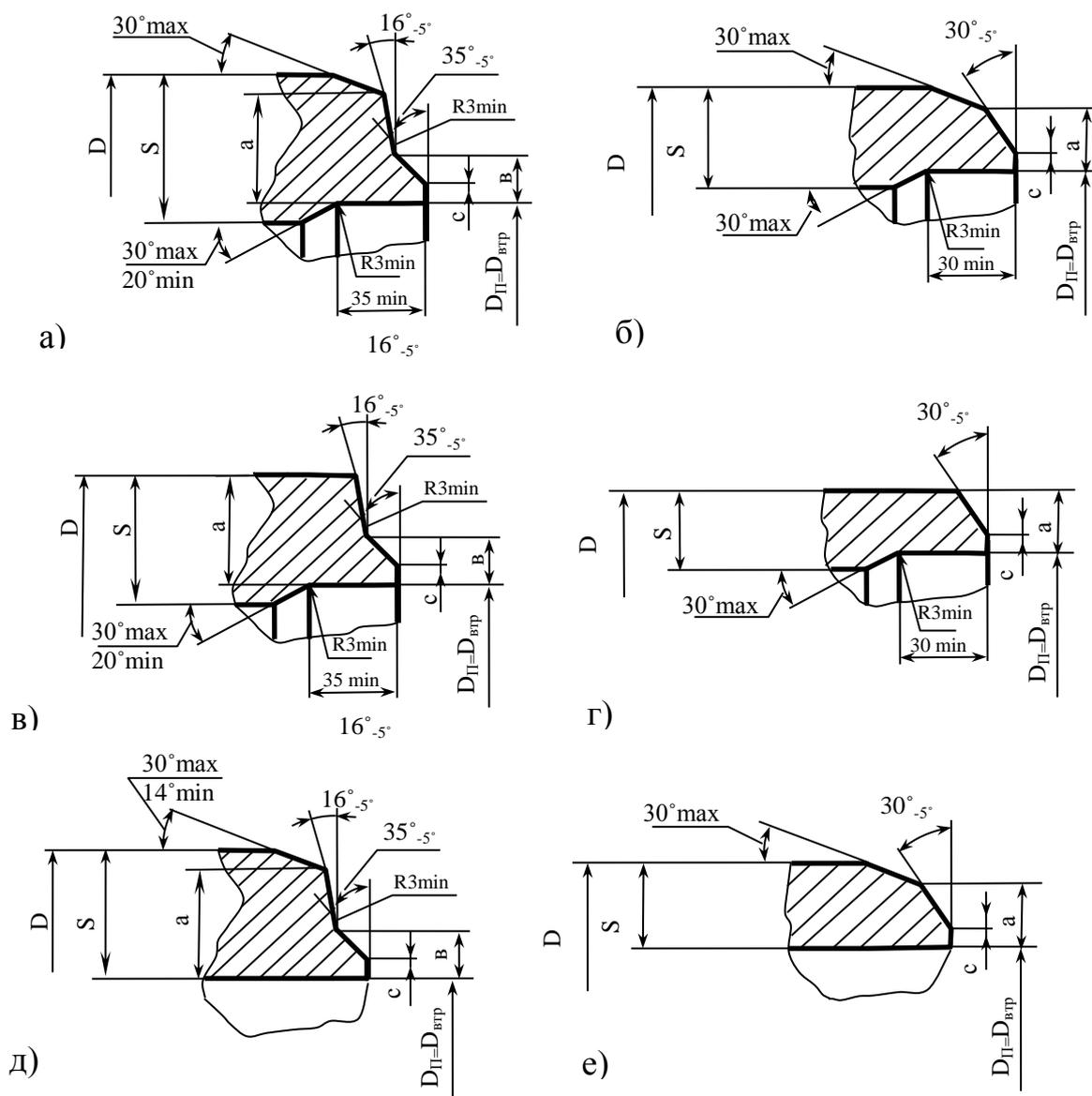
4.3.3 Разделки кромок СДТ, представленные на рисунке 4.2 (а, в, д), следует применять при сварке СДТ с трубами с толщиной стенки свыше 15,0 мм, при этом параметр В должен соответствовать параметру В присоединяемой трубы. Разделки кромок, представленные на рисунке 4.2 (б, г, е), следует применять при сварке СДТ с трубами с толщиной стенки до 15,0 мм включительно. Значения размера «а», приведенного на рисунке 4.2 (а, б, в, г, д, е) должно быть не менее значения толщины стенки присоединяемой трубы.

4.3.4 Внутренний диаметр СДТ должен соответствовать требованиям СТО Газпром 2-4.1-713 при любых разделках кромок.

4.4 Требования к типам разделки кромок трубопроводной арматуры

4.4.1 ТПА должны поставляться изготовителями с кромками, обработанными механическим способом, при этом геометрические параметры наружной и внутренней разделки кромок должны назначаться в зависимости от номинальных размеров (рисунок 4.3), наружного диаметра и толщины стенки труб (патрубков, переходных колец) и оговариваться ТУ производителя.

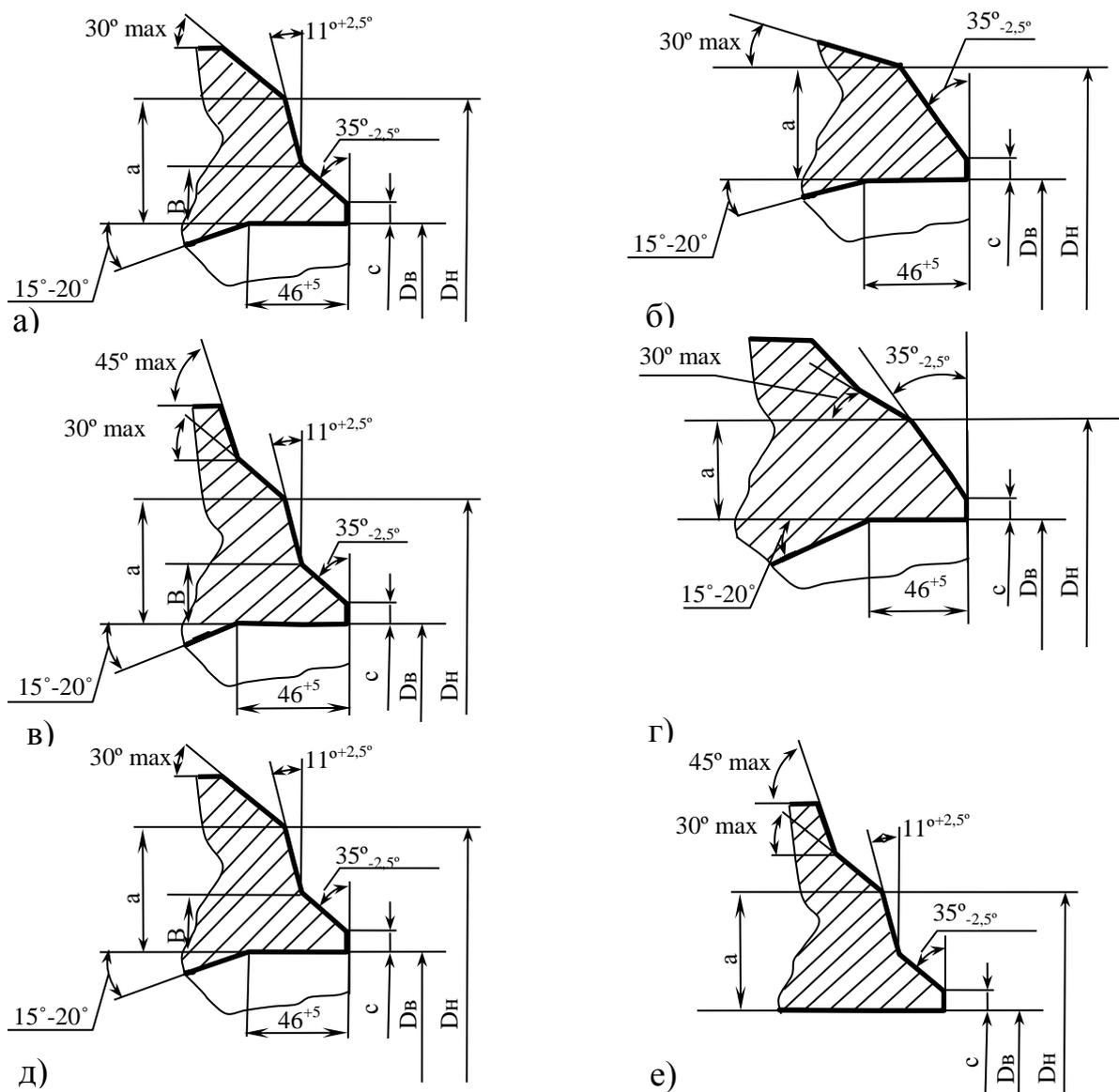
Предпочтительна поставка ТПА с переходными кольцами, приваренными в заводских условиях, по ТУ, согласованным ПАО «Газпром».



- a – размер для присоединения трубы или переходного кольца ($S_{тр} \leq a \leq 1,5S_{тр}$);
- c – высота кольцевого притупления ($1,8 \pm 0,8$ мм);
- в – высота фаски (согласно рисунку 4.1);
- D – наружный диаметр детали;
- D_{Π} – внутренний присоединительный диаметр детали, равный ($D_{тр} - 2S_{тр}$);
- $D_{тр}$ – наружный диаметр трубы;
- $D_{втр}$ – внутренний диаметр трубы;
- S – толщина стенки детали;
- $S_{тр}$ – номинальная толщина стенки присоединяемой трубы.

Рисунок 4.2 - Геометрические параметры разделки кромок торцов СДТ

4.4.2 Проверочный расчет размера «a» для присоединения трубы или патрубка (переходного кольца) с ТПА следует выполнять по формуле 4.1.



а – размер для присоединения трубы или переходного кольца ($S_{тр} \leq a \leq 1,5S_{тр}$);
 с – высота кольцевого притупления ($1,8 \pm 0,8$ мм);
 В – высота фаски;
 $D_{н}$ – наружный диаметр детали;
 $D_{в}$ – внутренний присоединительный диаметр детали, равный ($D_{тр} - 2S_{тр}$);
 $S_{тр}$ – номинальная толщина стенки присоединяемой трубы.

Рисунок 4.3 - Геометрические параметры заводской разделки кромок торцов ТПА

4.4.3 Разделки кромок ТПА, представленные на рисунке 4.3 (а, в, д, е), следует применять при сварке ТПА с трубами (патрубками, кольцами переходными) с толщиной стенки свыше 15,0 мм, при этом параметр В должен соответствовать параметру В присоединяемой трубы. Разделки кромок,

представленные на рисунке 4.3 (б, г) следует применять при сварке ТПА с трубами (патрубками, кольцами переходными) с толщиной стенки до 15,0 мм включительно. Значения размера «а», приведенного на рисунке 4.3 (а, б, в, г, д, е) должно быть не менее значения номинальной толщины стенки присоединяемой трубы.

4.5 Требования к типам разделки кромок узлов трубопроводов

Геометрические параметры разделки кромок торцов узлов трубопроводов должны соответствовать геометрическим параметрам разделки кромок торцов присоединяемых труб и требованиям 4.3 и 4.4. На все кольцевые стыковые сварные соединения узлов трубопроводов, выполненные в заводских условиях, к паспорту должны быть приложены копии заключений неразрушающего контроля качества физическими методами.

Примечание: При изготовлении узлов трубопроводов в заводских или базовых условиях следует учитывать, что заводские швы свариваемых труб, СДТ, а также сварные швы переходных колец, привариваемых к ТПА в заводских или базовых условиях, должны располагаться в верхней половине периметра и должны быть смещены друг относительно друга на расстоянии не менее 100 мм для сварных соединений DN 500 и более и не менее 75 мм для сварных соединений менее DN 500.

5 Требования к сварочным материалам и оборудованию

5.1 Общие требования к сварочным материалам

5.1.1 Для сварки соединений труб, труб с СДТ, ТПА при сооружении МГ «Сила Сибири» могут применяться следующие виды сварочных материалов:

- проволоки сплошного сечения для автоматической, механизированной сварки в среде защитных газов и автоматической сварки под флюсом;
- проволоки сплошного сечения и прутки для автоматической и ручной аргонодуговой сварки неплавящимся электродом;
- порошковые проволоки для автоматической и механизированной сварки в среде защитных газов;

– защитные газы (углекислый газ, аргон) и их смеси для механизированной и автоматической сварки проволокой сплошного сечения и порошковой проволокой, ручной и автоматической аргонодуговой сварки неплавящимся электродом;

– самозащитные порошковые проволоки для механизированной и автоматической сварки;

– флюсы керамические (агломерированные) для автоматической сварки проволокой сплошного сечения;

– электроды покрытые металлические с основным видом покрытия для ручной дуговой сварки;

– вольфрам лантанированный (прутки) для ручной и автоматической аргонодуговой сварки неплавящимся электродом.

Область применения сварочных материалов, указанная в «Реестре сварочных материалов ПАО «Газпром» должна уточняться по результатам квалификационных испытаний технологий сварки.

5.1.2 Сварочные материалы для автоматической, механизированной и ручной дуговой сварки МГ «Сила Сибири» могут применяться при наличии:

– записи в «Реестре сварочных материалов ПАО «Газпром» с соответствующей областью применения;

– сертификатов качества, удостоверяющих их соответствие нормативным требованиям ТУ, для сварочных материалов импортного производства – дубликатами сертификатов качества на русском языке.

Сертификаты качества на проволоки сплошного сечения и прутки, порошковые проволоки, флюсы и электроды должны включать в себя информацию по химическому составу и свойствам наплавленного металла (временное сопротивление разрыву, предел текучести, относительное удлинение, ударная вязкость) на конкретную партию, указанную в сертификате;

– санитарно-гигиенических сертификатов (рекомендательно);

– свидетельств НАКС об аттестации сварочных материалов согласно

РД 03–613–03 [4] с областью аттестации по группе технических устройств «Нефтегазодобывающее оборудование»;

– положительных результатов квалификационных испытаний технологий (способов) сварки (11), для которых эти сварочные материалы предназначены, в том числе для применения на участках пересечения активных тектонических разломов. а также на участках прокладки в многолетнемерзлых грунтах с сейсмичностью свыше 8 баллов по шкале MSK-64.

5.1.3 Сварочные материалы должны обеспечивать механические свойства сварных соединений, регламентированные в разделе 7 настоящих ТТ.

5.1.4 Сварочные материалы должны соответствовать нормативным требованиям ТУ сертификатам качества и обеспечивать:

а) сварочно-технологические свойства:

– качественное формирование металла шва при сварке (во всех пространственных положениях*);

– стабильность горения дуги;

– легкое удаление шлака, образующегося в процессе сварки, в т. ч. при сварке в разделку кромок;

б) металлургические свойства наплавленного металла:

– гарантированное содержание основных легирующих элементов;

– допустимое содержание вредных примесей (S, P и др.) и диффузионного водорода;

– отсутствие дефектов металлургического характера (горячие трещины, поры и др.).

в) механические свойства наплавленного металла с

гарантированными значениями:

– временного сопротивления разрыву;

– предела текучести;

* Кроме автоматической сварки под флюсом.

- относительного удлинения;
- ударной вязкости.

5.1.5 Сварочные материалы (проволоки сплошного сечения и прутки, порошковые проволоки, флюсы и электроды) должны обеспечивать следующие дополнительные требования к свойствам наплавленного металла:

– среднее значение ударной вязкости на трех образцах Шарпи (KCV) при температуре испытаний минус 40 °С согласно ГОСТ 6996:

а) для трубных сталей классов прочности свыше K54 до K60 включительно и категорий прочности свыше X65 до X70 включительно – не менее 55 Дж/см² (не менее 45 Дж/см² для одного образца);

б) трубных сталей классов прочности до K54 включительно и категорий прочности до X60 включительно – не менее 50 Дж/см² (не менее 40 Дж/см² для одного образца);

– относительное удлинение (δ_5) - не менее 22 %;

– временное сопротивление разрыву при испытаниях на статическое растяжение образцов типа II или III по ГОСТ 6996 должно быть не ниже нормативного значения временного сопротивления основного металла труб в продольном направлении, установленного по ТУ;

– предел текучести для сварки участков МГ «Сила Сибири» при пересечении активных тектонических разломов, а также участков прокладки в многолетнемерзлых грунтах с сейсмичностью свыше 8 баллов по шкале MSK-64 при испытаниях на статическое растяжение цилиндрических образцов типа III по ГОСТ 6996:

а) для трубных сталей классов прочности свыше K54 до K60 включительно и категорий прочности свыше X65 до X70 включительно – не менее 534 МПа;

б) трубных сталей классов прочности до K54 включительно и категорий прочности до X60 включительно – не менее 457 МПа.

5.1.6 Выбор и назначение сварочных материалов выполняется, исходя из:

- способа и технологии сварки;
- классов прочности и номинальных размеров (диаметр, толщина стенки) свариваемых элементов;
- зоны строительства магистрального газопровода.

5.1.7 При сварке соединений труб, труб с СДТ, ТПА из сталей различных классов прочности сварочные материалы назначаются:

- по меньшему классу прочности, если свариваемые соединения имеют равную толщину стенки и разные классы прочности;
- по меньшему классу прочности, если в свариваемых соединениях тонкостенный элемент имеет меньшую прочность;
- по большему классу прочности, если в свариваемых соединениях тонкостенный элемент имеет большую прочность.

5.1.8С целью подтверждения того, что конкретные марки сварочных материалов обеспечивают качественные и количественные характеристики сварных соединений МГ «Сила Сибири», регламентированные разделом 7 настоящих ТТ, сварочные материалы должны пройти квалификационные испытания в составе квалификационных испытаний технологий сварки (кроме ручной дуговой сварки) с применением конкретных типов (марок) сварочного оборудования (источники сварочного тока, автоматические сварочные головки, механизмы подачи сварочной проволоки) на трубах, соответствующих требованиям 4.

5.1.9Методика проведения квалификационных испытаний сварочных материалов (в составе квалификационных испытаний технологий сварки), предназначенных для выполнения сварных соединений МГ «Сила Сибири» на участках пересечения активных тектонических разломов, а также на участках прокладки в многолетнемерзлых грунтах в районах с сейсмичностью свыше 8 баллов по шкале MSK-64, должна соответствовать приложению А с учетом 5.1.6 и 5.1.7.

5.1.10Перечни сварочных материалов (проволок сплошного сечения,

порошковых проволок, защитных газов и их смесей, флюсов керамических (агломерированных), электродов покрытых металлических), рекомендуемых к применению, приведены в приложении В и могут быть уточнены по результатам квалификационных испытаний и производственной аттестации технологий сварки.

5.2 Хранение и подготовка сварочных материалов

5.2.1 Сварочные материалы должны проходить входной контроль в порядке, установленном в ПАО «Газпром» и в организации выполняющей сварочные работы при строительстве МГ «Сила Сибири». Входной контроль сварочных материалов производится по партиям. Партия комплектуется заводом-изготовителем из материала одной марки, одного типоразмера и назначения и сопровождается одним документом о качестве (сертификатом).

5.2.2 При входном контроле следует проверять:

- наличие сертификатов качества (оригиналов или заверенных поставщиком копий, для сварочных материалов импортного производства с приложением дубликатов сертификатов качества на русском языке);

- наличие Свидетельства НАКС об аттестации сварочного материала согласно РД 03–613–03 [4] с областью аттестации по группе технических устройств «Нефтегазодобывающее оборудование»;

- сохранность упаковки;

- внешний вид, состояние поверхности, диаметр (при наличии);

- сварочно-технологические свойства.

5.2.3 Сварочные материалы следует хранить в соответствии с рекомендациями заводов-изготовителей, при этом сварочные электроды следует хранить в помещениях при температуре воздуха не ниже +15 °С, относительной влажности не более 60 % в количестве не более пяти упаковок (рядов) в высоту.

5.2.4 Сварочные материалы, хранящиеся более одного года, непосредственно перед использованием должны пройти повторный входной контроль в соответствии с требованиями 5.2.1 и 5.2.2.

5.2.5 Электроды, проволоки, прутки, флюсы с нарушением герметичности упаковки должны пройти повторный входной контроль в соответствии с требованиями 5.2.1 и 5.2.2 и должны быть использованы в первую очередь.

5.2.6 Сварочные материалы (проволоки, прутки, покрытые электроды) со следами ржавчины, грязи, или масла (смазки) на поверхности, а также с дефектами покрытия применению не подлежат.

5.2.7 Проволоки сплошного сечения, прутки, порошковые проволоки, в т.ч. самозащитные, не требуют предварительной сушки (прокалки) перед сваркой. После вскрытия упаковки порошковые проволоки должны быть использованы в течение 24 ч, в случае хранения на открытом воздухе, исключая попадание влаги. При прямом попадании влаги требуется просушка (прокалка).

5.2.8 Флюсы перед сваркой должны подвергаться сушке или прокалке в соответствии с требованиями производителя, изложенными в ТУ.

5.2.9 Флюс должен выдаваться в количестве, необходимом для односменной работы трубосварочной базы. Высота слоя флюса при прокалке не должна превышать 6,0 см (за исключением случаев применения прокалочных печей бункерного типа). Количество повторных прокалок флюса, общее время прокалки, а также срок хранения флюса в закрытой герметичной таре не ограничиваются.

5.2.10 Не допускается смешивать флюсы разных марок, партий поставки и заводов-изготовителей.

5.2.11 Электроды с основным видом покрытия, поставляемые в герметичных пластмассовых коробках или картонных коробках, обтянутых термоусадочной пленкой перед сваркой должны быть прокалены в соответствии с рекомендациями изготовителя. При отсутствии рекомендаций изготовителя, электроды должны быть прокалены при температуре от 350⁰С до +380⁰С в течение от 1 до 2 ч.

5.2.12 Электроды с основным видом покрытия, поставляемые в вакуумной упаковке, герметичных металлических банках, не требуют прокалки перед

сваркой. При нарушении герметичности банки, а также в случае, если электроды из открытой банки не были использованы в течение рабочей смены, необходимо произвести их прокалику перед сваркой в соответствии с рекомендациями изготовителя. При отсутствии рекомендаций изготовителя, электроды должны быть прокалены при температуре от $+350^{\circ}\text{C}$ до $+380^{\circ}\text{C}$ в течение от 1 до 2 ч.

5.2.13 Электроды с основным видом покрытия после прокалики должны храниться:

- в термостатах (термопечалах), сушильных шкафах, прокалочных печах при температуре от $+100^{\circ}\text{C}$ до $+150^{\circ}\text{C}$;

- в герметичных емкостях в сухих отапливаемых помещениях при температуре воздуха не ниже $+15^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности не более 60 % в течение не более 2-х суток; после истечения 2-х суток перед использованием электродов требуется повторная прокалика.

5.2.14 Срок хранения электродов с основным видом покрытия, поставляемых в вакуумной упаковке, герметичных металлических банках, не ограничивается при условии положительных результатов входного контроля.

5.2.15 Повторная прокалика электродов с основным видом покрытия должна проводиться не более 5 раз при общем времени прокалики не более 10 ч.

5.3 Общие требования к сварочному оборудованию

5.3.1 Сварочное оборудование (сварочные выпрямители тиристорного и инверторного типа, сварочные головки, механизмы подачи сварочной проволоки, сварочные горелки, передвижные и самоходные сварочные установки, сварочные комплексы), предназначенное для ручной дуговой сварки покрытыми электродами, автоматической, механизированной сварки плавящимся электродом, ручной и автоматической аргонодуговой сварки неплавящимся электродом) должно применяться при наличии:

- паспортов и руководств по эксплуатации (для сварочного оборудования импортного производства – дубликатов паспортов, руководств по эксплуатации на русском языке);

– сертификата соответствия или декларацию о соответствии требованиям Таможенного союза;

– свидетельств НАКС об аттестации сварочного оборудования согласно РД 03–614–03 с областью аттестации по группе технических устройств «Нефтегазодобывающее оборудование»;

– записи в «Реестре сварочного оборудования и оборудования для термической резки» ПАО «Газпром» с соответствующей областью применения.

5.3.2В части обеспечения качества сварных соединений, безопасности эксплуатации сварочное оборудование должно соответствовать требованиям раздела 8 СТО Газпром 2-2.2-136-2007.

5.3.3Сварочное оборудование для ручной и автоматической аргонодуговой сварки неплавящимся электродом должно обеспечивать зажигание дуги отрывом электрода или зажигание дуги с помощью высокочастотного разряда. Запрещается применение оборудования с контактным возбуждением дуги «чирканьем» вольфрамового электрода из-за образования включений вольфрама в металле шва и быстрого износа электрода.

5.3.4Конкретные марки сварочного оборудования для автоматической, механизированной сварки должны пройти квалификационные испытания в процессе квалификационных испытаний технологий сварки согласно раздела 6 с применением конкретных марок сварочных материалов (сварочных проволок, защитных газов, флюсов), с целью подтверждения его пригодности для выполнения сварочных работ и обеспечения требуемых качества и механических свойств сварных соединений.

5.3.5Перечень сварочного оборудования, рекомендованного к применению, приведен в приложении В и может дополняться (уточняться) или пересматриваться по результатам квалификационных испытаний в составе квалификационных испытаний технологий сварки согласно разделу 6.

5.4 Требования к оборудованию для контактной стыковой сварки оплавлением

5.4.1 При КСО применяются специализированные комплексы.

5.4.2 Комплексы КСО могут применяться при наличии:

- паспорта и руководства по эксплуатации;
- сертификата соответствия ГОСТ Р (по безопасности);
- свидетельства НАКС об аттестации сварочного оборудования согласно РД 03-614-03 с областью аттестации по группе технических устройств «Нефтегазодобывающее оборудование»;
- записи в «Реестре сварочного оборудования и оборудования термической резки» ПАО «Газпром»;
- нормативных документов (технологических инструкций по технологии контактной стыковой сварки оплавлением), согласованных ПАО «Газпром».

Комплексы КСО должны быть адаптированы для производства работ в полосе отвода строящегося газопровода или в условиях полевой трубосварочной базы.

5.4.3 Комплексы КСО должны содержать оборудование для термообработки сварного соединения по режиму термического улучшения с автоматической регистрацией параметров термического цикла.

5.4.4 Другие требования к сварочным комплексам КСО должны быть отражены в нормативных документах (технологических инструкциях по технологии контактной стыковой сварки оплавлением).

5.5 Требования к оборудованию для предварительного и сопутствующего (межслойного) подогрева и термической обработки

5.5.1 Для предварительного, сопутствующего (межслойного) подогрева должны применяться газопламенные нагревательные устройства, установки индукционного нагрева, радиационного нагрева способом электросопротивления или нагрева с применением электронагревателей комбинированного действия.

5.5.2 Оборудование для предварительного, сопутствующего

(межслойного) подогрева должно применяться при наличии записи в «Реестре вспомогательного оборудования и материалов для выполнения сварочно-монтажных работ» ПАО «Газпром» с соответствующей областью применения.

5.5.3 Оборудование должно обеспечивать предварительный подогрев свариваемых соединений по толщине стенки и периметру в зоне шириной не менее 150 мм (т.е. не менее 75 мм в каждую сторону от свариваемых кромок), и, если необходимо, подогрев перед выполнением прихваток и сопутствующий (межслойный) подогрев в процессе сварки.

5.5.4 При проведении подогрева установками индукционного нагрева, радиационного нагрева способом электросопротивления, нагрева с применением электронагревателей комбинированного действия в случае прекращения энергообеспечения или при выходе из строя установок нагрева, допускается выполнять нагрев газопламенными нагревательными устройствами (кольцевыми газовыми подогревателями, однопламенными горелками и др.) до возобновления энергообеспечения или замены вышедшего из строя оборудования, при этом следует избегать локального перегрева металла.

5.5.5 Подогрев не должен нарушать целостность изоляции. При применении газопламенных нагревательных устройств (горелок) следует применять термоизоляционные материалы (термоизолирующие пояса) и/или боковые ограничители пламени. Максимальная температура нагрева трубы в зоне начала заводского изоляционного покрытия труб не должна превышать 120 ± 10 °С.

5.5.6 Установка для термообработки сварных соединений, выполненных КСО, должна включать:

- электростанцию для питания индукционной установки;
- преобразователь частоты (1000-4000 Гц);
- индуктор с высокочастотным трансформатором и согласующим контуром;
- устройство для ускоренного охлаждения сварного соединения после

нагрева;

– блок управления и автоматической регистрации параметров процесса термообработки.

6 Требования к проведению квалификационных испытаний и производственной аттестации технологий сварки, аттестации сварщиков, специалистов сварочного производства, допускным испытаниям сварщиков (операторов)

6.1 Требования к квалификационным испытаниям и производственной аттестации технологий сварки

6.1.1 До начала сварочных работ должны быть выполнены квалификационные испытания и производственная аттестация технологий сварки, предусмотренных требованиями нормативных документов ПАО «Газпром», НАКС и настоящих ТТ, на трубах, соответствующих разделу 4.

6.1.2 Квалификационные испытания технологий сварки выполняются с применением основного и вспомогательного сварочного оборудования, марок сварочных материалов, которые будут применены при строительстве МГ. Квалификационные испытания технологий сварки выполняются с учетом приложения А под технологическим руководством разработчиков настоящих ТТ.

6.1.3 Магистральный газопровод «Сила Сибири», в том числе участки пересечения активных тектонических разломов и участки прокладки в многолетнемерзлых грунтах в районах с сейсмичностью свыше 8 баллов по шкале MSK-64 по своим параметрам (рабочее давление, условия прокладки, толщина стенок труб, условия эксплуатации, требования к сварным соединениям) относятся к п. 7 «Уникальные объекты нефтяной и газовой промышленности при сооружении и ремонте» группы опасных технических устройств – «Нефтегазодобывающее оборудование» (НГДО), что должно

учитываться в процедурах аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства, сварочных материалов, а также производственной аттестации технологий сварки.

6.1.4 Производственную аттестацию технологий сварки, регламентированных настоящими ТТ, могут осуществлять Аттестационные центры, отвечающие требованиям раздела 5.2 «Положения об аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства, производственной аттестации технологий сварки, сварочного оборудования и сварочных материалов на объектах ОАО «Газпром» [25] и определяемые решением ПАО «Газпром» и НАКС.

6.1.5 Производственная аттестация технологий сварки выполняется согласно РД 03-615-03 с учетом требований «Положения...» [26] и положений настоящих ТТ.

6.1.6 Квалификационные испытания и производственная аттестация технологий сварки должны выполняться с учетом следующих критериев:

- типоразмеров труб, классов прочности основного металла труб;
- механических свойств сварных соединений (определяются условиями прокладки трубопровода);
- способов сварки или комбинаций способов сварки;
- марок и диаметров сварочных материалов;
- марок сварочного оборудования для механизированной и автоматической сварки;
- минимального количества слоев сварного шва для дуговых способов сварки;
- необходимости проведения термической обработки.

Квалификационные испытания технологий сварки проводятся только для стыковых сварных соединений.

6.1.7 Квалификационные испытания и производственную аттестацию технологий сварки рекомендуется выполнять совместно (одновременно) по разработанной и согласованной сторонами Программе на одних и тех же КСС

(далее совмещенные испытания технологий сварки), с целью минимизации сроков выполнения работ, трудовых, материальных и финансовых затрат организации-заявителя (участника строительства). Особенности совместного проведения квалификационных испытаний и производственной аттестации технологий сварки приведены в «Положении...» (раздел 10) [26].

6.1.8 Количество КСС при совмещенных испытаниях технологий сварки должно быть достаточным для выполнения полного объема механических испытаний, при этом количество каждого однотипных КСС, выполненных автоматическими и/или механизированными способами сварки, должно составлять не менее трех (кроме комбинации МП+РД).

6.1.9 Общие требования к организации, порядку проведения, оформлению документации по результатам квалификационных испытаний технологий сварки приведены в СТО Газпром 2-3.5-046-2006 (раздел 5).

6.1.10 До проведения совмещенных испытаний технологии сварки должны быть разработаны предварительные спецификации процедур сварки (предварительные операционные технологические карты сборки и сварки) КСС, которые разрабатываются организацией-заявителем в соответствии с требованиями проектной документации и настоящих ТТ.

6.1.11 Операционная технологическая карта сборки и сварки производственных сварных соединений разрабатывается для каждой технологии применительно к диаметру и толщине стенки свариваемых элементов, с учетом основных материалов, используемых при строительстве на основании совмещенных испытаний технологии сварки.

В процессе совмещенных испытаний технологий сварки должна устанавливаться допустимая температура предыдущего слоя сварного шва перед наложением последующего слоя (межслойная температура).

6.1.12 Для всех видов ремонта дефектов сварных соединений (стыковых сварных соединений с частичной несквозной выборкой сварного шва, со сквозной выборкой дефектного участка), выполненных в стандартную заводскую разделку кромок различными способами сварки или угловых и

нахлесточных сварных соединений с частичной выборкой сварного шва, допускается разрабатывать одну операционную технологическую карту, при этом для сварных соединений, выполненных в специальные зауженные разделки кромок, а также для сварных соединений, выполненных автоматической двухсторонней сваркой под флюсом должны разрабатываться отдельные операционные технологические карты.

6.1.13 Все КСС, выполняемые при совмещенных испытаниях технологий сварки, должны быть подвергнуты НК в объеме требований раздела 11 на соответствие требованиям подраздела 11.5.

6.1.14 После получения положительных результатов ВИК и неразрушающего контроля КСС физическими методами должны быть проведены механические испытания для проверки соответствия их механических свойств, требованиям разделов 7.2 и 7.3.

6.1.15 Количество образцов и виды механических испытаний КСС приведены в таблице 6.1. Схемы вырезки образцов для механических испытаний приведены в СТО Газпром 2-2.2-136 (приложение А). Образцы на статическое растяжение металла шва вырезаются из положения 1^{30} (10^{30}) и 4^{30} (7^{30}) ч.

Примечание: Для контактной стыковой сварки количество образцов, виды механических испытаний, схемы вырезки образцов определяются согласно нормативным документам (технологическим инструкциям по технологии контактной стыковой сварки оплавлением), согласованным с ПАО «Газпром».

6.1.16 Совмещенные испытания технологий сварки следует выполнять с учетом критериев, приведенных в 6.1.6, при этом результаты квалификационных испытаний и производственной аттестации распространяются:

– на сварку труб классов прочности в пределах до К54, св. К54 до К60 включительно (в том числе, категории прочности Х65, Х70) в зависимости от КСС, выполненного при совмещенных испытаниях, с учетом требований «Положения...» [26];

– на сварку труб того же завода производителя, что и при квалификационных испытаний, для участков пересечения активных тектонических разломов, а также участков прокладки в многолетнемерзлых грунтах в районах с сейсмичностью свыше 8 баллов по шкале MSK-64;

– на сварку газопроводов вне зон пересечения активных тектонических разломов, а также вне зон прокладки в многолетнемерзлых грунтах с сейсмичностью свыше 8 баллов по шкале MSK-64 при проведении совмещенных испытаний с определением механических свойств сварных соединений газопроводов в соответствии с разделом 7.2;

– на сварку газопроводов на участках пересечения активных тектонических разломов и участках прокладки в многолетнемерзлых грунтах в районах с сейсмичностью свыше 8 баллов по шкале MSK-64 при проведении совмещенных испытаний с определением механических свойств сварных соединений газопроводов в соответствии с разделом 7.3;

– на сварку труб диаметром от $0,5D$ до $1,5D$, но менее 1420 мм, где D – диаметр труб для сварки КСС при совмещенных испытаниях, при этом верхняя граница области распространения по диаметрам должна быть ограничена с учетом группы диаметров, приведенных в таблице 6.1. Для труб диаметром 1420 мм КСС выполняется отдельно;

– на сварку труб с толщиной стенки от $0,5S$ до $1,25S$, но менее 32,0 мм, где S – номинальная толщина стенки труб для сварки КСС при совмещенных испытаниях. При этом для труб с толщиной стенки 32,0 мм и более область распространения устанавливается от $S - 2,0$ мм до $S + 2,0$ мм;

– на технологию сварки, которой выполнено КСС;

– на конкретные марки и диаметры сварочных материалов, которыми выполнено КСС, для всех технологий сварки;

– на сварочное оборудование для механизированной и автоматической сварки, которым выполнено КСС;

– на сварные соединения с термической обработкой и без термической обработки в зависимости от КСС, выполненного при квалификационных испытаниях.

6.1.17 Результаты совмещенных испытаний технологий сварки используются для оформления результатов производственной аттестации технологий сварки согласно РД 03-615-03 [6] с учетом требований

Положения [26], а также формирования Заключения разработчиком настоящих ТТ, оформления и согласования операционных технологических карт сборки и сварки (для производства работ).

Таблица 6.1 – Количество образцов и виды механических испытаний образцов КСС, выполненных дуговыми способами сварки

Типоразмер сварного соединения		Вид ремонта ¹⁾	Методы испытаний и количество образцов													
			на статическое растяжение		на статический изгиб				на ударный изгиб				на твердость	на макрошлиф	на трещиностойкость ²⁾	
					на сплющивание	расположение корневого слоя шва		боковой поверхностью (на ребро)	верхние слои шва		нижние слои шва					
диаметр, мм	толщина стенки, мм	сварного соединения	металла шва ²⁾	наружу		внутри	МШ		ЛС	МШ	ЛС	МШ	ЛС	МШ	ЛС	
					Технологии сварки кольцевых стыковых соединений											
до 89 включ.	-	-	3 ³⁾	-	3 ³⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Св. 89 до 377 включ.	до 12,0 включ.	-	2	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Св. 12,0 до 19,0 включ.	-	2	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	3 3	
	Св. 19,0	-	2	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	3 3	
Св. 377	до 12,0 включ.	-	4	2	-	4	4	-	-	-	3	3	1	3 ⁴⁾	-	
	Св. 12,0 до 19,0 включ.	-	4	2	-	-	-	8	-	-	3	3	1	3 ⁴⁾	3 3	
	Св. 19,0 до 32,0	-	4	2	-	-	-	8	3	3	3	3	1	3 ⁴⁾	3 3	
	32,0 и более	-	4	2	-	-	-	8	3	3	3	3	1	3 ⁴⁾	3 3	
Технологии сварки угловых и нахлесточных соединений, включая ремонт (вид Р3)																
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	
Технологии ремонта сваркой дефектов сварных швов																
до 89 включ.	-	P1	3 ³⁾	-	3 ³⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		P2	3 ³⁾	-	3 ³⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Св. 89 до 377 включ.	до 12,0 включ.	P1	1	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		P2	1	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Св. 12,0 до 19,0 включ.	P1	1	1	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	3 3	
		P2	1	1	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	3 3	
	Св. 19,0 до 32,0 включ.	P1	1	1	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	3 3	
		P2	1	1	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	3 3	
Св. 377	до 12,0 включ.	P1	1	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		P2	1	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Св. 12,0 до 19,0 включ.	P1	1	1	-	-	-	2	-	-	3	3	-	-	3 3	
		P2	1	1	-	-	-	2	-	-	3	3	-	-	3 3	
	Св. 19,0 до 32,0	P1	1	1	-	-	-	2	3	3	3	3	1	-	3 3	
			2	1	1	-	-	-	2	3	3	3	3	1	-	3 3
		P2	1	1	-	-	-	2	3	3	3	3	1	-	3 3	
			2	1	1	-	-	-	2	3	3	3	3	1	-	3 3

¹⁾ Обозначения видов ремонта:
P1 – Ремонт стыковых сварных соединений с частичной несквозной выборкой дефектного участка сварного шва.
P2 – Ремонт стыковых сварных соединений со сквозной выборкой дефектного участка сварного шва.
P3 – Ремонт дефектов угловых и нахлесточных сварных соединений с частичной выборкой сварного шва.
²⁾ Испытания проводятся для технологий при строительстве участков пересечения активных тектонических разломов, а также участков прокладки в многолетнемерзлых грунтах в районах с сейсмичностью свыше 8 баллов по шкале MSK-64.
³⁾ Испытания проводятся на трубчатых образцах.
⁴⁾ Испытания проводятся для технологии автоматической двухсторонней сварки под флюсом. Места вырезки макрошлифов должны располагаться равномерно по периметру сварного соединения (ориентировочно под углом 120°).
⁵⁾ Выполняется испытание на излом с надрезом.

6.1.18В Свидетельстве НАКС о готовности организаций-заявителей к использованию аттестованных технологий в соответствии с требованиями РД 03-615-03 [6] должен быть указан объект – МГ «Сила Сибири», в приложении к Свидетельству НАКС должна быть приведена ссылка на настоящие ТТ с

указанием условий прокладки в соответствии с настоящими ТТ*.

6.2 Аттестация сварщиков (операторов) и специалистов сварочного производства

6.2.1 Аттестацию сварщиков (операторов) и специалистов сварочного производства для выполнения работ в соответствии с настоящими ТТ, могут осуществлять Аттестационные центры, отвечающие требованиям раздела 5.2 Положения [26] и определяемые решением ПАО «Газпром» и НАКС.

Аттестация проводится согласно ПБ 03-272-99, РД 03-495-02 с учетом требований Положения [26].

6.2.2 К первичной аттестации допускаются сварщики (операторы), имеющие:

- разряд не ниже пятого;
- необходимый минимальный производственный стаж работы по специальности согласно ПБ 03-273-99 [7].

6.2.3 Перед аттестацией проводится специальная подготовка по Программам, согласованным с ПАО «Газпром» и утвержденным НАКС, с Дополнениями по особенностям выполнения сварочных работ в соответствии с настоящими ТТ.

6.2.4 К сварке МГ «Сила Сибири» допускаются сварщики (операторы) и специалисты сварочного производства, аттестованные на п. 3 НГДО с учетом требований СТО Газпром 2-2.2-115 и/или СТО Газпром 2-2.2-136 и на п. 7 НГДО с учетом требований настоящих ТТ, при этом:

- для выполнения сварочных работ вне участков пересечения активных тектонических разломов, а также вне участков прокладки в многолетнемерзлых грунтах с сейсмичностью свыше 8 баллов по шкале MSK-64 сварщики

* Пример заполнения записей в Приложении к Свидетельству:

Область распространения действительна для МГ «Сила Сибири» вне участков пересечения активных тектонических разломов и вне участков прокладки в многолетнемерзлых грунтах с сейсмичностью свыше 8 баллов по шкале MSK-64.

Или

Область распространения действительна для всех участков МГ «Сила Сибири».

(операторы) проходят дополнительную аттестацию на п. 7 НГДО с проведением специального экзамена, включающего дополнительные вопросы на знание требований настоящих ТТ. Проведение практического экзамена сварщиков при совпадении заявленной области аттестации и области распространения, указанной в аттестационном удостоверении, не требуется. При несоответствии области аттестации характеристикам производственных сварных соединений, необходимо проведение практического экзамена, при этом КСС должны контролироваться ВИК и физическими методами НК в соответствии с требованиями раздела 11, для автоматических и механизированных способов сварки в защитных газах пройти механические испытания на статический изгиб (сплющивание) на соответствие требований разделов 7.2 настоящих ТТ;

- для выполнения сварочных работ на участках пересечения активных тектонических разломов, а также на участках прокладки в многолетнемерзлых грунтах с сейсмичностью свыше 8 баллов по шкале MSK-64 сварщики проходят дополнительную аттестацию на п. 7 НГДО с проведением специального экзамена, включающего дополнительные вопросы на знание требований настоящих ТТ. Проведение практического экзамена сварщиков обязательно, при этом КСС должны контролироваться ВИК и физическими методами НК в соответствии с требованиями раздела 11, для автоматических и механизированных способов сварки в защитных газах пройти механические испытания на статический изгиб (сплющивание) на соответствие требований разделов 7.3 настоящих ТТ. Область распространения устанавливается в том числе и для выполнения сварочных работ вне участков пересечения активных тектонических разломов, а также вне участков прокладки в многолетнемерзлых грунтах с сейсмичностью свыше 8 баллов по шкале MSK-64.

6.2.5 Аттестация операторов контактной стыковой сварки оплавлением выполняется по отдельным нормативным документам (технологическим инструкциям) согласованным с ПАО «Газпром» в установленном порядке.

6.2.6 В протоколах аттестации и аттестационных удостоверениях

сварщиков (операторов) и специалистов сварочного производства, должна присутствовать ссылка на настоящие ТТ*.

6.3 Допускные испытания сварщиков (операторов)

6.3.1 Допускные испытания сварщиков (операторов), бригад сварщиков (операторов) проводятся с целью подтверждения необходимых квалификационных способностей для выполнения сварочных работ на газопроводах с учетом требований СТО Газпром 2-2.2-136 (раздел 5) и настоящих ТТ.

6.3.2 Допускные испытания сварщиков (операторов) проводятся в организации, выполняющей сварочные работы, перед началом производства работ путем сварки КСС в присутствии представителя строительного контроля (технического надзора).

6.3.3 КСС, выполненные при допусковых испытаниях, должны быть:

– проконтролированы ВИК и физическими методами НК в соответствии с требованиями раздела 11;

– подвергнуты механическим испытаниям на статический изгиб или сплющивание согласно Б.3 приложения Б СТО Газпром 2-2.2-136 на соответствие требованиям настоящих ТТ (для автоматических и механизированных способов сварки в защитных газах).

6.3.4 Сварщики (операторы), бригады сварщиков (операторов) признаются прошедшими допусковые испытания, если по результатам НК качества и механических испытаний КСС получены положительные заключения, что должно быть отражено в протоколе допусковых испытаний по форме, приведенной в СТО Газпром 2-2.2-136.

* Примечание: Запись в Протоколе аттестации должна соответствовать требованиям «Положения...» [26];
Пример записи:

Аттестация проведена с учетом технических требований к сварке МГ «Сила Сибири», в том числе для участков пересечения активных тектонических разломов и участков прокладки в многолетнемерзлых грунтах с сейсмичностью свыше 8 баллов по шкале MSK-64.

Аттестация проведена с учетом технических требований к сварке МГ «Сила Сибири» вне участков пересечения активных тектонических разломов и участков прокладки в многолетнемерзлых грунтах с сейсмичностью свыше 8 баллов по шкале MSK-64.

6.3.5 На основании протокола допускных испытаний на каждого сварщика (оператора), в том числе при работе в составе бригады, оформляется Допускной лист по форме, приведенной в СТО Газпром 2-2.2-136. Протокол допускных испытаний и Допускной лист оформляются организацией, в которой сварщики (операторы) состоят в трудовых отношениях и которая выполняет сварочные работы по аттестованным технологиям сварки.

6.3.6 Проведение допускных испытаний сварщиков (операторов) не требуется, если они:

- выполняли сварку КСС при производственной аттестации технологий сварки на соответствие настоящим ТТ, при этом по результатам НК качества и механических испытаний КСС получены положительные заключения, а время, прошедшее с даты производственной аттестации технологии сварки, не превышает трех месяцев;

- аттестованы в этой организации в соответствии с ПБ 03-273-99 [7], РД 03-495-02 [8] и настоящими ТТ, при этом практический экзамен сварщиков (операторов) проводился в полном соответствии с операционной технологической картой сборки и сварки, применяемой при производственной аттестации технологии сварки, выполненной ранее, а промежуток времени с даты практического экзамена не превышает трех месяцев;

При этом параметры производственных сварных соединений, к сварке которых допускается сварщик, должны соответствовать параметрам операционной технологической карты сборки и сварки, примененной при производственной аттестации технологии сварки и области распространения аттестации, указанной в удостоверении.

6.3.7 Срок действия Допускного листа сварщика устанавливается на время выполнения сварочных работ, по которым сварщик (оператор) прошел допускные испытания, но не более срока действия аттестационного удостоверения. Перерыв в его работе не должен превышать трех месяцев.

6.3.8 Допускные испытания операторов контактной стыковой сварки

оплавлением выполняется по отдельным нормативным документам (технологическим инструкциям) согласованным с ПАО «Газпром» в установленном порядке.

6.4 Порядок допуска технологий сварки перед началом сварочно-монтажных работ, при длительных остановках, смене оборудования и сварочных материалов

6.4.1 Условия, при которых требуется проведение процедуры допуска технологий сварки (проверки соответствия технологий сварки требованиям ОТК далее – Проверка), применяемых подрядными организациями:

- перед началом сварочно-монтажных работ на объекте;
- в случае, если выполнение работ по аттестованной технологии на объекте началось позднее шести месяцев с момента проведения квалификационных испытаний технологий сварки и получения Свидетельства НАКС или после перерыва в использовании аттестованной технологии более шести месяцев;
- в случае одного из следующих изменений: типа и модели сварочного оборудования (кроме технологии ручной дуговой сварки); марки сварочных материалов; замены бригады сварщиков или изменения её состава, за исключением случаев временной нетрудоспособности (болезни) сварщика и замены бригады при вахтовой организации работ.

6.4.2 Проверка соответствия технологий сварки проводится непосредственно на объекте, на «товарных» кольцевых сварных соединениях на всех типоразмерах труб (СДТ, ТПА), с проведением неразрушающего контроля теми же методами и средствами которые будут применяться на этом объекте.

6.4.3 При допускных процедурах (проверке) должно быть сварено не менее:

- 2 сварных соединения при сварке разнотолщинных соединений;
- 1 сварное соединение при сварке захлестных сварных соединений;
- 10 сварных соединений при сварке остальных сварных соединений.

6.4.4 Сварка указанных «товарных» сварных соединений проводится в присутствии представителей организации строительного контроля (технического надзора) и ООО «Газпром газнадзор» (по согласованию), дочернего эксплуатирующего общества (ДЭО) (в зоне которого выполняются сварочно-монтажные работы) – специалистов сварочного производства не ниже II уровня профессиональной подготовки в соответствии с ПБ-03-273[7], РД-03-495 [8].

6.4.5 По результатам проверки соответствия технологий сварки оформляют Акт допуска технологии сварки и неразрушающего контроля сварных соединений к применению при строительстве МГ «Сила Сибири» (приложение Б), в котором отражают фактические результаты НК и соответствие технологий (оборудования, сварочных материалов) требованиям ОТК.

6.4.6 Положительными результатами проверки считаются результаты, при которых уровень брака сварных соединений по результатам неразрушающего контроля физическими методами в процессе допускных испытаний не превышает уровень, регламентированный «Рекомендациями по определению показателей качества (уровня брака) сварочных работ подрядных организаций, выполняющих строительство, реконструкцию и капитальный ремонт газопроводов ОАО «Газпром», утвержденные 26.03.2012 г.

6.4.7 При получении неудовлетворительных результатов в ходе сварки при проведении проверки соответствия технологий сварки проводится анализ, устранение причин брака и повторная сварка сварных соединений в количестве, указанном в 6.4.2. При получении повторных неудовлетворительных результатов организация не допускается к выполнению сварочных работ и должна пройти внеочередную производственную аттестацию технологий сварки в соответствии с РД 03-615-03 [6].

7 Требования к сварным соединениям

7.1 Общие требования

7.1.1 Кольцевые стыковые сварные соединения должны быть выполнены дуговыми способами сварки или контактной сваркой оплавлением. Угловые и

нахлесточные сварные соединения должны быть выполнены дуговыми способами сварки.

7.1.2 Внешний вид и геометрические параметры кольцевых сварных швов, выполненных дуговыми способами сварки, должны соответствовать настоящим Техническим требованиям:

а) корневой (первый) слой шва не должен иметь недопустимые наружные дефекты (утяжины, провисы, непровары, несплавления);

б) каждый заполняющие и облицовочные слои шва могут выполняться за один или несколько проходов;

в) при выполнении заполняющих и облицовочного слоев шва несколькими валиками каждый последующий проход (валик) должен перекрывать предыдущий не менее чем на одну третью часть его ширины;

г) облицовочный слой шва должен быть выполнен с плавным переходом к основному металлу и перекрывать основной металл в каждую сторону на расстояние:

– от 1,5 до 3,0 мм при ручной сварке покрытыми электродами и механизированной сварке порошковой проволокой в среде защитных газов;

– от 1,5 до 2,5 мм при ручной аргодуговой, механизированной сварке самозащитной порошковой проволокой, автоматической сварке проволокой сплошного сечения и порошковой проволокой в защитных газах;

д) облицовочный слой шва должен иметь усиление:

– для стыковых соединений должно быть от 1,0 до 3,0 мм;

– усиление по периметру каждой межваликовой канавки должно быть не менее 1,0 мм;

– глубина по периметру каждой межваликовой канавки должна быть не более 1,0 мм;

е) для угловых соединений прямых врезок (тройниковых соединений) выпуклость сварного шва с толщиной стенки патрубка $S \leq 10$ мм должна составлять $3,0^{+2,0}$ мм, с толщиной стенки патрубка $S > 10$ мм - $5,0^{+2,0}$ мм (рисунок 7.1);

ж) участки облицовочного слоя с чешуйчатостью, при которой превышение гребня над впадиной составляет более 1,0 мм, с превышением усиления шва более 3,0 мм, а также при отсутствии плавного перехода от усиления к основному металлу должны быть обработаны механическим способом шлифмашинками до достижения требуемых параметров;

з) наружная поверхность сварных швов и прилегающие участки околосшовной зоны должны быть зачищены до полного удаления шлака и брызг наплавленного металла шлифмашинками для проведения последующего неразрушающего контроля физическими методами;

и) геометрические параметры сварных швов на макрошлифах сварных соединений, выполненных двухсторонней автоматической сваркой под флюсом, должны соответствовать требованиям 9.3.9. Требования к периодичности определения геометрических параметров и вырезке темплетов для макрошлифов приведены в 9.3.9.18.

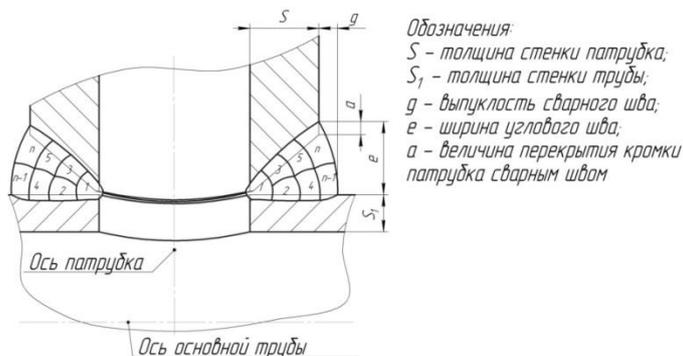


Рисунок 7.1 – Геометрические параметры угловых соединений прямых врезок

7.1.3 Методы, объемы и нормы оценки качества сварных соединений должны соответствовать требованиям раздела 11.

7.1.4. Требования к кольцевым стыковым сварным соединениям, выполненным по технологии сварки КСО, должны соответствовать требованиям нормативных документов (технологическим инструкциям) по технологии контактной стыковой сварки оплавлением, согласованных с ПАО «Газпром» в установленном порядке.

7.2 Механические свойства сварных соединений газопроводов, выполненных дуговыми способами сварки, вне участков пересечения активных тектонических разломов, а также вне участков прокладки в многолетнемерзлых грунтах в районах с сейсмичностью свыше 8 баллов по шкале MSK-64

7.2.1 Механические свойства сварных соединений должны отвечать требованиям:

а) временное сопротивление разрыву при испытаниях сварного соединения на статическое растяжение плоских образцов типа XII или XIII по ГОСТ 6996 должно быть не ниже нормативного значения временного сопротивления основного металла труб в продольном направлении, установленного по ТУ;

б) угол изгиба при испытаниях на статический изгиб согласно СТО Газпром 2-2.2-136, определяемый как среднее арифметическое значение по результатам испытаний, должен быть не менее 120° , при этом минимальное значение угла изгиба должно быть не менее 100° ;

в) твердость металла шва при измерении по Виккерсу должна быть не более 280 HV_{10} , зоны термического влияния – не более 300 HV_{10} для труб с классом прочности до K55 включ. и не более 325 HV_{10} для труб с классом прочности св. K55 до K60 включ.;

г) ударная вязкость металла шва и ЛС при испытаниях на ударный изгиб по Шарпи при температуре испытаний минус 40°C согласно ГОСТ 6996, определяемая как среднее арифметическое значение ударной вязкости, должна быть:

– для трубных сталей классов прочности свыше K54 до K60 включительно и категорий прочности свыше X65 до X70 включительно – не менее 50 Дж/см^2 (не менее $37,5 \text{ Дж/см}^2$ для одного образца);

– для трубных сталей классов прочности до K54 включительно и категорий прочности до X60 включительно – не менее 45 Дж/см^2 (не

менее 35 Дж/см² для одного образца).

7.2.2 Геометрические параметры, требования к методам и объемам, неразрушающего контроля качества, нормам оценки качества кольцевых стыковых сварных соединений, выполненных контактной стыковой сваркой оплавлением, должны быть указаны в нормативных документах (технологических инструкциях) по технологии контактной сварки оплавлением, согласованных с ПАО «Газпром» в установленном порядке.

7.3 Требования к механическим свойствам сварных соединений газопроводов на участках пересечения активных тектонических разломов, а также на участках прокладки в многолетнемерзлых грунтах в районах с сейсмичностью свыше 8 баллов по шкале MSK-64

7.3.1 Механические свойства сварных соединений должны отвечать требованиям:

а) временное сопротивление разрыву при испытаниях сварного соединения на статическое растяжение плоских образцов типа XII или XIII по ГОСТ 6996 должно быть не ниже нормативного значения временного сопротивления основного металла труб в продольном направлении, установленного «Техническими требованиями к трубам с высокой деформационной способностью для участков с активными тектоническими разломами»;

б) предел текучести при испытаниях металла шва на статическое растяжение цилиндрических образцов типа II или III по ГОСТ 6996 должен быть не менее, чем в 1,1 раза больше нормативного минимального предела текучести основного металла труб в продольном направлении, установленного «Техническими требованиями к трубам с высокой деформационной способностью для участков с активными тектоническими разломами»;

в) угол изгиба при испытаниях на статический изгиб согласно ИСО 5173:2009 [1], определяемый как среднее арифметическое значение по результатам испытаний, должен быть не менее 180°, при этом допускаются

дефекты (трещины, надрывы и др.) размеры которых в любом направлении не превышают 3,0 мм; при отсутствии других дефектов допускаются незначительные вязкие надрывы, трещины вдоль кромок образцов по наружному радиусу изгиба не более 6,0 мм;

г) твердость металла шва при измерении по Виккерсу согласно ИСО 6507-1 должна быть не более 280 HV10 для металла сварного шва и ЗТВ труб класса прочности менее К60, не более 300 HV10 для металла сварного шва и ЗТВ труб класса прочности К60;

д) ударная вязкость металла шва и ЛС при испытаниях на ударный изгиб по Шарпи согласно ГОСТ 6996, определяемая как среднее арифметическое значение ударной вязкости, должна быть не менее 50,0 Дж/см², при этом минимальное значение ударной вязкости одного из образцов должно быть не менее 37,5 Дж/см² при температуре испытаний минус 40 °С;

е) для сварных соединений труб с толщиной стенки от 32,0 мм минимальное значение критического раскрытия в вершине трещины (CTOD) металла шва при испытаниях согласно BS EN ISO 15653:2010 [24] на прямоугольных образцах (Вх2В) на трехточечный изгиб с направлением надреза NP должно быть не ниже 0,20 мм при температуре испытаний минус 20 °С;

ж) для сварных соединений труб с толщиной стенки от 32,0 мм минимальное значение критического раскрытия в вершине трещины (CTOD) линии сплавления при испытаниях согласно BS EN ISO 15653:2010 [24] на квадратных образцах (ВхВ) на трехточечный изгиб с направлением надреза NQ должно быть не ниже 0,15 мм при температуре испытаний минус 20 °С.

8 Требования к организации сварочно-монтажных работ

8.1 Общие требования

8.1.1 При строительстве МГ «Сила Сибири» рекомендуется применять следующие схемы организации сварочно-монтажных работ:

– поточно-расчлененным методом крупными бригадами сварщиков

(операторов);

– поточно-групповым методом, как правило, бригадами сварщиков (операторов) средней численности;

– стационарно-групповым методом выполнения каждого сварного соединения одной малочисленной бригадой сварщиков.

8.1.2 Выбор схемы организации производства сварочно-монтажных работ следует осуществлять при подготовке к строительству МГ на основе анализа проектной документации, результатов обследования трассы, требований настоящих ТТ. Выбранные организационные схемы должны быть отражены в проекте производства работ на конкретном участке МГ.

8.1.3 Требования к указанным схемам организации производства сварочно-монтажных работ приведены в разделе 6 Временных требований [25].

8.1.4 В процессе сварочных работ мастера или прорабы (специалисты сварочного производства не ниже второго уровня) заполняют журнал сварки сварных соединений в соответствии с формой Г.3 СТО Газпром 2-2.2-136-2007. При этом разделы журнала сварки сварных соединений (со 2 по 21 включительно) должны быть заполнены в течение суток с момента их выполнения, а разделы со сведениями о контроле физическими методами - в течение суток с момента выдачи заключения на метод контроля, выполненный последним. Исправления должны быть заверены дефектоскопистом (с указанием фамилии и инициалов), выдавшим заключение о результатах НК физическими методами. Ведение черновых журналов не допускается.

8.2 Требования к подготовке оборудования для работы при низких температурах окружающего воздуха

8.2.1 Сварочное оборудование должно быть заблаговременно подготовлено для работы при температурах окружающего воздуха при минус 40 °С включительно и ниже с обязательным применением комплектующих и материалов в хладостойком исполнении (сварочных кабелей и кабелей цепей управления, низкотемпературной смазки).

8.2.2 При температуре окружающего воздуха минус 30 °С и ниже перед началом сварочных работ или перед возобновлением работ после долгого перерыва необходимо обеспечить подогрев сварочного оборудования и защитного газа. В течение рабочей смены следует сохранять бесперебойное электроснабжение сварочного оборудования.

8.2.3 В конструкции модулей управления сварочных автоматов, источников питания должны быть предусмотрены устройства подогрева аппаратуры управления.

8.2.4 Для обеспечения бесперебойной работы оборудования с пневмоприводом следует применять специальные средства и устройства осушения воздуха. В оборудовании с гидроприводом должно быть использовано масло соответствующей вязкости.

8.3 Требования к проведению сварочно-монтажных работ и неразрушающего контроля сварных соединений при низких температурах окружающего воздуха

8.3.1 Для предварительного и сопутствующего подогрева сварных соединений труб, труб с СДТ и ТПА следует применять установки индукционного нагрева, радиационного нагрева способом электросопротивления или нагрева с применением электронагревателей комбинированного действия, при этом для подогрева труб (СДТ, ТПА) с толщиной стенки свыше 18,0 мм должны использоваться только установки индукционного нагрева.

8.3.2 При выполнении работ поточным методом сварочная колонна должна быть укомплектована защитными сварочными палатками с откидным полом.

8.3.3 При необходимости в защитных палатках должны быть установлены устройства подогрева рабочего пространства.

8.3.4 В случае применения технологий сварки в среде углекислого газа следует применять не менее одного баллона со специальным редуктором с режимом подогрева газа на каждую сварочную горелку.

8.3.5 При температурах окружающего воздуха минус 20 °С и ниже

независимо от применяемой технологии сварки укладку (опускание) трубы или трубной секции на инвентарные опоры (лежки), деревянные брусья, мешки с песком или др. наполнителем следует выполнять после сварки корневого слоя шва и горячего прохода (1-го заполняющего слоя). При температурах окружающего воздуха до минус 20 °С следует руководствоваться требованиями СТО Газпром 2-2.2-136.

8.3.6 При исправлении дефектов (ремонте) сварных соединений в случае ремонта со сквозным пропилом должен быть предусмотрен нагрев ремонтируемого шва по всему периметру непосредственно перед выборкой дефекта. Температура нагрева должна соответствовать регламентированной в ОТК температуре предварительного подогрева перед сваркой. В процессе выборки минимальная температура ремонтного участка шва должна быть не менее 50 °С.

8.3.7 Проведение неразрушающего контроля качества сварных соединений при температуре окружающего воздуха ниже минус 5 °С должно соответствовать требованиям раздела 11.

8.4 Особенности организации сварочно-монтажных работ на участках пересечения активных тектонических разломов, а также на участках прокладки в многолетнемерзлых грунтах в районах с сейсмичностью свыше 8 баллов по шкале MSK-64

8.4.1 При работе сборочно-сварочной колонны на участках тектонических разломов, а также на участках прокладки в многолетнемерзлых грунтах в районах с сейсмичностью свыше 8 баллов по шкале MSK-64 следует заблаговременно разработать схему перебазировки сборочно-сварочной колонны с расстановкой техники для дальнейшего продолжения работ, при этом предварительно должна быть обеспечена раскладка труб на лежках после «разрыва», обработка кромок труб, установка заглушек и заземления «стартовой» трубы.

8.4.2 При ремонте кольцевых стыковых сварных соединений газопроводов

диаметром 57-1420 мм в зонах пересечения активных тектонических разломов, а также на участках прокладки в многолетнемерзлых грунтах в районах с сейсмичностью свыше 8 баллов по шкале MSK-64 следует выполнять следующие дополнительные требования:

– на сварных соединениях диаметром от 720 до 1420 мм включительно допускается не более одного ремонтного участка протяженностью не более 300 мм, диаметром 530 мм - протяженностью не более 270 мм, диаметром 426 мм - протяженностью не более 200 мм, диаметром от 57 до 325 мм включительно - протяженностью не более 10% периметра;

– не допускается ремонт одного сварного соединения с выборкой корневого слоя (внутреннего слоя) или горячего прохода (первого заполняющего слоя) изнутри трубы и ремонт заполняющих слоев шва снаружи трубы.

8.4.3В процессе сварки температура предыдущего слоя сварного шва перед наложением последующего слоя должна устанавливаться (уточняться) в процессе квалификационных (аттестационных) испытаний, при этом ее значение должно быть в интервале от 100 °С до 250 °С.

8.4.4Производство и организацию сварочно-монтажных работ необходимо выполнять с учетом требований СТО Газпром 2-2.2-648, СТО Газпром 2-2.2-649.

9 Требования к технологиям сварки

9.1 Общие требования

9.1.1Данный раздел регламентирует требования к порядку выполнения сборочных и сварочных работ при строительстве участков МГ «Сила Сибири», как на участках пересечения активных тектонических разломов, а также на участках прокладки в многолетнемерзлых грунтах в районах с сейсмичностью свыше 8 баллов по шкале MSK-64, так и вне этих участков.

9.1.2Сварку следует выполнять одним или несколькими способами по технологиям, приведенным в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Перечень технологий (способов) сварки и их комбинаций для применения при строительстве МГ «Сила Сибири»

Технологии (способы) сварки	Слой шва		Разделка кромки
	Корневой	Заполняющие, облицовочный	
Линейная часть МГ			
- автоматическая односторонняя сварка проволокой сплошного сечения в защитных газах на медном подкладном кольце (АПГ, ААДП)	ААДП (9.3.2)		Специальная
	АПГ (9.3.2)		
- автоматическая двухсторонняя сварка проволокой сплошного сечения в защитных газах (АПГ, ААДП)	ААДП+АПГ+ААДП (9.3.1)		Специальная
	ААДП (9.3.1)		
- автоматическая односторонняя сварка проволокой сплошного сечения в защитных газах (АПГ, ААДП)	ААДП (9.3.3)	ААДП (9.3.4)	Специальная
	АПГ (9.3.3)	ААДП (9.3.4)	
	ААДП (9.3.3)	АПИ (9.3.5)	
	АПГ (9.3.3)	АПС (9.3.7)	Специальная*
	АПГ (9.3.3)	АПИ (9.3.5)	
- автоматическая односторонняя сварка порошковой проволокой в защитных газах (АПИ)	РД (9.5)	АПИ (9.3.5)	Нормативная
	МП (9.4.1)		Специальная
	АПГ (9.3.3)		Специальная
	ААДП (9.3.3)		Специальная
- автоматическая односторонняя сварка под флюсом (АФ)	РД (9.5)	АФ (9.3.10)	Нормативная
	РД (9.5)	РД+АФ (9.3.10)	
	МП (9.4.1)	РД+АФ (9.3.10)	
	МП (9.4.1)	АФ (9.3.10)	
	РАД (9.6)	РД+АФ (9.3.10)	
- автоматическая двухсторонняя сварка под флюсом (АФ)	АФ (9.3.9)		Специальная
- механизированная сварка проволокой сплошного сечения (МП)	МП (9.4.1)	РД (9.5)	Нормативная
		МПИ (9.4.4)	
		АПИ (9.3.5)	
		АФ (9.3.10)	
		РД+АФ (9.3.10)	
- механизированная сварка порошковой проволокой в защитных газах (МПИ)	РД (9.5)	МПИ (9.4.4)	Нормативная
	МП (9.4.1)		
- ручная дуговая сварка электродами с основным видом покрытия «на подъем» (РД)	РД (9.5)	РД (9.5)	Нормативная
		МПИ (9.4.4)	
		РД+АФ (9.3.10)	
		АПИ (9.3.5)	
- ручная дуговая сварка электродами с основным видом покрытия «на подъем» (РД) при исправлении дефектов (ремонте) сварных швов	РД (9.11)		-
- контактная стыковая сварка оплавлением (КСО)**	КСО (9.7)		Нормативная

Таблица 9.1 (продолжение)

Технологии (способы) сварки	Слои шва		Разделка кромки
	Корневой	Заполняющие, облицовочный	
Газопроводы технологической обвязки КС			
- автоматическая односторонняя сварка проволокой сплошного сечения в защитных газах (АПГ, ААДП)	ААДП (9.3.3)	ААДП (9.3.4)	Специальная
	АПГ (9.3.3)	ААДП (9.3.4)	
	ААДП (9.3.3)	АПИ (9.3.5)	
	АПГ (9.3.3)	АПИ (9.3.5)	Специальная*
	АПГ (9.3.3)	АПС (9.3.7)	
- автоматическая односторонняя сварка порошковой проволокой в защитных газах (АПИ)	РД (9.5)	АПИ (9.3.5)	Нормативная
	МП (9.4.1)		
	АПГ (9.3.3)		Специальная*
	ААДП (9.3.3)		Специальная
- автоматическая односторонняя сварка самозащитной порошковой проволокой (АПС)	РД (9.5)	АПС (9.3.7)	Нормативная
	МП (9.4.1)		
	АПГ (9.3.3)		Специальная*
	АПС (9.3.6)	РД (9.5)	Нормативная
		МПИ (9.4.4)	
		МПС (9.4.3)	
		АПИ (9.3.5)	
		АПС (9.3.7)	
	- автоматическая односторонняя сварка под флюсом (АФ)	РД (9.5)	АФ (9.3.10)
РД (9.5)		МПС+АФ (9.3.10)	
РД (9.5)		РД+АФ (9.3.10)	
МП (9.4.1)		РД+АФ (9.3.10)	
МП (9.4.1)		МПС+АФ (9.3.10)	
МП (9.4.1)		АФ (9.3.10)	
РАД (9.6)		РД+АФ (9.3.10)	
- автоматическая аргодуговая сварка неплавящимся электродом (ААД)	ААД (9.3.8)		Специальная, нормативная
- механизированная сварка проволокой сплошного сечения (МП)	МП (9.4.1)	РД (9.5)	Нормативная
		МПС (9.4.3)	
		МПИ (9.4.4)	
		АПИ (9.3.5)	
		АФ (9.3.10)	
		РД+АФ (9.3.10)	
		МПС+АФ (9.3.10)	
- механизированная сварка самозащитной порошковой проволокой (МПС)	РД (9.5)	МПС (9.4.3)	Нормативная
	МП (9.4.1)		
	МПС (9.4.2)	РД (9.5)	Нормативная
		МПИ (9.4.4)	
		МПС (9.4.3)	
		АПИ (9.3.5)	
		АПС (9.3.7)	
РД+АФ (9.3.10)			
МПС+АФ (9.3.10)			
- механизированная сварка порошковой проволокой в защитных газах (МПИ)	РД (9.5)	МПИ (9.4.4)	Нормативная
	МП (9.4.1)		

Таблица 9.1 (продолжение)

Технологии (способы) сварки	Слои шва		Разделка кромки
	Корневой	Заполняющие, облицовочный	
- ручная аргодуговая сварка неплавящимся электродом (РАД)	РАД (9.6)	РАД (9.6)	Нормативная
		РД (9.5)	
		РД+АФ (9.3.10)	
		АПИ (9.3.5)	
- ручная дуговая сварка электродами с основным видом покрытия «на подъем» (РД)	РД (9.5)	РД (9.5)	Нормативная
		МПИ (9.4.4)	
		МПС (9.4.3)	
		РД+АФ (9.3.10)	
		АПИ (9.3.5)	
АПС (9.3.7)			
- ручная дуговая сварка электродами с основным видом покрытия «на подъем» (РД) при исправлении дефектов (ремонте) сварных швов	РД (9.11)		-
Участки прокладки в многолетне-мерзлых грунтах в районах с сейсмичностью свыше 8 баллов по шкале MSK-64			
- автоматическая односторонняя сварка проволокой сплошного сечения в защитных газах на медном подкладном кольце (АПГ, ААДП)	ААДП (9.3.2)		Специальная
	АПГ (9.3.2)		
- автоматическая двухсторонняя сварка проволокой сплошного сечения в защитных газах (АПГ, ААДП)	ААДП+АПГ+ААДП (9.3.1)		Специальная
	ААДП (9.3.1)		
- автоматическая односторонняя сварка проволокой сплошного сечения в защитных газах (АПГ, ААДП)	ААДП (9.3.3)	ААДП (9.3.4)	Специальная
	АПГ (9.3.3)	ААДП (9.3.4)	
	ААДП (9.3.3)	АПИ (9.3.5)	
	АПГ (9.3.3)	АПИ (9.3.5)	Специальная*
	АПГ (9.3.3)	АПС (9.3.7)	
- автоматическая односторонняя сварка порошковой проволокой в защитных газах (АПИ)	МП (9.4.1)	АПИ (9.3.5)	Нормативная
	АПГ (9.3.3)		Специальная*
	ААДП (9.3.3)		Специальная
- автоматическая двухсторонняя сварка под флюсом (АФ)	АФ (9.3.9)		Специальная
- автоматическая односторонняя сварка под флюсом (АФ)	МП (9.4.1)	РД+АФ (9.3.10)	Нормативная
	МП (9.4.1)	АФ (9.3.10)	
- механизированная сварка проволокой сплошного сечения (МП)	МП (9.4.1)	АПИ (9.3.5)	Нормативная
		АФ (9.3.10)	
		РД+АФ (9.3.10)	
- ручная дуговая сварка электродами с основным видом покрытия «на подъем» (РД) при исправлении дефектов (ремонте) сварных швов	РД (9.11)		-

Таблица 9.1 (окончание)

Технологии (способы) сварки	Слои шва		Разделка кромки
	Корневой	Заполняющие, облицовочный	
Участки пересечения активных тектонических разломов			
- автоматическая односторонняя сварка проволокой сплошного сечения в защитных газах на медном подкладном кольце (АПГ, ААДП)	ААДП (9.3.2)		Специальная
	АПГ (9.3.2)		
- автоматическая двухсторонняя сварка проволокой сплошного сечения в защитных газах (АПГ, ААДП)	ААДП+АПГ+ААДП (9.3.1)		Специальная
	ААДП (9.3.1)		
- автоматическая односторонняя сварка проволокой сплошного сечения в защитных газах (АПГ, ААДП)	ААДП (9.3.3)	ААДП (9.3.4)	Специальная
	АПГ (9.3.3)	ААДП (9.3.4)	
	ААДП (9.3.3)	АПИ (9.3.5)	
	АПГ (9.3.3)	АПС (9.3.7)	Специальная*
	АПГ (9.3.3)	АПС (9.3.7)	
- автоматическая односторонняя сварка порошковой проволокой в защитных газах (АПИ)	МП (9.4.1)	АПИ (9.3.5)	Нормативная
	АПГ (9.3.3)		Специальная*
	ААДП (9.3.3)		Специальная
- автоматическая двухсторонняя сварка под флюсом (АФ)	АФ (9.3.9)		Специальная
- автоматическая односторонняя сварка под флюсом (АФ)	МП (9.4.1)	РД+АФ (9.3.10)	Нормативная
	МП (9.4.1)	АФ (9.3.10)	
- механизированная сварка проволокой сплошного сечения (МП)	МП (9.4.1)	АПИ (9.3.5)	Нормативная
		АФ (9.3.10)	
		РД+АФ (9.3.10)	
- ручная дуговая сварка электродами с основным видом покрытия «на подъем» (РД) при исправлении дефектов (ремонт) сварных швов	РД (9.11)		-
* - при сварке головками АСТ-1 производства НПП «ТехноТрон», ООО применяется нормативная (заводская) разделка кромок;			
** - применяется по отдельным нормативным документам (технологическим инструкциям) согласованным с ПАО «Газпром» в установленном порядке после проведения совмещенных испытаний технологий сварки.			
Примечание – Перечень может быть дополнен по результатам совмещенных испытаний технологий сварки.			

9.1.3 Выбор технологий сварки, в зависимости от протяженности участков линейной части магистрального газопровода, должен осуществляться в соответствии с настоящими ТТ, Временными требованиями [25] и Комментариям к ним.

9.1.4 Применение других способов и технологий сварки, предусмотренных нормативными документами ПАО «Газпром», возможно после получения положительных результатов квалификационных (аттестационных) испытаний

технологий сварки на соответствие требованиям настоящим ТТ.

9.2 Требования к подготовке к сборке и сварке, предварительному и сопутствующему подогреву

9.2.1 Подготовку, сборку, сварку соединений труб, труб (патрубков, колец переходных) с СДТ и ТПА следует выполнять в соответствии с требованиями ОТК, разработанных по результатам совмещенных испытаний технологий сварки, утвержденных организацией, выполняющей сварочные работы, и согласованных разработчиком настоящих ТТ и ДЭО в зоне которого выполняются сварочно-монтажные работы.

9.2.2 До начала сварочных работ трубы, СДТ, ТПА должны пройти входной контроль в порядке, установленном в ПАО «Газпром» и в организации выполняющей сварочные работы.

9.2.3 Устранение допустимых поверхностных дефектов концов труб, СДТ, ТПА должно производиться механическим способом (шлифмашинками с набором дисковых проволочных щеток), при этом толщина стенки концов труб, СДТ, ТПА после механической обработки не должна выйти за пределы минусовых допусков.

9.2.4 Не допускается выполнять ремонт сваркой наружной и внутренней поверхности металла и поверхности разделки кромок труб, СДТ, ТПА.

9.2.5 После вырезки дефектного участка электросварной трубы с повреждениями, а также во всех случаях резки труб, с целью выявления возможных расслоений, необходимо выполнить ультразвуковой контроль всего периметра участка трубы на ширине не менее 40 мм от резаного торца. При наличии расслоений торец трубы должен быть отрезан на расстояние не менее 300 мм и произведен повторный ультразвуковой контроль.

9.2.6 Резку труб следует выполнять оборудованием механической резки, резки с одновременной подготовкой кромок под сварку, механизированной орбитальной газовой или воздушно-плазменной резки с последующей механической обработкой резаных торцов труб станком подготовки кромок. В

случае применения газопламенной или воздушно-плазменной резки труб металл резанных кромок должен быть удален на глубину не менее 1,0 мм.

9.2.7 Допускается выполнять резку труб диаметром DN (Ду) 200 и менее в трассовых условиях с применением оборудования для ручной газовой или воздушно-плазменной резки, механической резки, шлифмашинок с набором абразивных кругов.

9.2.8 На наружной и внутренней поверхности концов труб и СДТ на расстоянии менее 40 мм от торцов не допускаются трещины, закаты, расслоения. На концах труб допускаются только поверхностные дефекты механического происхождения, регламентированные ТУ на трубы.

9.2.9 Не допускается в процессе сборки соединений труб, труб с СДТ и ТПА с применением центраторов для установления необходимых параметров сборки (зазора, смещения кромок) применять ударный инструмент.

9.2.10 В случае несоответствия заводской разделки кромок труб требованиям технологии автоматической и механизированной сварки, обработку (переточку) кромок под сварку необходимо производить механическим способом с применением станков подготовки кромок.

9.2.11 После механической обработки при перерыве в работе концы труб должны быть защищены от механических повреждений инвентарными заглушками.

9.2.12 Расточку изнутри трубы («нутрение» более толстой трубы) при подготовке разнотолщинных сварных соединений в случае выполнения корневого шва механизированной или ручной дуговой сваркой, при технической невозможности применения станков подготовки кромок допускается выполнять шлифмашинами.

9.2.13 При сборке бесшовных труб с одинаковой номинальной толщиной стенки под ручную или механизированную сварку корневого шва на участках повышенных (более 2-х мм) внутренних смещений, для их устранения допускается «нутрение» труб на участках смещений по правилам подготовки

разнотолщинных сварных соединений. Толщина свариваемой кромки после «нутрения» должна быть не менее минимальной толщины стенки трубы с учетом минусового допуска.

«Нутрение» следует выполнять станками для подготовки кромок или шлифмашинкой, с обеспечением геометрических параметров кромок свариваемых элементов согласно ОТК сборки и сварки.

9.2.14 Наружное смещение стыкуемых кромок электросварных труб не должно превышать $0,15S$, но не более 2,0 мм, при этом допускаются локальные смещения кромок не более $0,2S$, но не более 3,0 мм при общей протяженности участков с указанными смещениями не более $1/6$ периметра сварного соединения.

9.2.15 Наружные смещения кромок при сборке бесшовных труб не нормируется, однако при выполнении облицовочного слоя шва должен быть обеспечен плавный переход поверхности шва к основному металлу.

9.2.16 Внутренние смещения свариваемых кромок стыковых соединений бесшовных труб должны измеряться при сборке специальными шаблонами, допустимые значения внутренних смещений приведены в таблице 11.3.

9.2.17 При сборке заводские продольные швы свариваемых труб, СДТ, ТПА рекомендуется располагать в верхней половине полупериметра, при этом их следует смещать друг относительно друга на расстоянии не менее 100 мм для сварных соединений из труб DN 500 и более, 75 мм для сварных соединений из труб менее DN 500.

9.2.18 В случаях технической невозможности смещения заводских швов при сборке соединений захлестов и в других случаях в соответствии с 9.2.17, уменьшенное расстояние между смежными заводскими швами рекомендуется согласовывать с органами строительного контроля (технического надзора) заказчика.

9.2.19 Величина зазора при сборке кольцевых стыковых соединений труб, труб с СДТ, ТПА должна соответствовать таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Величина зазора при сборке кольцевых стыковых соединений труб, труб с СДТ, ТПА

Технология сварки, способ сварки первого (корневого) слоя шва	Тип разделки кромок	Диаметр электрода или проволоки для сварки корневого шва, мм	Величина зазора, мм
Автоматическая двухсторонняя сварка проволокой сплошного сечения в защитных газах неповоротных кольцевых стыковых соединений труб, сварка корневого шва изнутри трубы способом ААДП (комплексы оборудования «CRC-Evans AW», «Autoweld Systems»)	Специальная зауженная	0,9	Без зазора. Допускается наличие зазора не более 0,5 мм на участках стыкового соединения длиной до 100 мм
Автоматическая односторонняя сварка проволокой сплошного сечения в защитных газах, сварка корневого шва на медном подкладном кольце способом АПГ или ААДП (комплексы оборудования Serimax; CWS.02; АСТ-1; Veraweld Torch System S; Veraweld Torch System D; CRC Ewans (P600, P700))	Специальная зауженная	1,0	Без зазора. Допускается наличие зазора не более 0,5 мм на участках стыкового соединения длиной до 100 мм
Автоматическая односторонняя сварка проволокой сплошного сечения в защитных газах без медного подкладного кольца, сварка корневого шва «на весу» способом АПГ или ААДП способом (сварочные головки M300-C, P-700, Veraweld Torch System S или Veraweld Torch System D)	Специальная зауженная	1,0; 1,14 (1,2)	Без зазора. Допускается наличие зазора не более 0,5 мм на участках стыкового соединения длиной до 100 мм
Комбинированная технология автоматической односторонней сварки проволокой сплошного сечения в защитных газах способами АПГ или ААДП корневого слоя шва «на весу» и автоматической сварки порошковой проволокой в среде инертных газов и смесях АПИ заполняющих и облицовочного слоев шва (сварочные головки для сварки корневого шва M300-C, M400-Восток, Veraweld Torch System S, АСТ-1)	Специальная зауженная	1,0; 1,14 (1,2)	Без зазора. Допускается наличие зазора не более 0,5 мм на участках стыкового соединения длиной до 100 мм
Комбинированная технология автоматической односторонней сварки проволокой сплошного сечения в защитных газах способами АПГ корневого шва «на весу» и автоматической сварки самозащитной порошковой проволокой способом АПС заполняющих и облицовочного слоев шва (сварочные головки для сварки корневого шва M400-Восток)	Специальная зауженная	1,0; 1,14 (1,2)	Без зазора. Допускается наличие зазора не более 0,5 мм на участках стыкового соединения длиной до 100 мм

Таблица 9.2 (продолжение)

Технология сварки, способ сварки первого (корневого) слоя шва	Тип разделки кромок	Диаметр электрода или проволоки для сварки корневого шва, мм	Величина зазора, мм
Комбинированная технология автоматической односторонней сварки проволокой сплошного сечения в защитных газах способами АПГ корневого шва «на весу» и автоматической сварки самозащитной порошковой проволокой способом АПС заполняющих и облицовочного слоев шва (сварочные головки для сварки корневого шва АСТ-1)	Нормативная (заводская)	1,14 (1,2)	3,0 ÷ 4,0
Комбинированные технологии односторонней сварки, включающие механизированную сварку проволокой сплошного сечения в защитных газах способом МП корневого слоя шва «на весу» и различные способы сварки заполняющих и облицовочного слоев шва: АПИ, АПС, МПИ, РД, АФ (сварочное оборудование для механизированной сварки корневого шва в сочетании с источниками сварочного тока, обеспечивающими управляемый перенос электродного металла в сварочную ванну методами STT, УКП, Wise Root)	Нормативная (заводская)	1,14 (1,2)	2,5 ÷ 4,0
Комбинированные технологии односторонней сварки, включающие автоматическую сварку самозащитной порошковой проволокой АПС корневого шва «на весу» и различные способы сварки заполняющих и облицовочного слоев шва: АПС, АПИ, МПИ, МПС (сварочные головки АСТ-1 для сварки корневого шва)	Нормативная (заводская)	1,4	2,5 ÷ 4,5
Комбинированные технологии односторонней сварки, включающие механизированную сварку самозащитной порошковой проволокой способом МПС корневого шва «на весу» и различные способы сварки заполняющих и облицовочного слоев шва: МПИ, МПС, РД (оборудование для механизированной сварки корневого шва в сочетании с источниками сварочного тока, обеспечивающими управляемый перенос электродного металла в сварочную ванну методом RMD)	Нормативная (заводская)	1,4	2,5 ÷ 4,5

Таблица 9.2 (окончание)

Технология сварки, способ сварки первого (корневого) слоя шва	Тип разделки кромок	Диаметр электрода или проволоки для сварки корневого шва, мм	Величина зазора, мм
Ручная дуговая сварка электродами с основным видом покрытия на подъем неповоротных кольцевых стыковых соединений труб, труб с СДТ, ТПА	Нормативная (заводская)	2,5; 2,6	2,0–3,0
		3,0; 3,20; 3,25	2,5–3,5
Автоматическая двусторонняя сварка проволокой сплошного сечения под флюсом поворотных стыковых соединений труб на трубосварочных базах типа БТС	Специальная	3,0 / 3,2	Без зазора. Допускается наличие зазора не более 0,5 мм на участках стыкового соединения длиной до 100 мм
Автоматическая односторонняя аргодуговая сварка неплавящимся электродом	Специальная	0,9; 1,0	Без зазора. Допускается наличие зазора не более 0,5 мм на участках стыкового соединения длиной до 100 мм
Ручная односторонняя аргодуговая сварка неплавящимся электродом	Нормативная (заводская)	2,0; 2,4	1,5 ÷ 4,5*

*- зазор уточняется в процессе совмещенных испытаний технологии сварки с допустимым отклонением от базовой величины не более $\pm 1,0$ мм

9.2.20 При сборке неповоротных кольцевых стыковых соединений труб на прихватках, прихватки, выполненные с учетом 9.2.21 с полным проваром на параметрах режимов сварки корневого слоя шва с соблюдением требований к предварительному подогреву удалению не подлежат. При сборке неповоротных кольцевых стыковых соединений труб с помощью монтажных прихваток, подвергаемых деформации при установке зазора, прихватки должны быть полностью удалены механическим способом шлифмашинкой в процессе сварки корневого слоя шва.

9.2.21 Количество и размеры прихваток выбираются в зависимости от номинального диаметра свариваемых элементов и должно быть:

- для сварных соединений до DN 400 – не менее 2 шт., длиной не менее 20-30 мм;
- для сварных соединений свыше DN 400 до DN 1000 – не менее 3 шт.

длиной 60-100 мм;

– для сварных соединений свыше DN 1000 – не менее 4 шт., длиной 100-200 мм. Прихватки следует выполнять сварочными материалами, рекомендованными для сварки корневого шва и располагать на расстоянии не менее 100 мм от заводских швов свариваемых элементов.

9.2.22 В случае применения технологий автоматической сварки, предусматривающих сварку корневого шва снаружи трубы и установку прихваток повышенной длины (не менее 300 мм) как часть корневого шва с полным проплавлением и соблюдением температуры предварительного подогрева, допускается не удалять прихватки.

9.2.23 Просушку и подогрев медного подкладного кольца внутреннего центризатора необходимо выполнять после каждого перерыва в работе.

9.2.24 До начала сварки (в т.ч. прихваток) должен производиться предварительный подогрев свариваемых кромок и прилегающих к ним участков труб, СДТ, ТПА. Температура предварительного подогрева должна устанавливаться по результатам квалификационных испытаний технологий сварки, и быть не менее 100 °С.

9.2.25 Контроль температуры предварительного подогрева свариваемых кромок должен выполняться непосредственно перед сваркой и в процессе сварки корневого шва.

9.2.26 В процессе сварки температура предыдущего слоя сварного шва перед наложением последующего слоя должна уточняться в процессе квалификационных испытаний, при этом ее значение должно быть в интервале от 50 °С до 250 °С (от 100 °С до 250 °С для участков газопровода при пересечении активных тектонических разломов, а также участков прокладки в многолетнемерзлых грунтах в районах с сейсмичностью свыше 8 баллов по шкале MSK-84, и от 50 °С до 200 °С для механизированной сварки самозащитной порошковой проволокой).

9.2.27 Если температура опустилась ниже минимальной межслойной

температуры, следует произвести сопутствующий (межслойный подогрев) до температуры предварительного подогрева.

9.2.28 Освобождать жимки внутреннего центратора следует после завершения сварки всего периметра первого (корневого) слоя шва.

9.2.29 При сварке корневого слоя шва сварных соединений, сборка которых выполнена на наружном звенном центраторе, не допускается освобождать стягивающие механизмы центратора до выполнения:

- не менее 60 % корневого слоя шва для соединений труб, труб с СДТ, ТПА номинальным диаметром свыше DN 300;

- не менее 50 % корневого слоя шва для соединений труб, труб с СДТ, ТПА номинальным диаметром менее DN 300.

9.2.30 Участки корневого слоя шва следует равномерно располагать по периметру сварного соединения, начало и конец каждого участка должны быть обработаны механическим способом шлифмашинкой и иметь плавный переход для сварки оставшейся части корневого слоя шва. При применении специальных наружных центраторов, позволяющих выполнять сварку полного периметра корневого слоя шва, корневой слой шва должен быть выполнен по полному периметру. Запрещается перемещать свариваемые элементы до полного завершения сварки корневого и первого заполняющего слоев шва.

9.2.31 В случае применения технологии автоматической сварки труб с применением наружного центратора условия освобождения стягивающих механизмов регламентируются п. 9.3.3.

9.2.32 Не допускается производить подъем и опускание труб, трубных секций, а также любые виды работ, связанные с возможным перемещением газопровода до полного окончания сварки захлестных соединений труб, труб с СДТ, ТПА.

9.2.33 Возбуждение дуги при сварке следует выполнять только с поверхности разделки кромок свариваемых элементов или металла шва. Не допускается зажигать дугу на поверхности металла труб, СДТ и ТПА.

9.2.34 Количество слоев сварного шва, проходов (валиков) в каждом слое сварного шва при многопроходной (многоваликовой) сварке следует назначать в зависимости от толщины свариваемых кромок труб, СДТ, ТПА, способа сварки, параметров сборки, режимов сварки и указывать в ОТК.

9.2.35 Количество сварщиков ручной дуговой сварки, одновременно выполняющих сварку соединений труб, труб (патрубков, колец переходных) с СДТ и ТПА DN (Ду) 400 и более должно быть не менее двух, при этом рекомендуется для сварных соединений от DN (Ду) 1000 до DN (Ду) 1200 – не менее трех сварщиков, для сварных соединений DN (Ду) 1400 – не менее четырех сварщиков.

9.2.36 Места начала и окончания сварки каждого слоя сварного шва следует удалять от заводских сварных швов труб, СДТ, ТПА на расстояние не менее:

- 100 мм для сварных соединений DN (Ду) 800 и более;
- 50 мм для сварных соединений менее DN (Ду) 800.

9.2.37 Места начала и окончания сварки каждого последующего слоя сварного шва следует смещать относительно мест начала и окончания сварки предыдущего слоя шва, при этом место начала сварки должно быть смещено на расстояние не менее 30 мм, место окончания сварки должно быть смещено на расстояние не менее 40 мм. При многопроходной (многоваликовой) сварке места начала и окончания сварки соседних проходов (валиков) должны быть смещены друг от друга на расстояние не менее 30 мм.

9.2.38 В процессе сварки следует проводить внешний осмотр поверхности всех слоев шва с целью обнаружения наружных дефектов. Выявленные дефекты (кроме трещин) необходимо удалить вышлифовкой абразивным кругом и выполнить повторную сварку до проведения неразрушающего контроля. Выборка дефекта и повторная сварка осуществляется после согласования с непосредственным руководителем сварочных работ (мастером, прорабом). При обнаружении трещин сварка должна быть приостановлена до выяснения причин

их возникновения и принятия соответствующих мер, предотвращающих их появление в дальнейшем.

9.2.39. Сварные соединения захлестов, прямых вставок (катушек) должны быть вынесены на расстоянии не менее 100 м за границы участков пересечения активных тектонических разломов и должны выполняться за один цикл без перерывов до полного завершения работ.

9.2.40 По окончании сварки при температуре воздуха ниже +5 °С и/или при наличии осадков сварные соединения должны быть накрыты влагонепроницаемым теплоизолирующим поясом до полного остывания. В непосредственной близости от выполненного сварного шва несмываемой краской должны быть нанесены номер сварного соединения, километраж, дата сварки, клейма сварщиков (операторов) или бригады сварщиков (операторов).

9.2.41 Присоединение обратного кабеля к свариваемым трубам, СДТ, ТПА должно выполняться с помощью специальных устройств, обеспечивающих надежный контакт с металлом трубы, СДТ, ТПА и исключающих образование искр на теле трубы при сварке. Конструкция устройств должна обеспечивать токоподвод преимущественно в разделку кромок труб. Не допускается приваривать к телу трубы какие-либо крепежные элементы обратного кабеля.

9.2.42 После завершения сварки следует осмотреть поверхность облицовочного слоя шва. Выявленные наружные дефекты сварного шва (кратера, поры, подрезы и др.) следует устранить по режимам сварки облицовочного слоя шва до проведения неразрушающего контроля сварного соединения. Участки облицовочного слоя шва с усилением, превышающим регламентируемые значения, следует обработать механическим способом (шлифмашинкой).

9.3 Требования к автоматической сварке

9.3.1 Требования к автоматической двухсторонней сварке проволокой сплошного сечения в защитных газах

9.3.1.1 Технологии автоматической двухсторонней сварки проволокой сплошного сечения в защитных газах (способы ААДП, АПГ или их комбинация) могут быть применены для выполнения кольцевых стыковых сварных соединений труб диаметром от 630 до 1420 мм включительно с толщиной стенки от 7,0 до 38,0 мм включительно при строительстве:

- протяженных участков (свыше 50 километров) линейной части МГ;
- участков средней протяженности (25-50 км) линейной части МГ;
- участков МГ любой протяженности при пересечении активных тектонических разломов, а также на участках прокладки в многолетнемерзлых грунтах в районах с сейсмичностью свыше 8 баллов по шкале MSK-64.

9.3.1.2 Применение вышеназванных технологий также допускается при сооружении участков МГ на пересеченной местности с большим количеством водных преград, с большим количеством углов поворотов, на крутых склонах. В данном случае при наличии «разрывов» трассы следует заблаговременно разрабатывать схемы перебазировки сборочно-сварочной колонны с расстановкой техники для дальнейшего продолжения работ. Учитывая трудные условия работы на крутых склонах и в гористой местности, схема поточной организации работ должна предусматривать минимально необходимое количество техники и персонала в составе сварочной колонны, а именно: звено обработки кромок труб, головное звено сборки сварного соединения и сварки корневого слоя шва, 2 – 3 звена сварки последующих слоев шва.

9.3.1.3 В состав сборочно-сварочной колонны автоматической двухсторонней сварки проволокой сплошного сечения в защитных газах должны входить:

- звено подготовки кромок труб, оснащенное специализированным станком (один или два на сборочно-сварочную колонну) с гидро- или электроприводом, на базе грузоподъемной гусеничной техники;
- звено установки на трубы направляющих поясов для наружных

сварочных головок;

- звено предварительного и межслойного подогрева;
- головное звено сборки сварного соединения труб и автоматической сварки внутреннего (корневого) слоя шва изнутри трубы;
- несколько звеньев автоматической сварки наружных слоев шва, включая горячий проход, заполняющие и облицовочный слой шва;
- передвижная или самоходная мастерская для наладки, ремонта оборудования и хранения запасных частей сборочно-сварочной колонны;
- группа технических специалистов, обученных на проведение технического сопровождения автоматической двухсторонней сварки проволокой сплошного сечения в защитных газах.

9.3.1.4 Операции подготовки к сборке и сварке, сборки, предварительного и сопутствующего подогрева следует выполнять с учетом требований 9.2.

9.3.1.5 Автоматическая сварка внутреннего (корневого) слоя шва многоголовочными автоматами выполняется согласно СТО Газпром 2-2.2-136 (п.п. 10.6.1.1 и 10.6.1.2).

9.3.1.6 Автоматическую двухстороннюю сварку комплексом производства CRC Evans AW с применением однодуговых сварочных головок П-200 (P-200), П-260 (P-260) или двухдуговых головок П-600 (P-600) следует выполнять в соответствии с требованиями СТО Газпром 2-2.2-136 (п.п. 10.6.1.1 и 10.6.1.2).

9.3.1.7 В случае применения двухдуговых головок П-700 (P-700) производства CRC Evans AW для сварки горячего прохода, заполняющих и облицовочного слоев рекомендуются параметры режима, представленные в таблице 9.3. Все остальные технологические операции подготовки, сборки и сварки должны соответствовать требованиям СТО Газпром 2-2.2-136 (п.п. 10.6.1.1 и 10.6.1.2).

9.3.1.8 Для автоматической сварки двухдуговыми головками П-700 (P-700) производства CRC Evans AW может быть также использована специальная разделка кромок труб, представленная на рисунке 9.1. Геометрические параметры разделки кромок могут быть откорректированы в пределах установленных допусков при подготовке к квалификационным

испытаниям и производственной аттестации технологий сварки. При проведении квалификационных испытаний и производственной аттестации технологии сварки все геометрические параметры разделки кромок должны быть зафиксированы и при положительных результатах производственной аттестации внесены в операционную технологическую карту сборки и сварки. Рекомендуемые режимы сварки горячего прохода, заполняющих и облицовочного слоев шва головками П-700 (P-700) производства CRC Evans AW в данную разделку представлены в таблице 9.4. Все остальные технологические операции подготовки, сборки и сварки должны соответствовать требованиям СТО Газпром 2-2.2-136 (п.п. 10.6.1.1 и 10.6.1.2).

Таблица 9.3 – Рекомендуемые режимы сварки горячего прохода, заполняющих и облицовочного слоев шва двухдуговыми сварочными головками P-700 (П-700) производства CRC Evans AW

Параметры	Наименование слоя шва		
	Горячий проход*	Заполняющие	Облицовочный
Способ сварки	ААДП		
Направление сварки	На спуск		
Диаметр проволоки, мм	1,2		
Род тока, полярность	постоянный, обратная		
Установка сварочного процесса на источнике питания	Короткая дуга (Short arc)	Пульсирующая дуга (Pulse arc)	Пульсирующая дуга (Pulse arc)
Скорость подачи проволоки, см/мин (дюйм/мин)	914(360)-952 (375)±5%	711 (280) - 1206 (475) ±5%	508 (200) - 762 (300) ±5%
Сила тока, А	270-340	240- 310	165-210
Напряжение на дуге, В	22 – 26	18 – 26	17 – 24
Вылет электрода, мм	10 - 15	12 - 17	12 - 19
Скорость сварки, см/мин (дюйм/мин)	115 (45) - 147 (58) ±5%	41 (16)- 74 (29) ±5%	38(15) - 76 (30) ±5%
Расход защитного газа, л/мин	33– 52		
Угол наклона электрода (вперед), град.	0°-7°		
Частота колебаний электрода, мин ⁻¹	200-220	160-210	150-200
Амплитуда колебаний	Регулируется по ширине разделки**		
Защитный газ	80-82% Ar +18-20% CO ₂	80-82% Ar +18-20% CO ₂	80-82% Ar +18-20% CO ₂

* Сварка горячего прохода двухдуговым автоматом P-700 осуществляется с отключенной второй дугой;
 ** Задается программно с возможностью корректировки в процессе сварки с дистанционного пульта управления.

Примечание - Параметры режимов сварки могут быть откорректированы при подготовке к квалификационным (аттестационным) испытаниям технологии сварки. При проведении квалификационных (аттестационных) испытаний технологии сварки все параметры режимов сварки должны быть зафиксированы в протоколах квалификации процедуры сварки и при положительных результатах производственной аттестации внесены в операционную технологическую карту сборки и сварки.

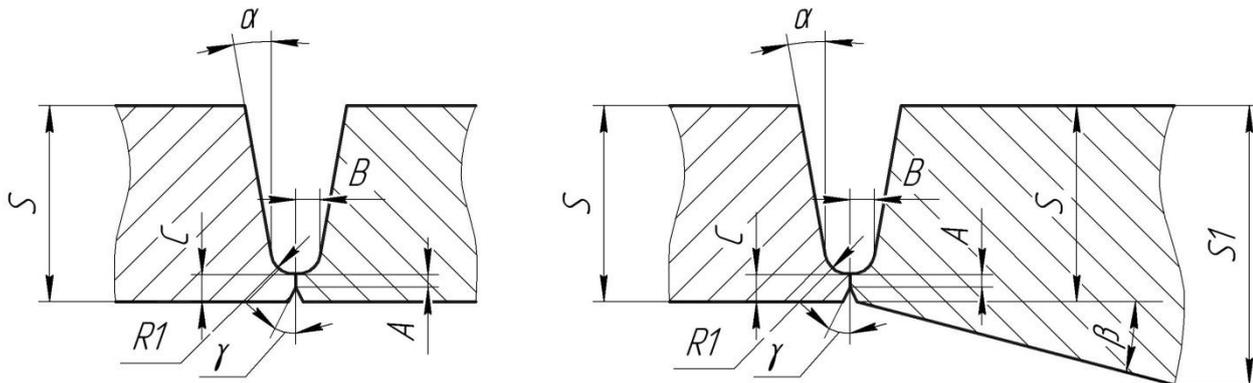
Таблица 9.4 – Рекомендуемые режимы сварки горячего прохода, заполняющих и облицовочного слоев шва в специальную разделку двухдуговыми сварочными головками «Р-700» (П-700) производства CRC Evans AW

Наименование параметра	Слои шва			
	«Горячий» проход	Последующие заполняющие	Последний заполняющий	Облицовочный
Способ сварки	ААДП			
Направление сварки	на спуск			
Диаметр электродной проволоки, мм	1,0			
Род тока, полярность	постоянный, обратная			
Установка сварочного процесса на источнике питания	Пульсирующая дуга (Short arc)	Пульсирующая дуга (Pulse arc)	Пульсирующая дуга (Pulse arc)	Пульсирующая дуга (Pulse arc)
Скорость подачи проволоки, см/мин (дюйм/мин)	965-1067 (380-420)	1016-1118 (400-440)* 813-1016 (320-400)**	1016-1118 (400-440)* 864-965 (340-380)**	711-864 (280-340)* 559-660 (220-260)**
Скорость сварки, см/мин (дюйм/мин)	91-140 (36-56)	43-51 (17-20)* 30-41 (12-16)**	46-64 (18-25)* 25-41 (10-16)**	46-76 (18-30)* 36-46 (14-18)**
Напряжение на дуге, В	25,5-26,5	23,0-25,0	23,0-25,0	23,0-25,0
Ток, А	220-270	200-250		180-260
Вылет проволоки, мм	7-10	6,0-12,0	6,0-12,0	6,0-12,0
Угол наклона электрода, вперед ^о	0-7,0	0-7,0	0-7,0	0-7,0
Частота колебаний электрода, мин ⁻¹	180-200	110-220		
Время задержки на кромке, мсек	0.01-0.04	0,02-0,07		
Амплитуда колебаний	регулируется по ширине разделки	регулируется по ширине разделки		
Защитный газ	80-82% Ar+18-20% CO ₂			
Расход защитного газа, л/мин (CFH)	28,3-40,1 (60-90)			
* - в пространственном положении от 0 ⁰⁰ до 4 ⁰⁰ и от 12 ⁰⁰ до 8 ⁰⁰ ** - в пространственном положении от 4 ⁰⁰ до 6 ⁰⁰ и от 8 ⁰⁰ до 6 ⁰⁰ Примечание - Параметры режимов сварки могут быть откорректированы при подготовке к квалификационным (аттестационным) испытаниям технологии сварки. При проведении квалификационных (аттестационных) испытаний технологии сварки все параметры режимов сварки должны быть зафиксированы в протоколах квалификации процедуры сварки и при положительных результатах производственной аттестации внесены в операционную технологическую карту сборки и сварки.				

9.3.1.9 Автоматическую двухстороннюю сварку комплексом Autoweld Systems следует выполнять в соответствии с требованиями СТО Газпром 2-2.2-136 (п.п. 10.6.1.1 и 10.6.1.3).

9.3.1.10 Выбор сварочных материалов для автоматической двухсторонней сварки проволокой сплошного сечения в защитных газах следует осуществлять

в соответствии с положениями раздела 5 и Приложения В. Наименование и характеристики применяемого сварочного оборудования представлены в Приложении В.



а) соединение труб одной номинальной толщины стенки

б) соединение разнотолщинных труб с отношением номинальных толщин стенки труб ($S1/S$) не более 1,5

Обозначение параметра	A,мм	B,мм	C,мм	R1,мм	α ,град.	γ ,град.	β ,град.
Значение параметра	$1,6\pm 0,2$	$3,0\pm 0,5$	$3,4\pm 0,3$	$3,2\pm 0,15$	5,0 -5,0	$37,5\pm 1$	20 ± 1

Рисунок 9.1 – Геометрические параметры специальной разделки кромок и сборки неповоротных кольцевых соединений труб для сварки головками П-700 (P-700) производства CRC Evans AW

9.3.2 Требования к автоматической односторонней сварке проволокой сплошного сечения в защитных газах на медном подкладном кольце

9.3.2.1 Область применения технологий автоматической односторонней сварки проволокой сплошного сечения в защитных газах на медном подкладном кольце (способы ААДП или АПГ) должна соответствовать 9.3.1.1.

9.3.2.2 В состав сборочно-сварочной колонны автоматической односторонней сварки проволокой сплошного сечения в защитных газах на медном подкладном кольце должны входить:

- звено подготовки кромок труб, оснащенное специализированным станком (один или два на сборочно-сварочную колонну) с гидроприводом или электроприводом, на базе грузоподъемной гусеничной техники;
- звено установки на трубы направляющих поясов для наружных

сварочных головок;

- звено предварительного и межслойного подогрева;
- головное звено сборки сварных соединений труб и автоматической сварки корневого слоя шва и горячего прохода снаружи трубы на медном подкладном кольце;
- несколько звеньев автоматической сварки заполняющих и облицовочного слоев шва снаружи трубы;
- программатор параметров режимов автоматической односторонней одно- и двухдуговой сварки (один или два на сборочно-сварочную колонну);
- самоходная или передвижная мастерская для наладки, ремонта оборудования и хранения запасных частей сборочно-сварочной колонны;
- группа технических специалистов, обученных на проведение технического сопровождения автоматической односторонней сварке проволокой сплошного сечения в защитных газах на медном подкладном кольце.

9.3.2.3 Операции подготовки к сборке и сварке, сборки, предварительного и сопутствующего подогрева должны быть выполнены с учетом требований 9.2.

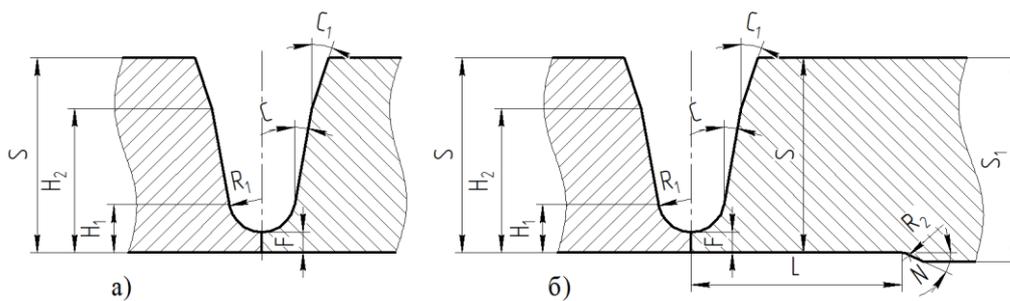
9.3.2.4 Автоматическую одностороннюю сварку комплексом (установкой) Saturnaх производства Serimax следует выполнять в соответствии с требованиями СТО Газпром 2-2.2-136 (п.п. 10.6.2.1 и 10.6.2.2).

9.3.2.5 Автоматическую одностороннюю сварку комплексом (установкой) CWS.02 производства Pipe Welding Technology S.r.l. следует выполнять в соответствии с требованиями СТО Газпром 2-2.2-136 (п.п. 10.6.2.1 и 10.6.2.3).

9.3.2.6 Автоматическую одностороннюю сварку комплексом АСТ-1 производства НПП «Технотрон», ООО следует выполнять в соответствии с общими требованиями, регламентированными СТО Газпром 2-2.2-136 (п. 10.6.2.1), с учетом требований настоящих ТТ. Геометрические параметры разделки кромок и сборки неповоротных кольцевых соединений труб должны соответствовать рисунку 9.2. Геометрические параметры разделки кромок

могут быть откорректированы в пределах установленных допусков при подготовке к производственной аттестации технологий сварки. При проведении производственной аттестации технологии сварки все геометрические параметры разделки кромок должны быть зафиксированы и при положительных результатах производственной аттестации внесены в операционную технологическую карту сборки и сварки.

9.3.2.7 Форма и геометрические параметры кольцевого сварного шва, выполненного головками АСТ-1 производства НПП «Технотрон», ООО, представлены на рисунке 9.3.



а) соединение труб одной номинальной толщины стенки

б) соединение разнотолщинных труб с отношением номинальных толщин стенки труб ($S1/S$) не более 1,5

Обозначение параметра	C, град.	C1, град.	F, мм	R1, мм	H1, мм	H2, мм	L, мм	N, град.	R2, мм
Значение параметра	10-2	12-2	$2,0 \pm 0,2$	$3,2 \pm 0,15$	$4,9 \pm 0,2$	$14 \pm 0,5$	50 ± 10	25 ± 5	$3,0$ min

Рисунок 9.2 – Геометрические параметры разделки кромок и сборки неповоротных кольцевых соединений труб для сварки головками АСТ-1 производства НПП «Технотрон», ООО на медном подкладном кольце

9.3.2.8 В зависимости от толщины стенки труб заполняющие слои могут быть выполнены методом валиковой сварки (один слой за два прохода). При многопроходной (валиковой) сварке облицовочного шва максимальное значение величины перекрытия кромок разделки может отличаться от требований рисунка 9.3. В данном случае ширина облицовочного шва назначается применительно к конкретным толщинам стенки и параметрам разделки кромок, уточняется при производственной аттестации технологии

сварки и указывается в операционной технологической карте сборки и сварки.

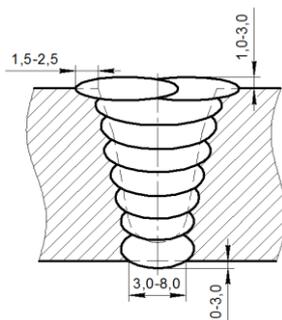


Рисунок 9.3 – Форма и геометрические параметры сварного шва, выполненного головками АСТ-1 производства НПП «ТехноТрон», ООО

9.3.2.9 Рекомендуемые параметры режимов сварки головками АСТ-1 производства НПП «ТехноТрон», ООО неповоротных кольцевых стыковых соединений труб приведены в таблице 9.5.

Таблица 9.5 – Рекомендуемые параметры режимов сварки головками АСТ-1 производства НПП «ТехноТрон», ООО неповоротных кольцевых стыковых соединений труб на медном подкладном кольце

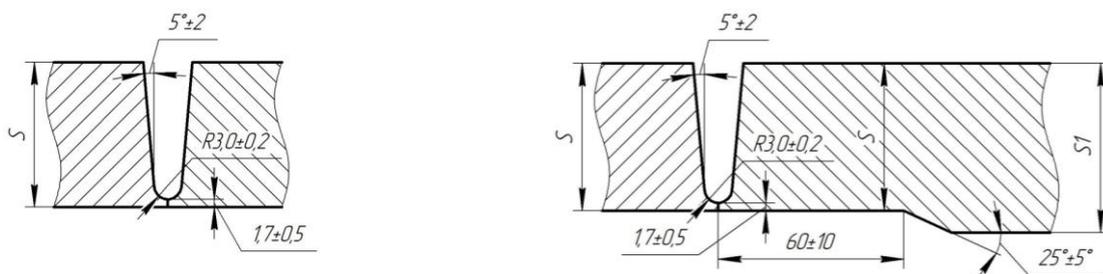
Параметры	Режимы сварки (по слоям)					
	Корневой	1-ый заполняющий слой («горячий проход»)	2-й заполняющий	3-й заполняющий	4-й и последующие заполняющие	Облицовочный
Способ сварки	АПГ					
Направление сварки	на спуск					
Диаметр проволоки, мм	1,0					
Скорость сварки, мм/сек	10,0-12,0	6,5 – 8,0	4,5-6,5	4,0-5,0	3,8- 4,8	1,0-2,5
Скорость подачи проволоки, см/мин	180-210	170-190	150-170	150-170	160-190	70-90
Вылет электрода, мм	12-16	11-15	11-15	10-14	8-12	8-12
Защитный газ Ar / CO ₂	0/100		50/50			
Расход защитного газа, л/мин.	23-28	23-28	15-25	15-25	15-25	15-25
Сила тока, А	230 - 260	200-230	210-240	210-240	220-250	120-160
Напряжение на дуге, В	21,5-24,0	21,0-23,0	20,5-22,5	20,5-22,5	20,0-22,0	20,0-22,0
Скорость колебаний проволоки, см/мин.	35-45	35-45	35-45	35-45	35-45	20-30
Амплитуда колебаний электрода	0-1,0	2,5-3,0	3,5-4,0	4,5-5,5	6,0-7,0	9,0-10,0
Задержка проволоки в крайних положениях, с	0,0-0,1	0,1-0,2	0,15-,025	0,2-0,3	0,2-0,3	0,1-0,15
Примечание – Параметры режимов сварки могут быть откорректированы при подготовке к квалификационным (аттестационным) испытаниям технологии сварки. При проведении квалификационных (аттестационных) испытаний технологии сварки все параметры режимов сварки должны быть зафиксированы в протоколах квалификации процедуры сварки и при положительных результатах производственной аттестации внесены в операционную технологическую карту сборки и сварки.						

9.3.2.10 Автоматическую одностороннюю сварку (способ ААДП)

головками Veraweld Torch System S и Veraweld Torch System D производства Vermaat Technics b.v. следует выполнять в соответствии с общими требованиями, регламентированными СТО Газпром 2-2.2-136 (п. 10.6.2.1), с учетом настоящих ТТ. Геометрические параметры разделки кромок и сборки неповоротных кольцевых соединений труб должны соответствовать рисунку 9.4.

9.3.2.11 Сварка корневого и первого заполняющего слоя шва (горячего прохода) может выполняться:

- двухдуговыми сварочными головками марки Veraweld Torch System D производства Vermaat Technics b.v. одновременно или в однодуговом режиме последовательно с отключением одной из дуг;
- однодуговыми сварочными головками марки Veraweld Torch System S производства Vermaat Technics b.v. последовательно.



а) соединение труб одной номинальной толщины стенки

б) соединение разнотолщинных труб с отношением номинальных толщин стенки труб (S_1/S) не более 1,5

Рисунок 9.4 – Геометрические параметры разделки кромок и сборки неповоротных кольцевых соединений труб для сварки головками Veraweld Torch System S и Veraweld Torch System D производства Vermaat Technics b.v.

9.3.2.12 Сварка заполняющих и облицовочного слоев шва может выполняться:

- двухдуговыми сварочными головками марки Veraweld Torch System D производства Vermaat Technics b.v. в двухдуговом режиме или однодуговом режиме с отключением одной из дуг;
- однодуговыми сварочными головками марки Veraweld Torch System S производства Vermaat Technics b.v.

9.3.2.13 Сварка корректирующего слоя шва (при необходимости) может выполняться:

- двухдуговыми сварочными головками марки Veraweld Torch System D производства Vermaat Technics b.v. в однодуговом режиме с отключением одной из дуг;
- однодуговыми сварочными головками марки Veraweld Torch System S производства Vermaat Technics b.v.

9.3.2.14 Рекомендуемые параметры режимов автоматической сварки проволокой сплошного сечения в защитных газах одно- и двухдуговыми сварочными головками корневого, заполняющих, корректирующего и облицовочного слоев шва приведены в таблице 9.6.

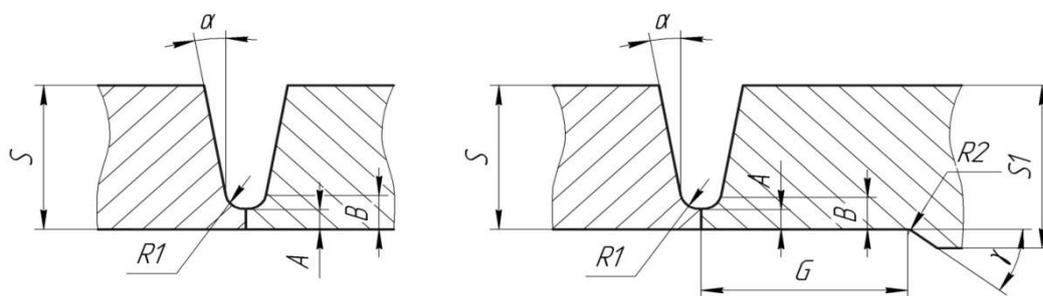
Таблица 9.6 – Рекомендуемые параметры режимов односторонней одно- и двухдуговой сварки проволокой сплошного сечения в защитных газах неповоротных кольцевых стыковых соединений труб головками Veraweld Torch System S и Veraweld Torch System D производства Vermaat Technics b.v. труб на медном подкладном кольце

Наименование параметра	Наименование слоя шва				
	Корневой	1-ый заполняющий (горячий проход)	Последующие заполняющие	Корректирующий	Облицовочный
Способ сварки	ААДП				
Направление сварки	На спуск				
Диаметр проволоки, мм	1,0				
Род тока, полярность	Постоянный, обратная				
Скорость подачи проволоки, м/мин	12÷13	12÷13	9,5÷11	9,8÷10,5	8,8÷11,5
Сила тока, А	255÷285	250÷285	200÷270	200÷230	165÷215
Напряжение на дуге, В	18,2÷25,6	17,5÷24,6	17,2÷27,3	23,1÷25,4	21,5÷24,8
Вылет электрода, мм	Устанавливается автоматически				
Скорость сварки, см/мин	65÷75	65÷75	30÷50	50÷67	50÷89
Защитный газ	80% Ar + 20% CO ₂ *				
Расход защитного газа, л/мин	31÷40				
Угол наклона электродной проволоки (вперёд), град.	0÷7				
Частота колебаний электродной проволоки, мин ⁻¹	0÷100	100÷400	100÷400	100÷400	100÷400
Задержка на кромках, с	Без задержки	0÷0,20	0÷0,20	0÷0,20	0÷0,20
Ширина колебаний, мм	0÷1,0	Устанавливается по ширине разделки			
<p>Примечание – Параметры режимов сварки могут быть откорректированы при подготовке к квалификационным (аттестационным) испытаниям технологии сварки. При проведении квалификационных (аттестационных) испытаний технологии сварки все параметры режимов сварки должны быть зафиксированы в протоколах квалификации процедуры сварки и при положительных результатах производственной аттестации внесены в операционную технологическую карту сборки и сварки.</p> <p>* - допускается замена смеси защитного газа на смесь 82% Ar + 18% CO₂</p>					

9.3.2.15 Регулирование параметров режимов сварки (амплитуда колебаний сварочной горелки, скорость продольного перемещения сварочной головки и др.) в установленных системой автоматического управления пределах может выполняться через выносной пульт дистанционного управления.

9.3.2.16 Форма и геометрические параметры сварного шва, выполненного головками Veraweld Torch System D и Veraweld Torch System S производства Vermaat Technics b.v., аналогична указанной на рисунке 9.3.

9.3.2.17 Автоматическую одностороннюю сварку (способ ААДП) двухдуговыми головками П-600 (P-600) производства CRC Evans AW следует выполнять в соответствии с общими требованиями, регламентированными СТО Газпром 2-2.2-136 (п. 10.6.2.1), с учетом настоящих ТТ. Геометрические параметры разделки кромок и сборки неповоротных кольцевых соединений труб должны соответствовать рисунку 9.5. Геометрические параметры разделки кромок могут быть откорректированы в пределах установленных допусков при подготовке к производственной аттестации технологий сварки. При проведении производственной аттестации технологии сварки все геометрические параметры разделки кромок должны быть зафиксированы и при положительных результатах производственной аттестации внесены в операционную технологическую карту сборки и сварки.



а) соединение труб одной номинальной толщины стенки

б) соединение разнотолщинных труб с отношением номинальных толщин стенки труб (S1/S) не более 1,5

Обозначение параметра	$\alpha, ^\circ$	R1, мм	A, мм	B, мм	$\gamma, ^\circ$	G, мм	R2, мм
Значение параметра	$5,0 \pm 1,0$	$3,2 \pm 0,15$	$1,4 \pm 0,2$	$4,5 \pm 0,2$	$25 \pm 5,0$	80 ± 10	3,0 min

Рисунок 9.5 – Геометрические параметры разделки кромок и сборки неповоротных кольцевых соединений труб для сварки головками П-600 (P-600) на медном подкладном кольце

9.3.2.18 Рекомендуемые параметры режимов сварки головками П-600 (P-600) производства CRC Evans AW неповоротных кольцевых стыковых соединений труб приведены в таблице 9.7.

Таблица 9.7 – Рекомендуемые параметры режимов односторонней автоматической сварки головками П-600 (P-600) производства CRC Evans AW неповоротных кольцевых стыковых соединений труб на медном подкладном кольце

Параметры режима сварки	Наименование слоя шва			
	Корневой	1-ый заполняющий слой («горячий проход»)	Заполняющие	Облицовочный
Процесс сварки	ААДП			
Направление сварки	На спуск			
Диаметр проволоки, мм	1,0			
Род тока; полярность	постоянный; обратная			
Установка сварочного процесса на источнике питания	Короткая дуга (Short arc)	Пульсирующая дуга (Pulse arc)	Пульсирующая дуга (Pulse arc)	Пульсирующая дуга (Pulse arc)
Напряжение, В	19-22	21-24	20-25	20-25
Сила тока, А	220-240	210-230	205-225	150-220
Скорость сварки, см/мин	60-100	55-100	48-60* 50-65**	48-60* 50-65**
Скорость подачи проволоки, см/мин	1010-1020	1010-1020	775-1123	582-712
Частота колебаний электрода, бит/мин	200	200	190	200
Ширина колебаний, мм	Устанавливается по ширине разделки	Устанавливается по ширине разделки		
Защитный газ	80-85% Ar + 15-20% CO ₂	80-85% Ar + 15-20% CO ₂	80-85% Ar + 15-20% CO ₂	80-85% Ar + 15-20% CO ₂
Расход газа, л/мин	36-48	36-48	24-29	24-29
Вылет электрода	7-10	9-18	9-18	9-18
Угол наклона электрода (вперед)	0-7°	0-7°	0-7°	0-7°
<p>* - в пространственном положении от 0⁰⁰ до 4⁰⁰ и от 12⁰⁰ до 8⁰⁰</p> <p>** - в пространственном положении от 4⁰⁰ до 6⁰⁰ и от 8⁰⁰ до 6⁰⁰</p> <p>П р и м е ч а н и я :</p> <p>1 Параметры режимов сварки могут быть откорректированы при подготовке к квалификационным (аттестационным) испытаниям технологии сварки. При проведении квалификационных (аттестационных) испытаний технологии сварки все параметры режимов сварки должны быть зафиксированы в протоколах квалификации процедуры сварки и при положительных результатах производственной аттестации внесены в операционную технологическую карту сборки и сварки.</p> <p>2 Скорость сварки и скорости подачи сварочной проволоки может изменяться в пределах ±25% от номинальных значений.</p> <p>3 Отклонение параметров сварочного тока и сварочного напряжения не должно превышать ±10% от номинальных значений.</p>				

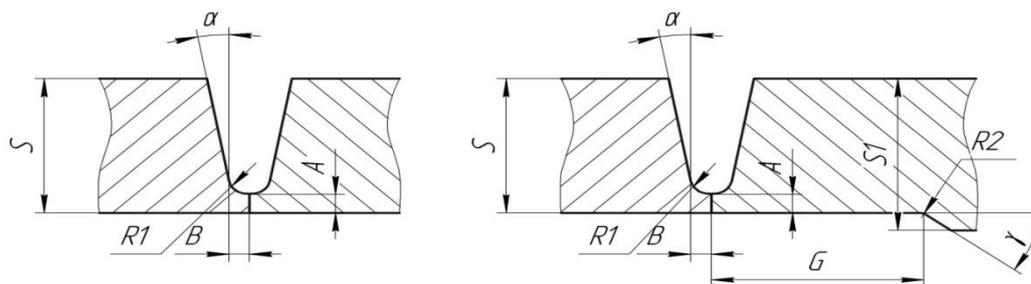
9.3.2.19 Сварочными головками П-600 (P-600) производства CRC Evans AW выполняется:

– односторонняя однодуговая сварка корневого слоя шва двумя сварочными головками снаружи трубы на медном подкладном кольце,

установленном между рядами жимков внутреннего центриатора;

- односторонняя однодуговая сварка горячего прохода двумя сварочными головками снаружи трубы;
- односторонняя двухдуговая сварка заполняющих слоев шва двумя сварочными головками снаружи трубы;
- односторонняя двухдуговая сварка облицовочного слоя шва двумя сварочными головками снаружи трубы;
- односторонняя однодуговая сварка всех слоев шва или отдельных слоев шва в случаях отказа одной из двух сварочных горелок при двухдуговой сварке, необходимости обеспечения равномерного заполнения разделки кромок или устранения выявленных дефектов.

9.3.2.20 Форма и геометрические параметры сварного шва, выполненного головками П-600 (P-600) производства CRC Evans AW, аналогична указанной на рисунке 9.3.



а) соединение труб одной номинальной толщины стенки

б) соединение разнотолщинных труб с отношением номинальных толщин стенки труб ($S1/S$) не более 1,5

Обозначение параметра	$\alpha, ^\circ$	R1, мм	A, мм	B, мм	$\gamma, ^\circ$	G, мм	R2, мм
Значение параметра	5,0-5,0	3,2±0,15	1,6±0,2	3,2±0,4	25±5,0	80±10	3,0 min

Рисунок 9.6 – Геометрические параметры разделки кромок и сборки неповоротных кольцевых соединений труб для сварки головками П-700 (P-700) производства CRC Evans AW на медном подкладном кольце

9.3.2.21 Автоматическую одностороннюю сварку (способ ААДП) двухдуговыми головками П-700 (P-700) производства CRC Evans AW следует выполнять в соответствии с общими требованиями, регламентированными СТО Газпром 2-2.2-136 (п. 10.6.2.1), с учетом настоящих ТТ. Геометрические

параметры разделки кромок и сборки неповоротных кольцевых соединений труб должны соответствовать рисунку 9.6. Геометрические параметры разделки кромок могут быть откорректированы в пределах установленных допусков при подготовке к производственной аттестации технологий сварки. При проведении производственной аттестации технологии сварки все геометрические параметры разделки кромок должны быть зафиксированы и при положительных результатах производственной аттестации внесены в операционную технологическую карту сборки и сварки.

9.3.2.22 Рекомендуемые параметры режимов сварки головками П-700 (P-700) производства CRC Evans AW неповоротных кольцевых стыковых соединений труб приведены в таблице 9.8.

9.3.2.23 Сварочными головками П-700 (P-700) производства CRC Evans AW выполняется:

- односторонняя двухдуговая сварка корневого слоя шва и горячего прохода двумя сварочными головками снаружи трубы на медном подкладном кольце, установленном между рядами жимков внутреннего центратора;

- односторонняя двухдуговая сварка заполняющих слоев шва двумя сварочными головками снаружи трубы;

- односторонняя двухдуговая сварка облицовочного слоя шва двумя сварочными головками снаружи трубы;

- односторонняя однодуговая сварка всех слоев шва или отдельных слоев шва в случаях отказа одной из двух сварочных горелок при двухдуговой сварке, необходимости обеспечения равномерного заполнения разделки кромок или устранения выявленных дефектов.

9.3.2.24 Форма и геометрические параметры сварного шва, выполненного головками П-700 (P-700), аналогична указанной на рисунке 9.3.

9.3.2.25 Освобождение жимков внутреннего центратора, его перемещение на очередную позицию сборки или внутрь трубопровода для осмотра корневого шва, а также укладку трубы на инвентарную опору следует осуществлять согласно 8.3.5.

Таблица 9.8 – Рекомендуемые параметры режимов односторонней автоматической сварки головками П-700 (P-700) производства CRC Evans AW неповоротных кольцевых стыковых соединений труб на медном подкладном кольце

Наименование параметра	Слой шва			
	Корневой, «Горячий» проход	Последующие заполняющие	Последний заполняющий	Облицовочный
Способ сварки	ААДП			
Направление сварки	на спуск			
Диаметр проволоки, мм	1,0			
Род тока, полярность	постоянный, обратная			
Установка сварочного процесса на источнике питания	Корневой слой - короткая дуга (Short arc); Горячий проход - пульсирующая дуга (Pulse arc)	Пульсирующая дуга (Pulse arc)	Пульсирующая дуга (Pulse arc)	Пульсирующая дуга (Pulse arc)
Скорость подачи проволоки, см/мин (дюйм/мин)	1067-1168 (420-460)* 914-1118 (360-440)**	1016-1118 (400-440)* 813-1016 (320-400)**	1016-1118 (400-440)* 864-965 (340-380)**	711-813 (280-320)* 559-660 (220-260)**
Скорость сварки, см/мин (дюйм/мин)	71-76 (28-30)* 56-66 (22-26)**	43-51 (17-20)* 30-41 (12-16)**	46-64 (18-25)* 25-41 (10-16)**	46-76 (18-30)* 35-46 (14-18)**
Напряжение на дуге, В	23,5-25,0	23,0-25,0	23,0-25,0	23,0-25,0
Ток, А	220-270	200-250		180-260
Вылет проволоки, мм	6,0-12,0	6,0-12,0	6,0-12,0	6,0-12,0
Угол наклона электрода, °	0-7,0	0-7,0	0-7,0	0-7,0
Частота колебаний электрода, мин ⁻¹	180-200	110-200		
Время задержки на кромке, мсек	0.01-0.04-	0,02-0,07		
Амплитуда колебаний	регулируется по ширине разделки	регулируется по ширине разделки		
Защитный газ	80-82% Ar + 18-20% CO ₂			
Расход защитного газа, л/мин (CFH)	28,3-40,1 (60-90)			
* - в пространственном положении от 0 ⁰⁰ до 4 ⁰⁰ и от 12 ⁰⁰ до 8 ⁰⁰				
** - в пространственном положении от 4 ⁰⁰ до 6 ⁰⁰ и от 8 ⁰⁰ до 6 ⁰⁰				
П р и м е ч а н и я :				
1 Параметры режимов сварки могут быть откорректированы при подготовке к квалификационным (аттестационным) испытаниям технологии сварки. При проведении квалификационных (аттестационных) испытаний технологии сварки все параметры режимов сварки должны быть зафиксированы в протоколах квалификации процедуры сварки и при положительных результатах производственной аттестации внесены в операционную технологическую карту сборки и сварки.				
2 Скорость сварки и скорости подачи сварочной проволоки может изменяться в пределах ±25% от номинальных значений.				
3 Отклонение параметров сварочного тока и сварочного напряжения не должно превышать ±10% от номинальных значений.				

9.3.2.26 Технологические операции устранения выявленных в процессе сварки дефектов шва, выполнения подварочного слоя шва, поддержания межслойной температуры, обработки и взаимного расположения замков шва следует выполнять в соответствии с 9.2.

9.3.2.27 Выбор сварочных материалов для автоматической односторонней сварки проволокой сплошного сечения в защитных газах на медном подкладном кольце следует осуществлять в соответствии с положениями раздела 5.1 и Приложения В. Наименование и характеристики применяемого сварочного оборудования представлены в Приложении В.

9.3.3 Требования к автоматической односторонней сварке проволокой сплошного сечения в защитных газах корневого слоя шва

9.3.3.1 Автоматическая односторонняя сварка проволокой сплошного сечения в защитных газах корневого слоя шва может применяться при выполнении кольцевых стыковых соединений труб диаметром от 530 до 1420 мм включительно с толщиной стенки от 10,0 до 38,0 мм включительно.

9.3.3.2 Операции подготовки к сборке и сварке, сборки, предварительного и сопутствующего подогрева должны быть выполнены с учетом требований 9.2.

9.3.3.3 Геометрические параметры разделки кромок и сборки неповоротных кольцевых соединений труб под автоматическую сварку проволокой сплошного сечения в защитных газах корневого слоя шва приведены на рисунке 9.7 (при автоматической сварке проволокой сплошного сечения заполняющих и облицовочных слоев шва), рисунке 9.9 (при автоматической сварке порошковой проволокой заполняющих и облицовочных слоев шва), рисунке 9.10 (при автоматической сварке самозащитной порошковой проволокой заполняющих и облицовочных слоев шва), рисунке 4.1 (для сварки с применением однодуговых головок АСТ-1 производства НПП «Технотрон», ООО).

9.3.3.4 Геометрические параметры разделки кромок и сборки могут быть откорректированы при подготовке и в процессе квалификационных испытаний и производственной аттестации (совмещенных испытаний) технологий сварки.

9.3.3.5 Направляющие пояса для перемещения сварочных головок должны устанавливаться на концы труб, обращенные в сторону движения сборочно-

сварочной колонны (в случае ее применения). Для этих целей следует применять инвентарные шаблоны, обеспечивающие требуемую точность установки и входящие в комплект специальных приспособлений сварочного комплекса.

9.3.3.6 До начала работ параметры режимов сварки всех слоев шва с учетом пространственного положения неповоротных кольцевых соединений труб конкретного типоразмера должны быть внесены в блоки автоматического управления или командный файл каждой сварочной головки.

9.3.3.7 Сварка корневого слоя шва производится одновременно двумя сварочными головками, при этом каждой сварочной головкой выполняется сварка одного из полупериметров трубы (относительно вертикальной оси).

9.3.3.8 Рекомендуемые режимы автоматической односторонней сварки корневого слоя шва проволокой сплошного сечения в среде углекислого газа методом STT (способ АПГ) с применением однодуговых головок М300-С производства CRC Evans AW, представлены в таблице 9.9.

Таблица 9.9 – Рекомендуемые параметры режимов автоматической односторонней сварки методом STT корневого слоя шва с применением однодуговых головок М300-С производства CRC Evans AW и М-400 «Восток» производства ООО «Нефтекамский завод трубопроводного оборудования»

Наименование параметра	Слой шва
	Корневой слой
Направление сварки	на спуск
Род тока, полярность	постоянный; обратная
Диаметр проволоки, мм	1,14
Скорость подачи электродной проволоки, дюйм/мин (см/мин)	130 – 200 (330 - 458)
Сила тока, А (Пиковый /Базовый /Tailout)	420/90/0
Вылет электродной проволоки, мм	6,0 - 12,0
Скорость сварки, дюйм/мин (см/мин).	6.0 – 12.0 (15,2 – 30,5)
Защитный газ	100% CO ₂
Расход газа, л/мин	36 – 43
Угол наклона электродной проволоки (вперед)	0° – 3°
Частота колебаний электродной проволоки, мин ⁻¹	110 - 160
Амплитуда колебаний электрода, мм	0,100 – 0,140
Время задержки электрода на кромке, мсек	0 - 50
Примечание – Параметры режимов сварки могут быть откорректированы при подготовке к квалификационным (аттестационным) испытаниям технологии сварки. При проведении квалификационных (аттестационных) испытаний технологии сварки все параметры режимов сварки должны быть зафиксированы в протоколах квалификации процедуры сварки и при положительных результатах производственной аттестации внесены в операционную технологическую карту сборки и сварки.	

9.3.3.9 Регулировка параметров режимов в процессе сварки в установленных системой автоматического управления пределах может выполняться, при необходимости, через выносной пульт дистанционного управления (амплитуда колебаний сварочной горелки, скорость продольного перемещения сварочной головки, вылет электродной проволоки и др.) или на панели управления сварочной головки.

9.3.3.10 Рекомендуемые режимы автоматической односторонней сварки корневого шва проволокой сплошного сечения в среде защитных газов методом STT (способ ААДП) с применением двухдуговых головок П-700 (P-700) производства CRC Evans AW приведены в таблице 9.10.

Таблица 9.10 – Рекомендуемые параметры режимов автоматической односторонней сварки шва методом корневого слоя STT с применением двухдуговых головок П-700 (P-700) производства CRC Evans AW

Наименование параметра	Слой шва
	Корневой
Направление сварки	на спуск
Род тока, полярность	постоянный, обратная
Диаметр проволоки, мм	1,14
Скорость подачи проволоки, см/мин (дюйм/мин)	406-559 (160-220)* 355-508 (140-200)**
Скорость сварки, см/мин (дюйм/мин)	30,5-50,8 (12,0-20,0)* 20,3-38,1 (8,0-15,0)**
Ток базовый, А	50-120
Ток пиковый, А	380-420
Tailout	0
Вылет проволоки, мм	6,0-12,0
Угол наклона электрода, °	0-3,0
Частота колебаний электрода, мин ⁻¹	110-160
Время задержки на кромке, мсек	0,7
Амплитуда колебаний, мм (дюйм)	2,5-4 (0,1-0,16)
Защитный газ	80-82% Ar+20-18% CO ₂
Расход защитного газа, л/мин (CFH)	28,3-40,1 (60-90)
<p>* - в пространственном положении от 0⁰⁰ до 4⁰⁰ и от 12⁰⁰ до 8⁰⁰ ** - в пространственном положении от 4⁰⁰ до 6⁰⁰ и от 8⁰⁰ до 6⁰⁰</p> <p>П р и м е ч а н и е</p> <p>1) Сварка корневого слоя двухдуговым автоматом P-700 осуществляется с отключенной второй дугой; 2) Параметры режимов сварки могут быть откорректированы при подготовке к квалификационным (аттестационным) испытаниям технологии сварки. При проведении квалификационных (аттестационных) испытаний технологии сварки все параметры режимов сварки должны быть зафиксированы в протоколах квалификации процедуры сварки и при положительных результатах производственной аттестации внесены в операционную технологическую карту сборки и сварки.</p>	

9.3.3.11 Рекомендуемые режимы автоматической односторонней сварки

корневого слоя шва проволокой сплошного сечения в среде защитных газов методом УКП (способ АПГ) с применением однодуговых головок АСТ-1 производства НПП «Технотрон», ООО приведены в таблице 9.11.

Т а б л и ц а 9.11 – Рекомендуемые режимы автоматической односторонней сварки корневого слоя шва проволокой сплошного сечения в среде защитных газов методом УКП (способ АПГ) с применением однодуговых головок АСТ-1 производства НПП «Технотрон», ООО

Наименование параметра	Слой шва
	Корневой слой
Зазор, мм	3,0 – 4,0
Диаметр проволоки, мм	1,14 – 1,2
Направление сварки	на спуск
Тип и полярность тока	постоянный, обратная
Базовый ток, А	40...60
Пиковый ток, А	250...270
Горячий старт, усл. ед	35...40
Скорость сварки, мм/сек	2,0...4,0
Скорость подачи проволоки, мм/сек	45...55
Скорость колебаний электрода, мм/сек	12...15
Время задержки электрода на кромках, сек	0,4...0,5
Амплитуда колебаний электрода, мм	0...4,0
Вылет электрода, мм	5...12
Угол наклона электрода (назад), град	0...15
Защитный газ	100% CO ₂
Расход защитного газа, л/мин	15...20

Пр и м е ч а н и е – Параметры режимов сварки могут быть откорректированы при подготовке к квалификационным (аттестационным) испытаниям технологии сварки. При проведении квалификационных (аттестационных) испытаний технологии сварки все параметры режимов сварки должны быть зафиксированы в протоколах квалификации процедуры сварки и при положительных результатах производственной аттестации внесены в операционную технологическую карту сборки и сварки.

9.3.3.12 Рекомендуемые режимы автоматической односторонней сварки корневого слоя шва проволокой сплошного сечения в среде защитных газов методом STT (способ ААДП) с применением однодуговых головок Veraweld Torch System S или двухдуговых головок Veraweld Torch System D с отключением одной дуги производства Vermaat Technics b.v., представлены в таблице 9.12.

9.3.3.13 Освобождение жимков внутреннего центратора, его перемещение на очередную позицию сборки или внутрь трубопровода для осмотра корневого шва, а также укладку трубы на инвентарную опору следует осуществлять согласно 8.3.5. При применении наружного центратора необходимо выполнить не менее 4-х участков корневого слоя шва протяженностью не менее 150 мм

каждый для сборки кольцевых стыковых соединений труб диаметром 530-820 мм, не менее 200 мм каждый для сборки кольцевых стыковых соединений труб диаметром 1020-1420 мм. Участки корневого слоя шва должны быть равномерно распределены по периметру кольцевого стыкового соединения. При условии установки страховочной опоры и удержания свариваемых элементов трубоукладчиком в фиксированном положении допускается снять наружный центратор. Следует выполнить обработку абразивным кругом мест начала и окончания сварки каждого участка, затем завершить сварку корневого слоя шва и горячего прохода.

Т а б л и ц а 9.12 – Рекомендуемые режимы автоматической односторонней сварки корневого слоя шва проволокой сплошного сечения в среде защитных газов методом STT корневого слоя шва с применением однодуговых головок Veraweld Torch System S или двухдуговых головок Veraweld Torch System D с отключением одной дуги производства Vermaat Technics b.v.

Наименование параметра	Слой шва
	Корневой слой
Направление сварки	На спуск
Диаметр проволоки, мм	1,0
Род тока, полярность	STT
Скорость подачи проволоки, м/мин	0,5÷0,6
Сила тока, А	120÷153
Напряжение на дуге, В	13,7÷18,6
Вылет электрода, мм	Устанавливается автоматически
Скорость сварки, см/мин	35÷45
Защитный газ	80% Ar + 20% CO ₂ *
Расход газа, л/мин	31÷40
Угол наклона электродной проволоки (вперёд), град.	0÷7
Частота колебаний электродной проволоки, мин ⁻¹	Без колебаний
Задержка на кромках, с	Без задержки
Ширина колебаний, мм	Без колебаний

*- допускается замена смеси защитного газа на смесь в процентном соотношении 82% Ar + 18% CO₂

П р и м е ч а н и е – Параметры режимов сварки могут быть откорректированы при подготовке к квалификационным (аттестационным) испытаниям технологии сварки. При проведении квалификационных (аттестационных) испытаний технологии сварки все параметры режимов сварки должны быть зафиксированы в протоколах квалификации процедуры сварки и при положительных результатах производственной аттестации внесены в операционную технологическую карту сборки и сварки.

9.3.3.14В процессе выполнения корневого слоя шва особое внимание следует уделять контролю температуры нагрева стыкового соединения и в случае необходимости осуществлять сопутствующий подогрев.

9.3.3.15Опускание свариваемых элементов и их укладку на инвентарные

опоры допускается производить только после окончания сварки горячего прохода.

9.3.3.16 Технологические операции устранения видимых дефектов в процессе сварки, выполнения подварочного слоя шва, поддержания межслойной температуры, обработки и взаимного расположения замков шва следует выполнять в соответствии с 9.2.

9.3.3.17 Форма и геометрические параметры корневого слоя сварного шва, выполненного автоматической односторонней сваркой проволокой сплошного сечения в защитных газах, представлены на рисунке 9.8.

9.3.3.18 Выбор сварочных материалов для автоматической односторонней сварки проволокой сплошного сечения в защитных газах следует осуществлять в соответствии с положениями раздела 5.1 и Приложения В. Наименование и характеристики применяемого сварочного оборудования приведены в Приложении В.

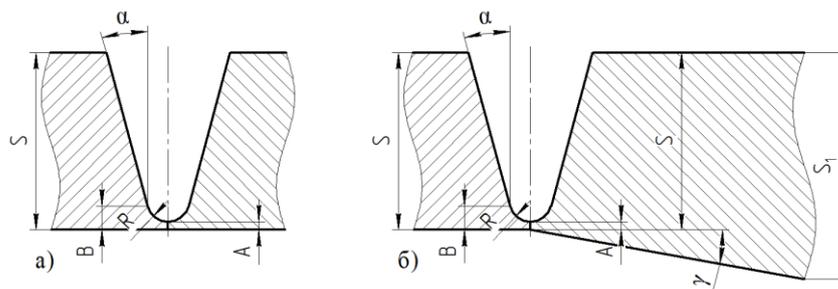
9.3.4 Требования к автоматической односторонней сварке проволокой сплошного сечения в защитных газах заполняющих и облицовочного слоя шва

9.3.4.1 Автоматическая односторонняя сварка проволокой сплошного сечения в защитных газах корневого слоя шва может применяться при выполнении кольцевых стыковых соединений труб диаметром от 530 до 1420 мм включительно с толщиной стенки от 10,0 до 38,0 мм включительно.

9.3.4.2 Операции подготовки к сборке и сварке, сборки, предварительного и сопутствующего подогрева должны быть выполнены с учетом требований 9.2.

9.3.4.3 Геометрические параметры разделки кромок и сборки неповоротных кольцевых соединений труб под автоматическую одностороннюю сварку проволокой сплошного сечения в защитных газах заполняющих и облицовочного слоя шва приведены на рисунке 9.7 и могут быть откорректированы в зависимости от технологии, применяемой для сварки

корневого слоя шва, а также при подготовке и в процессе квалификационных испытаний и производственной аттестации (совмещенных испытаний) технологий сварки.



а) соединение труб одной номинальной толщины стенки

б) соединение разнотолщинных труб с отношением номинальных толщин стенки труб (S_1/S_2) не более 1,5

Обозначение параметра	$\alpha, ^\circ$	R, мм	A, мм	B, мм	$\gamma, ^\circ$
Значение параметра	$5,0 \pm 5,0$	$3,2 \pm 0,15$	$1,8 \pm 0,4$	$4,9 \pm 0,2$	$25 \pm 5,0$

Рисунок 9.7 – Геометрические параметры разделки кромок и сборки соединений труб для автоматической односторонней сварки проволокой сплошного сечения в защитных газах

9.3.4.4 Направляющие пояса для перемещения сварочных головок должны устанавливаться на концы труб, обращенные в сторону движения сборочно-сварочной колонны (в случае ее применения). Для этих целей следует применять инвентарные шаблоны, обеспечивающие требуемую точность установки и входящие в комплект специальных приспособлений сварочного комплекса.

9.3.4.5 До начала работ параметры режимов сварки всех слоев шва с учетом пространственного положения неповоротных кольцевых соединений труб конкретного типоразмера должны быть внесены в блоки автоматического управления или командный файл каждой сварочной головки.

9.3.4.6 Сварка всех слоев кольцевого шва производится одновременно двумя сварочными головками, при этом каждой сварочной головкой выполняется сварка одного из полупериметров трубы (относительно вертикальной оси).

9.3.4.7 Регулировка параметров режимов в процессе сварки в

установленных системой автоматического управления пределах может выполняться, при необходимости, через выносной пульт дистанционного управления (амплитуда колебаний сварочной горелки, скорость продольного перемещения сварочной головки, вылет электродной проволоки и др.) или на панели управления сварочной головки.

9.3.4.8 Рекомендуемые режимы автоматической односторонней сварки проволокой сплошного сечения в среде защитных газов (способы АПГ+ААДП) заполняющих и облицовочного слоев шва с применением однодуговых сварочных головок П-260 (P-260) производства CRC Evans AW приведены в таблице 9.13.

Таблица 9.13 – Рекомендуемые режимы автоматической сварки заполняющих и облицовочного слоев шва с применением однодуговых сварочных головок П-260 (P-260) производства CRC Evans AW

Наименование параметра	Наименование слоя шва			
	1-й заполняющий слой («горячий проход»)	Заполняющие	Последний заполняющий	Облицовочный
Диаметр проволоки, мм	0,9			
Род тока, полярность	Постоянный; обратная			
Скорость подачи электродной проволоки, см/мин	1270 ± 25%	1295 ± 25%	1295 ± 25%	1067 ± 25%* 1397 ± 25%**
Сила тока, А	220–270	200–250	210–250	180–260
Напряжение на дуге, В	23–26	22–25	23–26	18,0–22,5
Вылет электродной проволоки, мм	9,5	13,0	13,0	9,5
Защитный газ***	100% CO ₂	100% CO ₂	100% CO ₂	75% Ar / 25% CO ₂
Скорость сварки, см/мин	127 ± 10%	38 ± 25%* 51 ± 25%**	38 ± 25%* 46 ± 25%**	33 ± 25%* 46 ± 25%**
Расход газа, л/мин	33–52			
Угол наклона электродной проволоки (вперед)	0° – 7°			
Частота колебаний электродной проволоки, мин ⁻¹	Без поперечных колебаний	140–190	140–190	110–120* 130–160**
Амплитуда колебаний, мм	0	Регулируется по ширине разделки		
* – в пространственном положении от 10 ⁰⁰ до 2 ⁰⁰ ч и от 4 ³⁰ до 7 ³⁰ ч. ** – в пространственном положении от 2 ⁰⁰ до 4 ³⁰ ч и от 7 ³⁰ до 10 ⁰⁰ ч. Примечание – Параметры режимов сварки могут быть откорректированы при подготовке к квалификационным (аттестационным) испытаниям технологии сварки. При проведении квалификационных (аттестационных) испытаний технологии сварки все параметры режимов сварки должны быть зафиксированы в протоколах квалификации процедуры сварки и при положительных результатах производственной аттестации внесены в операционную технологическую карту сборки и сварки.				

9.3.4.9 Рекомендуемые режимы автоматической односторонней сварки

проволокой сплошного сечения в среде защитных газов (способы АПГ+ ААДП) горячего прохода, заполняющих и облицовочного слоев шва с применением двухдуговых сварочных головок П-600 (P-600) производства CRC Evans AW приведены в таблице 9.14.

Таблица 9.14 – Рекомендуемые режимы автоматической сварки заполняющих и облицовочного слоев шва с применением двухдуговых сварочных головок П-600 (P-600) производства CRC Evans AW

Параметры сварки	Наименование слоя шва		
	Первый заполняющий слой («горячий проход»)*	Заполняющие	Облицовочный
Процесс сварки	АПГ	ААДП	ААДП
Направление сварки	На спуск		
Диаметр проволоки, мм	1,0		
Род тока; полярность	короткая дуга (Short arc) постоянный; обратная	постоянный; обратная; непрерывный или импульсно-дуговой режим	постоянный; обратная; непрерывный или импульсно-дуговой режим
Скорость подачи проволоки, см/мин	1010±25%	1095±25%	765±25%* 995±25%**
Сила тока, А	250÷285	190÷205* 150-165**	130÷155* 125÷150**
Напряжение на дуге, В	23-25	20-25	22-25
Вылет электрода, мм	7÷9	12÷15	15÷17
Скорость сварки, см/мин	115÷140	35÷46	36÷52
Защитный газ	50% Ar+50% CO ₂	80-85% Ar + 15-20% CO ₂	
Расход газа, л/мин	36÷48	24÷29	24÷29
Угол наклона электрода (вперед), град.	4-7	0-7	0-7
Частота колебаний проволоки, мин ⁻¹	190-210	190** 160***	200** 180***
Амплитуда колебаний проволоки, мм	регулируется по ширине разделки		
* – сварка «горячего прохода» двухдуговым автоматом P-600 осуществляется с отключенной второй дугой; ** - в пространственном положении от 000 до 400 и от 1200 до 800 *** - в пространственном положении от 400 до 600 и от 800 до 600 Примечание – Параметры режимов сварки могут быть откорректированы при подготовке к квалификационным (аттестационным) испытаниям технологии сварки. При проведении квалификационных (аттестационных) испытаний технологии сварки все параметры режимов сварки должны быть зафиксированы в протоколах квалификации процедуры сварки и при положительных результатах производственной аттестации внесены в операционную технологическую карту сборки и сварки.			

9.3.4.10 Рекомендуемые режимы автоматической односторонней сварки проволокой сплошного сечения в среде защитных газов (способ ААДП) заполняющих и облицовочного слоев шва с применением двухдуговых сварочных головок П-700 (P-700) производства CRC Evans AW приведены в таблице 9.15.

9.3.4.11 Технологические операции устранения видимых дефектов в процессе сварки, выполнения подварочного слоя шва, поддержания межслойной температуры, обработки и взаимного расположения замков шва следует выполнять в соответствии с 9.2.

Таблица 9.15 – Рекомендуемые режимы автоматической сварки заполняющих и облицовочного слоев шва с применением двухдуговых сварочных головок П-700 (P-700) производства CRC Evans AW

Параметры	Наименование слоя шва		
	1-ый заполняющий слой («горячий проход»)*	Заполняющие	Облицовочный
Процесс сварки	ААДП		
Направление сварки	На спуск		
Диаметр проволоки, мм	1,2		
Скорость подачи проволоки, см/мин	914-1040 ±5%	711-1206 ±5%	508-762 ±5%
Сила тока, А	270-340	240- 310	135-190
Род тока; полярность	постоянный; обратная		
Установка сварочного процесса на источнике питания	Короткая дуга (Short arc)	Пульсирующая дуга (Pulse arc)	Пульсирующая дуга (Pulse arc)
Напряжение на дуге, В	22 – 26	18 – 26	17 – 24
Вылет электрода, мм	10 - 15	17 - 25	17 - 25
Скорость сварки, см/мин	115-147 ±5%	41-74 ±5%	38-76 ±5%
Защитный газ	80-85% Ar + 15-20% CO ₂		
Расход газа, л/мин	33– 52		
Угол наклона электрода (вперед), град.	0-7		
Частота колебаний проволоки, мин ⁻¹	200-220	160-210	150-200
Амплитуда колебаний проволоки, мм	регулируется по ширине разделки		
* – сварка «горячего прохода» двухдуговым автоматом P-700 осуществляется с отключенной второй дугой; Примечание – Параметры режимов сварки могут быть откорректированы при подготовке к квалификационным (аттестационным) испытаниям технологии сварки. При проведении квалификационных (аттестационных) испытаний технологии сварки все параметры режимов сварки должны быть зафиксированы в протоколах квалификации процедуры сварки и при положительных результатах производственной аттестации внесены в операционную технологическую карту сборки и сварки.			

9.3.4.12 Форма и геометрические параметры сварного шва, выполненного автоматической односторонней сваркой проволокой сплошного сечения в защитных газах, представлены на рисунке 9.8.

9.3.4.13 При многопроходной (валиковой) сварке облицовочного шва, в том числе двухдуговыми сварочными головками максимальное значение величины перекрытия кромок разделки может отличаться от требований

рисунка 9.8. В данном случае ширина облицовочного шва назначается применительно к конкретным толщинам стенки и параметрам разделки кромок, уточняется при производственной аттестации технологии сварки и указывается в операционно-технологических карте сборки и сварки.

9.3.4.14 Выбор сварочных материалов для автоматической односторонней сварки проволокой сплошного сечения в защитных газах следует осуществлять в соответствии с положениями раздела 5.1 и Приложения В. Наименование и характеристики применяемого сварочного оборудования представлены в Приложении В.

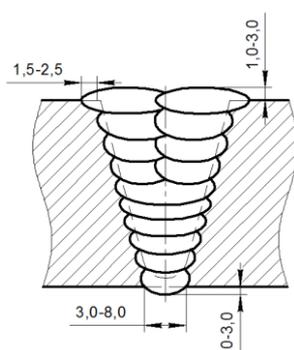


Рисунок 9.8 - Форма и геометрические параметры сварного шва, выполненного автоматической односторонней сваркой проволокой сплошного сечения в защитных газах

9.3.5 Требования к технологии автоматической односторонней сварки порошковой проволокой в среде защитных газов заполняющих и облицовочных слоев шва

9.3.5.1 Технология автоматической односторонней сварки порошковой проволокой в среде защитных газов (способ АПИ) может быть применена для выполнения заполняющих и облицовочных слоев шва кольцевых стыковых сварных соединений труб диаметром от 426 до 1420 мм включительно с толщиной стенки от 11,0 до 38,0 мм включительно.

9.3.5.2 В состав сборочно-сварочной колонны автоматической односторонней сварки порошковой проволокой в среде защитных газов должны входить:

- звено подготовки кромок труб, оснащенное специализированным

станком (один или два на сборочно-сварочную колонну) с гидро- или электроприводом, на базе грузоподъемной гусеничной техники (при необходимости);

- звено предварительного и межслойного подогрева;
- несколько звеньев автоматической сварки последующих наружных слоев шва, включая горячий проход, заполняющие и облицовочный слой шва;
- передвижная или самоходная мастерская для наладки, ремонта оборудования и хранения запасных частей сборочно-сварочной колонны;
- один или несколько технических специалистов, обученных и уполномоченных производителем оборудования на проведение технического сопровождения.

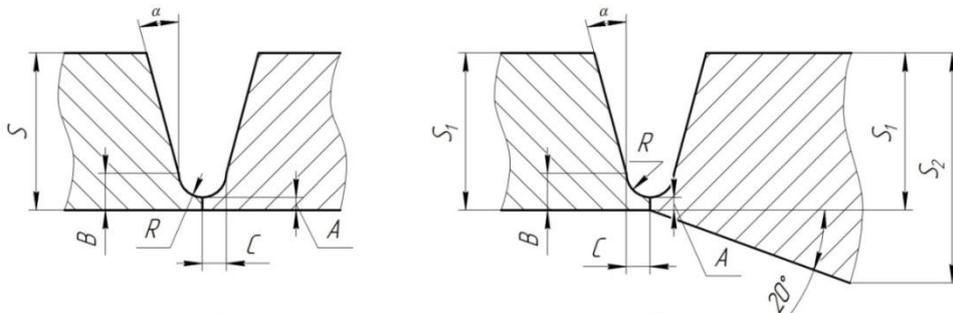
9.3.5.3 Операции подготовки к сборке и сварке, сборки, предварительного и сопутствующего подогрева должны быть выполнены с учетом требований 9.2.

9.3.5.4 Геометрические параметры разделки кромок и сборки неповоротных кольцевых соединений труб для автоматической сварки порошковой проволокой в среде защитных газов должны соответствовать рисунку 9.9 при сварке корневого слоя шва автоматической сваркой, рисунку 4.1 при сварке корневого слоя шва ручной дуговой или механизированной сваркой и могут быть откорректированы в зависимости от технологии, применяемой для сварки корневого слоя шва, а также при подготовке и в процессе квалификационных испытаний и производственной аттестации (совмещенных испытаний) технологий сварки.

9.3.5.5 Количество заполняющих слоев шва определяется толщиной стенки свариваемых труб и отражается в технологической карте.

9.3.5.6 При толщине стенки трубы менее 24,0 мм каждый слой шва выполняется за один проход. Для труб с толщиной стенки 24,0 мм облицовочный слой шва выполняется в два валика. Для труб с толщиной стенки более 24,0 мм заполняющие слои начиная с шестого, следует выполнять в два валика. При неравномерности высоты заполняющих слоев в верхней

части периметра трубы, ориентировочно в положении $10^{00}..12^{00}$ часов и $0^{00}..2^{00}$ часа, перед выполнением облицовочного слоя шва допускается выполнять корректирующий слой с целью выравнивания общего уровня заполнения разделки.



а) соединение труб одной номинальной толщины стенки

б) соединение разнотолщинных труб с отношением номинальных толщин стенки труб (S_1/S_2) не более 1,5

Обозначение параметра	α , град.	R, мм	A, мм	B, мм	C, мм
Значение параметра	$12 \pm 3,0$	$3,2 \pm 0,15$	$1,7 \pm 0,15$	$4,9 \pm 0,15$	$3,2 \pm 0,15$

Рисунок 9.9 – Геометрические параметры разделки кромок и сборки соединений труб для автоматической односторонней сварки порошковой проволокой в среде защитных газов

9.3.5.7 Сварка всех слоев кольцевого шва производится одновременно двумя сварочными головками, при этом каждой сварочной головкой выполняется сварка одного из полупериметров трубы (относительно вертикальной оси). Сварку второй головкой рекомендуется начинать после завершения сварки первой головкой участка периметра сварного соединения, длина которого достаточна для одновременной работы сварочных головок.

9.3.5.8 Рекомендуемые режимы автоматической сварки в защитных газах с применением головок М-300С производства CRC Evans AW и М-400 «Восток» производства ООО «Нефтекамский завод трубопроводного оборудования» порошковой проволокой диаметром 1,2 мм в специальную зауженную разделку кромок приведены в таблице 9.16, порошковой проволокой диаметром 1,32 мм приведены в таблице 9.17.

Таблица 9.16 – Рекомендуемые параметры режимов автоматической сварки порошковой проволокой диаметром 1,2 мм заполняющих и облицовочного слоев шва в специальную зауженную разделку кромок с применением головок М-300С производства CRC Evans AW и М-400 «Восток» производства ООО «Нефтекамский завод трубопроводного оборудования»

Параметры	Наименование слоя шва		
	Первый заполняющий («горячий проход»)	Последующие заполняющие	Облицовочный
Способ сварки	АПИ		
Направление сварки	На подъем		
Диаметр проволоки, мм	1,2		
Род тока, полярность	Постоянный, обратная		
Скорость подачи проволоки, дюйм/мин (см/мин)	270 – 280 (685 – 711)	270 – 280 (685 – 711)	270 – 280 (685 – 711)
Сила тока, А	210 - 230	210 - 230	210 - 230
Напряжение на дуге, В	21 - 23		
Вылет электрода, мм	7 - 10		
Скорость сварки, дюйм/мин (см/мин)	6.0 – 8.0 (15,2 – 20,5)	6.0 – 8.0 (15,2 – 20,5)	6.0 – 8.0 (15,2 – 20,5)
Расход газа, л/мин	36 - 43		
Угол наклона электрода (вперед)	0° - 7°		
Частота колебаний электрода, мин ⁻¹	90 - 110	90 - 110	90 - 110
Время задержки на кромке, мсек	100 - 200	100 - 200	100 - 200
Амплитуда колебаний	Регулируется по ширине разделки		
Защитный газ	82 % Ar + 18 % CO ₂ *		
<p>Примечание - Параметры режимов сварки могут быть откорректированы при подготовке к квалификационным (аттестационным) испытаниям технологии сварки. При проведении квалификационных (аттестационных) испытаний технологии сварки все параметры режимов сварки должны быть зафиксированы в протоколах квалификации процедуры сварки и при положительных результатах производственной аттестации внесены в операционную технологическую карту сборки и сварки.</p> <p>* - допускается замена смеси защитного газа, на смесь в процентном соотношении 75%Ar + 25% CO₂ или 80%Ar + 20% CO₂</p>			

9.3.5.9 Рекомендуемые режимы автоматической односторонней сварки порошковой проволокой в защитных газах заполняющих и облицовочного слоев шва с применением головок Veraweld Torch System S производства Vermaat Technics b.v. неповоротных кольцевых соединений труб в специальную зауженную разделку кромок приведены в таблице 9.18.

9.3.5.10 Рекомендуемые режимы автоматической односторонней сварки порошковой проволокой в защитных газах заполняющих и облицовочного слоев шва в нормативную (заводскую) разделку кромок с применением головок Veraweld Torch System S производства Vermaat Technics b.v. неповоротных кольцевых соединений труб приведены в таблице 9.19.

Таблица 9.17 – Рекомендуемые параметры режимов автоматической сварки порошковой проволокой диаметром 1,32 мм заполняющих и облицовочного слоев шва в специальную заууженную разделку кромок с применением головок М-300С производства CRC Evans AW и М-400 «Восток» производства ООО «Нефтекамский завод трубопроводного оборудования»

Параметры	Наименование слоя шва		
	1-ый заполняющий («горячий проход»)	Последующие заполняющие	Облицовочный
Способ сварки	АПИ		
Направление сварки	На подъем		
Диаметр проволоки, мм	1,32		
Род тока, полярность	Постоянный, обратная		
Скорость подачи проволоки, см/мин (дюйм/мин)	210 – 220 (533 – 559)	210 – 220 (533 – 559)	210 – 220 (533 – 559)
Сила тока, А	220 - 240	220 - 240	220 - 240
Напряжение на дуге, В	21 - 23		
Вылет электрода, мм	7 - 10		
Скорость сварки, см/мин (дюйм/мин)	6.0 – 8.0 (15,2 – 20,5)	6.0 – 8.0 (15,2 – 20,5)	6.0 – 8.0 (15,2 – 20,5)
Расход газа, л/мин	36 - 43		
Угол наклона электрода (вперед)	0°-7°		
Частота колебаний электрода, мин ⁻¹	90 - 110	90 - 110	90 - 110
Время задержки на кромке, мсек	100 - 200	100 - 200	100 - 200
Амплитуда колебаний	Регулируется по ширине разделки		
Защитный газ	82 % Ar + 18 % CO ₂ *		
<p>Примечание - Параметры режимов сварки могут быть откорректированы при подготовке к квалификационным (аттестационным) испытаниям технологии сварки. При проведении квалификационных (аттестационных) испытаний технологии сварки все параметры режимов сварки должны быть зафиксированы в протоколах квалификации процедуры сварки и при положительных результатах производственной аттестации внесены в операционную технологическую карту сборки и сварки.</p> <p>* - допускается замена смеси защитного газа, на смесь в процентном соотношении 75%Ar + 25% CO₂ или 80%Ar + 20% CO₂</p>			

Таблица 9.18 – Рекомендуемые параметры режимов автоматической односторонней сварки заполняющих и облицовочного слоев шва труб в специальную заууженную разделку кромок с применением головок Veraweld Torch System S производства Vermaat Technics b.v.

Наименование параметра	Наименование слоя шва		
	Первый заполняющий слой («горячий проход»)	Последующие заполняющие	Облицовочный
Способ сварки	АПИ		
Направление сварки	На подъем		
Диаметр проволоки, мм	1,2		
Род тока, полярность	Постоянный, обратная		
Скорость подачи проволоки, м/мин	7÷8,5	8÷9	8÷9
Сила тока, А	180÷235	190÷260	175÷215
Напряжение на дуге, В	20,5÷22,5	19,4÷24,4	21,2÷24,7
Вылет электрода, мм	Устанавливается автоматически		
Скорость сварки, см/мин	26÷28	17÷31	30÷36
Защитный газ	80% Ar + 20% CO ₂ *		
Расход газа, л/мин	31÷40		
Угол наклона электродной проволоки (вперёд), град.	0÷7		

Таблица 9.18 (окончание)

Наименование параметра	Наименование слоя шва		
	Первый заполняющий слой («горячий проход»)	Последующие заполняющие	Облицовочный
Частота колебаний электродной проволоки, мин ⁻¹	100÷450		
Задержка на кромках, с	0÷0,25		
Ширина колебаний, мм	Устанавливается по ширине разделки		
Примечание – Параметры режимов сварки могут быть откорректированы при подготовке к квалификационным (аттестационным) испытаниям технологии сварки. При проведении квалификационных (аттестационных) испытаний технологии сварки все параметры режимов сварки должны быть зафиксированы в протоколах квалификации процедуры сварки и при положительных результатах производственной аттестации внесены в операционную технологическую карту сборки и сварки. * - допускается замена смеси защитного газа на смесь в процентном соотношении 82% Ar + 18% CO ₂			

Таблица 9.19 – Рекомендуемые параметры режимов автоматической односторонней сварки заполняющих и облицовочного слоев шва в нормативную (заводскую) разделку кромок с применением головок Veraweld Torch System S производства Vermaat Technics b.v.

Наименование параметра	Наименование слоя шва		
	1-ый заполняющий (горячий проход)	Последующие заполняющие	Облицовочный
Способ сварки	АПИ		
Направление сварки	На подъем		
Диаметр проволоки, мм	1,2		
Род тока, полярность	Постоянный, обратная		
Скорость подачи проволоки, м/мин	7÷8,5	8÷11	8÷12
Сила тока, А	180÷235	180÷260	175÷215
Напряжение на дуге, В	20,5÷22,5	19,4÷24,4	20,2÷24,7
Вылет электрода, мм	Устанавливается автоматически		
Скорость сварки, см/мин	18÷28	17÷31	15÷36
Защитный газ	80% Ar + 20% CO ₂ *		
Расход газа, л/мин	28÷40		
Угол наклона электродной проволоки (вперёд), град.	0÷7		
Частота колебаний электродной проволоки, мин ⁻¹	100÷450		
Задержка на кромках, с	0÷0,35		
Ширина колебаний, мм	Устанавливается по ширине разделки		
* - допускается замена смеси защитного газа на смесь в процентном соотношении 82% Ar + 18% CO ₂ Примечание – Параметры режимов сварки могут быть откорректированы при подготовке к квалификационным (аттестационным) испытаниям технологии сварки. При проведении квалификационных (аттестационных) испытаний технологии сварки все параметры режимов сварки должны быть зафиксированы в протоколах квалификации процедуры сварки и при положительных результатах производственной аттестации внесены в операционную технологическую карту сборки и сварки.			

9.3.5.11 Рекомендуемые режимы автоматической сварки в защитных газах с применением головок M-300C производства CRC Evans AW и M-400 «Восток» производства ООО «Нефтекамский завод трубопроводного оборудования» в нормативную (заводскую) разделку кромок труб приведены в

таблице 9.20.

Таблица 9.20 – Рекомендуемые режимы автоматической сварки горячего прохода, заполняющих и облицовочного слоев шва порошковой проволокой в среде инертных газов и смесях в нормативную (заводскую) разделку кромок труб с применением головок М-400 «Восток» и М300-С

Параметры	Наименование слоя шва		
	1-ый заполняющий слой «горячий проход»	последующие заполняющие	облицовочный
Способ сварки	АПИ		
Направление сварки	на спуск	на подъем	на подъем
Скорость сварки, м/ч (дюйм/мин)	27±3 (18±2)	5,3-16,8 (3,5-11)	6,0-13,7 (4,0-9)
Скорость подачи электродной проволоки диаметром 1,3 мм, м/мин. (дюйм/мин)	5,1-5,6 (200-220)	5,8-6,6 (230-260)	4,5-5,3 (180-210)
Скорость подачи электродной проволоки диаметром 1,2 мм, м/мин. (дюйм/мин)	6,0-7,1 (240-280)	7,1-8,3 (280-330)	6,0-7,1 (240-280)
Вылет электродной проволоки, мм	8-12	8-12	8-15
Сила тока, А	190-220	220-250	190-215
Тип и полярность тока	постоянный; обратная		
Напряжение на дуге, В	20,5-22,5	21-23	20-22
Защитный газ	75-82% Ar + 18-25% CO ₂		
Расход защитного газа, куб. фут/час (л/мин.)	75-90 (36-43)		
Частота колебаний электродной проволоки, бит/мин	130-160	80-110	90-120
Амплитуда колебаний электродной проволоки, мм	Устанавливается по ширине разделки		
Время задержки электродной проволоки на кромках, с	0	0-0,6	0-0,6
Угол наклона электрода (вперед)	от 0 ° до 7 °		
Угол наклона электродной проволоки (боковой)*	от 0 ° до 10 °		
* - Боковой угол наклона электрода устанавливается в сторону верхней (возвышающейся) кромки при производстве сварочных работ на участках газопровода с уклонами до 15 °.			
Примечание – Параметры режимов сварки могут быть откорректированы при подготовке к производственной аттестации технологии сварки. При проведении производственной аттестации технологии сварки все параметры режимов сварки должны быть зафиксированы и при положительных результатах производственной аттестации внесены в операционную технологическую карту сборки и сварки.			

9.3.5.12 Рекомендуемые режимы автоматической односторонней сварки порошковой проволокой в защитных газах заполняющих и облицовочного слоев шва в специальную (зауженную) разделку кромок с применением головок АСТ-1 производства НПП «Технотрон», ООО неповоротных кольцевых соединений труб приведены в таблице 9.21, в нормативную (заводскую) разделку кромок в таблице 9.22.

Таблица 9.21 – Рекомендуемые параметры режимов автоматической односторонней сварки заполняющих и облицовочного слоев шва в специальную (зауженную) разделку кромок с применением головок АСТ-1 производства НПП «Технотрон», ООО

Параметры сварки	Наименование слоя шва		
	Первый заполняющий слой («горячий проход»)	Заполняющие	Облицовочный
Процесс сварки	АПИ		
Направление сварки	На подъем		
Диаметр проволоки, мм	1,14 (1,2)		
Защитный газ	75-82% Ar + 18-25% CO ₂		
Расход газа, л/мин	25-30		
Род тока, полярность	постоянный; обратная		
Сила тока, А (базовый/пиковый)	190-220	230-260	190-220
Напряжение, В	21-23	22-25	21-24
Скорость подачи проволоки, мм/сек	120 -130	150-160	120-130
Скорость сварки, мм/сек	4,0-5,0	4,0-5,0	4,0-5,0
Вылет электрода, мм	4,0-8,0	4,0-8,0	4,0-8,0
Скорость колебаний, мм/сек	30	30	30
Амплитуда колебаний электрода, мм	по ширине разделки кромок		
Время задержки электрода на кромках, сек	0,1-0,2	0,1-0,2	0,1-0,2
Угол наклона электродной проволоки (вперёд), °	0-5	0-5	0-5
Примечание – Параметры режимов сварки могут быть откорректированы при подготовке к квалификационным (аттестационным) испытаниям технологии сварки. При проведении квалификационных (аттестационных) испытаний технологии сварки все параметры режимов сварки должны быть зафиксированы в протоколах квалификации процедуры сварки и при положительных результатах производственной аттестации внесены в операционную технологическую карту сборки и сварки.			

Таблица 9.22 – Рекомендуемые параметры режимов автоматической односторонней сварки заполняющих и облицовочного слоев шва в нормативную (заводскую) разделку кромок труб с применением головок АСТ-1 производства НПП «Технотрон», ООО

Параметры	Наименование слоя шва		
	1-ый заполняющий слой (горячий проход)	последующие заполняющие	облицовочный
Способ сварки	АПИ		
Направление сварки	на подъем / на спуск	на подъем	на подъем
Диаметр электродной проволоки, мм	1,2	1,2	1,2
Скорость сварки, мм/сек	3,8 / 5,6	3,8	3,0
Скорость подачи электродной проволоки, мм/сек	120	120	110
Вылет электродной проволоки, мм	8-12	8-12	8-12
Тип и полярность тока	постоянный; обратная		
Сила тока, А	220	230	210
Напряжение на дуге, В	22	23	21
Защитный газ	80% Ar + 20% CO ₂ *		

Таблица 9.22 (окончание)

Параметры	Наименование слоя шва		
	1-ый заполняющий слой (горячий проход)	последующие заполняющие	облицовочный
Расход газа, л/мин.	25-35	30-35	30-35
Скорость колебаний электродной проволоки, мм/сек	30	30	30
Амплитуда колебаний электродной проволоки, мм	Устанавливается по ширине разделки		
Время задержки электродной проволоки на кромках, с	0,2	0,2	0,25
Угол наклона электрода (вперед), град	0 - 5		
* - допускается замена смеси защитного газа на смесь в процентном соотношении 82% Ar + 18% CO ₂			
Примечание – Параметры режимов сварки могут быть откорректированы при подготовке к производственной аттестации технологии сварки. При проведении производственной аттестации технологии сварки все параметры режимов сварки должны быть зафиксированы и при положительных результатах производственной аттестации внесены в операционную технологическую карту сборки и сварки.			

9.3.5.13 Рекомендуемые режимы автоматической односторонней сварки порошковой проволокой в защитных газах заполняющих и облицовочного слоев шва в нормативную (заводскую) разделку кромок с применением головок Восход производства ЗАО «НПФ «ИТС» неповоротных кольцевых соединений труб приведены в таблице 9.23.

Таблица 9.23 – Рекомендуемые параметры режимов автоматической односторонней сварки заполняющих и облицовочного слоев шва в нормативную (заводскую) разделку кромок с применением головок Восход производства ЗАО «НПФ «ИТС»

Параметры	Наименование слоя			
	Первый заполняющий слой («горячий проход»)	1-2 заполняющие	Последующие заполняющие	Облицовочный
Способ сварки	АПИ			
Направление сварки*	На спуск или на подъём	На подъём	На подъём	На подъём
Диаметр проволоки, мм	1,2	1,2	1,2	1,2
Скорость сварки, см/мин*	51-59	23-25	19-21	17-19
Скорость подачи сварочной проволоки, см/мин.*	700-750	600-640	700-900	550-620
Частота колебаний электрода, ед/см.*	8-10	7-10	6-10	6-10
Амплитуда колебаний электрода*	По ширине разделки		До 2/3 ширины разделки**	
Время задержки электрода на кромках, сек*	0	0,1-0,15	0,05-0,2	0,07-0,12***
Род тока, полярность	= (+)	= (+)	= (+)	= (+)
Разделка кромок	Нормативная (заводская)			
Сила тока, А	220-250	200-230	220-280	180-210
Напряжение на дуге, В	20-23,5	20,5-23	21-25	21,5-24
Вылет электродной проволоки, мм	7-12	10-15		

Таблица 9.23 (окончание)

Параметры	Наименование слоя			
	Первый за- полняющий слой («горячий проход»)	1-2 заполняющи е	Последующие заполняющие	Облицовочный
Угол наклона электрода (вперед), град	3-7			
Защитный газ	75-82% Ar + 18-25% CO ₂			
Расход газа, л/мин.	25-40	20-40	20-40	
* – загрузка режимов сварки в главный блок управления «Восход» через программатор; ** - амплитуда колебаний электрода устанавливается от стенки до стенки разделки при ее ширине до 14 мм. При ширине разделки свыше 14 мм, применяется раскладка валиков, при этом ширина каждого валика не должна превышать 14 мм. *** - в зависимости от степени заполнения разделки последним заполняющим слоем. П р и м е ч а н и я – Параметры режимов сварки могут быть откорректированы при подготовке к квалификационным (аттестационным) испытаниям технологии сварки. При проведении квалификационных (аттестационных) испытаний технологии сварки все параметры режимов сварки должны быть зафиксированы в протоколах квалификации процедуры сварки и при положительных результатах производственной аттестации внесены в операционную технологическую карту сборки и сварки.				

9.3.5.14Рекомендуемые режимы автоматической односторонней сварки порошковой проволокой в защитных газах заполняющих и облицовочного слоев шва в нормативную (заводскую) разделку кромок с применением головок Протеус производства ЗАО «НПФ «ИТС» неповоротных кольцевых соединений труб приведены в таблице 9.24.

Таблица 9.24 – Рекомендуемые параметры режимов автоматической односторонней сварки заполняющих и облицовочного слоев шва в нормативную (заводскую) разделку кромок с применением головок Протеус производства ЗАО «НПФ «ИТС»

Параметры	Наименование слоя шва		
	Горячий проход	заполняющие	облицовочные
Диаметр проволоки, мм	1,2		
Направление сварки	на спуск/на подъем	на подъем	на подъем
Скорость подачи проволоки, см/мин	600–660	520–640	490–600
Род тока, полярность	постоянный; обратная		
Сила тока, А	200–250	180–240	170–220
Напряжение на дуге, В	22,0–25,0	22,0–24,0	22,0–23,5
Вылет проволоки, мм	7–12	10–15	10–15
Скорость сварки, см/мин.	30–45	25–35	25–35
Частота колебаний электрода, ед/см.	3–5	3–5	3–5
Амплитуда колебаний электрода, мм*	устанавливается по ширине разделки		
Время задержки электрода на кромке, сек	0	0,1–0,2	0–0,2
Угол наклона электрода (вперед)	от 0 ° до 7 °		
Расход газа, л/мин.	20–40	20–40	20–40
* Установка амплитуды колебаний в программаторе производится в условных единицах, при этом каждые 10 условных единиц при вылете проволоки 10 мм приблизительно соответствуют размаху колебаний 1,0 мм. П р и м е ч а н и е – Параметры режимов сварки могут быть откорректированы при подготовке к квалификационным (аттестационным) испытаниям технологии сварки. При проведении квалификационных (аттестационных) испытаний технологии сварки все параметры режимов сварки должны быть зафиксированы в протоколах квалификации процедуры сварки и при положительных результатах производственной аттестации внесены в операционную технологическую карту сборки и сварки.			

9.3.5.15 Рекомендуемые режимы автоматической односторонней сварки порошковой проволокой в защитных газах заполняющих и облицовочного слоев шва в нормативную (заводскую) разделку кромок с применением головок Полисвар производства ЗАО «Уралтермосвар» неповоротных кольцевых соединений труб приведены в таблице 9.25.

Таблица 9.25 – Рекомендуемые параметры режимов автоматической односторонней сварки заполняющих и облицовочного слоев шва в нормативную (заводскую) разделку кромок с применением головок Полисвар производства ЗАО «Уралтермосвар»

Параметры	Наименование слоя шва		
	1-ый заполняющий (горячий проход)	Последующие заполняющие	Облицовочный
Диаметр проволоки, мм	1,2		
Направление сварки	на спуск или на подъем	на подъем	на подъем
Скорость сварки, м/мин	0,3 - 0,4	0,2 - 0,4	0,2 - 0,4
Скорость подачи проволоки, м/мин	6,0 - 7,0	6,0 - 15,0	6,0 - 12,0
Вылет электрода, мм	15 - 18	15 - 18	15 - 18
Сила тока, А	210 - 250	280 - 300	190 - 210
Напряжение на дуге, В	22 - 24	23 - 28	23 - 28
Защитный газ	75% Ar+25% CO ₂		
Расход защитного газа, л/мин	20 - 40	20 - 40	20 - 40
Частота колебаний электрода, 1/см	3-5	3-5	3-5
Амплитуда колебаний электрода, мм	по ширине разделки		
Время задержки электрода на кромках, с	0 - 0,2	0 - 0,2	0 - 0,2
Угол наклона электрода (вперед), град.	0 - 5	0 - 5	0 - 5
Примечание – Параметры режимов сварки могут быть откорректированы при подготовке к квалификационным (аттестационным) испытаниям технологии сварки. При проведении квалификационных (аттестационных) испытаний технологии сварки все параметры режимов сварки должны быть зафиксированы в протоколах квалификации процедуры сварки и при положительных результатах производственной аттестации внесены в операционную технологическую карту сборки и сварки.			

9.3.5.16 Технологические операции по поддержанию межслойной температуры, обработки и взаимного расположения замков шва следует выполнять в соответствии с 9.2.

9.3.5.17 Выбор сварочных материалов для автоматической односторонней сварки порошковой проволокой в защитных газах неповоротных кольцевых соединений труб следует осуществлять в соответствии с положениями раздела 5.1 и Приложения В. Наименование и характеристики применяемого сварочного оборудования представлены в Приложении В.

9.3.6 Требования к технологии автоматической односторонней сварки самозащитной порошковой корневого слоя шва

9.3.6.1 Технология автоматической односторонней сварки самозащитной порошковой проволокой (способ АПС) может быть применена для выполнения корневого слоя шва кольцевых стыковых сварных соединений труб диаметром свыше 530 до 1420 мм включительно с толщиной стенки от 5,0 до 38,0 мм включительно.

9.3.6.2 Операции подготовки к сборке и сварке, сборки, предварительного и сопутствующего подогрева должны быть выполнены с учетом требований 9.2.

9.3.6.3 Геометрические параметры разделки кромок и сборки неповоротных кольцевых соединений труб для автоматической сварки самозащитной порошковой проволокой приведены на рисунке 4.1 и могут быть откорректированы при подготовке и в процессе квалификационных испытаний и производственной аттестации (совмещенных испытаний) технологий сварки.

9.3.6.4 Сварка корневого слоя шва производится одновременно двумя сварочными головками, при этом каждой сварочной головкой выполняется сварка одного из полупериметров трубы (относительно вертикальной оси). Сварку второй головкой рекомендуется начинать после завершения сварки первой головкой участка периметра сварного соединения, длина которого достаточна для одновременной работы сварочных головок.

9.3.6.5 Освобождение жимков внутреннего центриатора, его перемещение на очередную позицию сборки, а также укладку трубы на инвентарную опору следует осуществлять согласно 8.3.5.

9.3.6.6 Межслойная температура при сварке самозащитной порошковой проволокой должна находиться в пределах 50-200° С.

9.3.6.7 Начальный и конечный участок корневого слоя шва, выполненного первой сварочной головкой, следует обработать механическим способом шлифмашинкой для обеспечения плавного перехода при сварке корневого слоя шва второй сварочной головкой.

9.3.6.8 После выполнения корневого слоя шва его необходимо зачистить механическим способом шлифмашинками с набором абразивных кругов и дисковых проволочных щеток.

9.3.6.9 При наличии видимых дефектов корневого слоя шва типа пор, непроваров и др., необходимо выполнить подварку дефектных участков ручной дуговой сваркой электродами с основным видом покрытия согласно требованиям 9.5.

9.3.6.10 Операции по подварке изнутри корневого слоя шва следует рассматривать как составную часть технологического процесса и предусматривать при составлении операционных технологических карт сборки и сварки.

9.3.6.11 Участки корневого слоя шва с усилением, превышающим регламентируемые значения, следует обработать механическим способом шлифмашинкой. Эти операции следует предусматривать при составлении операционно-технологических карт сборки и сварки и рассматривать как составную часть технологического процесса сварки.

9.3.6.12 Рекомендуемые режимы автоматической сварки сварки самозащитной порошковой проволокой корневого слоя шва с применением головок АСТ-1 представлены в таблице 9.26.

Таблица 9.26 - Рекомендуемые режимы сварки корневого слоя шва самозащитной порошковой проволокой с применением головок АСТ-1 производства НПП «Технотрон», ООО

Наименование параметра	Значение
Скорость сварки, мм/сек	
- положение 0 – 2 час.	3,0
- положение 2 – 4 час.	3,4
- положение 4 – 5 час.	2,8
- положение 5 – 6 час.	2,0
Скорость подачи проволоки, мм/сек	
- положение 0 – 5 час.	45
- положение 5 – 6 час.	36
Вылет электрода, мм	12-19
Диаметр проволоки, мм	1,4
Сила тока, А	180-200
Напряжение на дуге, В	18-19
Скорость колебаний электрода, мм/сек	26
Амплитуда колебаний электрода, мм	по ширине разделки

Таблица 9.26 (окончание)

Наименование параметра	Значение
Время задержки электрода на кромках, сек - положение 0 – 5 час. - положение 5 – 6 час.	0,2 0,6
Угол наклона электрода, град. - положение 0 – 3 час. - положение 3 – 5 час. - положение 5 – 6 час.	10 (назад) 0 10 (вперёд)
<p>Примечание – Параметры режимов сварки могут быть откорректированы при подготовке к квалификационным (аттестационным) испытаниям технологии сварки. При проведении квалификационных (аттестационных) испытаний технологии сварки все параметры режимов сварки должны быть зафиксированы в протоколах квалификации процедуры сварки и при положительных результатах производственной аттестации внесены в операционную технологическую карту сборки и сварки.</p>	

9.3.6.13 Технологические операции устранения видимых дефектов в процессе сварки, выполнения подварочного слоя шва, обработки и взаимного расположения замков шва следует выполнять в соответствии с 9.2.

9.3.7 Требования к технологии автоматической односторонней сварки самозащитной порошковой проволокой заполняющих и облицовочных слоев шва

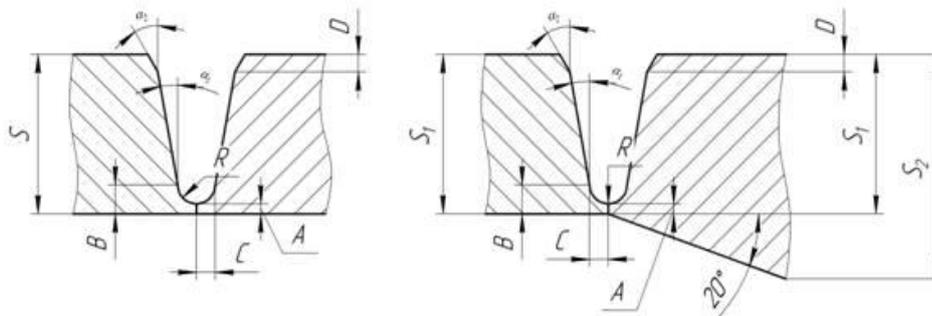
9.3.7.1 Технология автоматической односторонней сварки самозащитной порошковой проволокой (способ АПС) может быть применена для выполнения заполняющих и облицовочных слоев шва кольцевых стыковых сварных соединений труб диаметром свыше 530 до 1420 мм включительно с толщиной стенки от 12,0 до 27,0 мм включительно.

9.3.7.2 Операции по сопутствующему подогреву должны быть выполнены с учетом требований п. 9.2.

9.3.7.3 Геометрические параметры разделки кромок и сборки неповоротных кольцевых соединений труб для автоматической сварки самозащитной порошковой проволокой приведены в 9.3.3.3, 9.3.6.3 при сварке корневого слоя шва автоматической сваркой, на рисунке 4.1 при сварке корневого слоя шва ручной дуговой или механизированной сваркой и могут быть откорректированы в зависимости от технологии, применяемой для сварки корневого слоя шва, а также при подготовке и в процессе квалификационных

испытаний и производственной аттестации (совмещенных испытаний) технологий сварки.

9.3.7.4 Количество заполняющих слоев шва определяется толщиной стенки свариваемых труб и отражается в технологической карте.



а) соединение труб одной номинальной толщины стенки б) соединение разнотолщинных труб с отношением номинальных толщин стенки труб ($S1/S$) не более 1,5

Обозначение параметра	$\alpha 1$, град.	$\alpha 2$, град	A, мм	B, мм	C, мм	D, мм	R, мм
Значение параметра	$10 \pm 0,5$	$30 \pm 0,5$	$1,7 \pm 0,15$	$4,9 \pm 0,15$	$3,2 \pm 0,15$	$3,0 \pm 0,15$	$3,2 \pm 0,15$

Рисунок 9.10 – Геометрические параметры разделки кромок и сборки соединений труб для автоматической односторонней сварки самозащитной порошковой проволокой

9.3.7.5 При толщине стенки трубы менее 24,0 мм каждый заполняющий слой шва выполняется за один проход, облицовочный слой – в два прохода (валика). При толщине стенки трубы 24,0 мм и более рекомендуется последние два заполняющих слоя и облицовочный слой шва выполнять в два прохода (валика).

9.3.7.6 Сварка заполняющих и облицовочного слоев кольцевого шва производится одновременно двумя сварочными головками, при этом каждой сварочной головкой выполняется сварка одного из полупериметров трубы (относительно вертикальной оси). Сварку второй головкой рекомендуется начинать после завершения сварки первой головкой участка периметра сварного соединения, длина которого достаточна для одновременной работы сварочных головок.

9.3.7.7 Межслойная температура при сварке самозащитной порошковой

проволокой должна находиться в пределах 50-200° С.

9.3.7.8 Технологические операции обработки и взаимного расположения замков шва следует выполнять в соответствии с 9.2.

9.3.7.9 Рекомендуемые режимы автоматической сварки сварки самозащитной порошковой проволокой заполняющих и облицовочного слоев шва в специальную (зауженную) разделку кромок с применением головок М-400 «Восток» производства ООО «Нефтекамский завод трубопроводного оборудования» представлены в таблице 9.27.

9.3.7.10 Рекомендуемые режимы автоматической сварки самозащитной порошковой проволокой диаметром 1,7 мм и 2,0 мм заполняющих и облицовочного слоев шва в нормативную (заводскую) разделку кромок с применением головками АСТ-1 представлены в таблицах 9.28 и 9.29.

Таблица 9.27 – Режимы автоматической сварки самозащитной порошковой проволокой в специальную (зауженную) разделку кромок с применением головок М-400 «Восток» производства ООО «Нефтекамский завод трубопроводного оборудования»

Параметры	Наименование слоя шва			
	1-ый заполняющий («горячий проход»)	Последующие заполняющие	Корректирующий слой*	Облицовочный слой
Способ сварки	АПС			
Направление сварки	На спуск			
Диаметр проволоки, мм	2,0			
Род тока, полярность	Постоянный, прямая			
Скорость подачи проволоки, дюйм/мин (см/мин)	100 – 110 ¹⁾ (254 – 279,5)	95 – 105 ¹⁾ (241 – 267)	70 – 85 (178 – 216)	70 – 90 ¹⁾ (178 – 229)
	70 – 80 ²⁾ (190 – 203)	60 – 70 ²⁾ (152 – 178)		55 – 65 ²⁾ (140 – 165)
Сила тока, А	220 – 240	230 – 260	190 – 215	190 – 215
Напряжение на дуге, В	21 – 23			20 – 22
Вылет электрода, мм	10 – 15			
Скорость сварки, дюйм/мин (см/мин)	7.0 – 8.0 ¹⁾ (17,8 – 20,3)	6.0 – 8.0 ¹⁾ (15,2 – 20,3)	9.0 – 14.0 ³⁾ (22,8 – 35,6)	6.0 – 14.0 ⁴⁾ (17,8 – 35,6)
				8.0 – 14.0 ³⁾ (20,3 – 35,6)
	5,0 – 6,0 ²⁾ (12,7 – 15,2)	4,5 – 5,5 ²⁾ (11,4 – 14,0)		3.0 – 4.0 ²⁾ (7,6 – 10,2)
Угол наклона электрода (вперед)	0° – 7°			
Частота колебаний электрода, мин ⁻¹	90 – 110	90 – 100	90 – 110	80 – 120

Таблица 9.27 (окончание)

Параметры	Наименование слоя шва			
	1-ый заполняющий («горячий проход»)	Последующие заполняющие	Корректирующий слой*	Облицовочный слой
Время задержки электрода на кромке, мсек	20	20	20	120
Амплитуда колебаний	Регулируется по ширине разделки			
<p>Примечание - Параметры режимов сварки могут быть откорректированы при подготовке к квалификационным (аттестационным) испытаниям технологии сварки. При проведении квалификационных (аттестационных) испытаний технологии сварки все параметры режимов сварки должны быть зафиксированы в протоколах квалификации процедуры сварки и при положительных результатах производственной аттестации внесены в операционную технологическую карту сборки и сварки.</p> <p>На дисплее пульта головки М-400 «Восток» положение отображается в градусах. 0° соответствует положению 0⁰⁰ час. или 12⁰⁰ час. на периметре кольцевого стыкового соединения; 90° - 3⁰⁰ час. или 9⁰⁰ час. и 180° - 6⁰⁰ час. соответственно.</p> <p>1) – параметры режима сварки на участке с 0° до 145°; 2) – параметры режима сварки на участке со 145° до 180°; 3) – начало сварки на участке с 0° до 30° (в зависимости от местоположения корректирующего слоя) - скорость перемещения головки 9 дюйм/мин с плавно повышается к 90° до 14 дюйм/мин, после 90° плавное понижение до 9 дюйм/мин; 4) – стартовая скорость перемещения головки в 0° 6 дюйм/мин с плавным повышением к 90° до 14 дюйм/мин; 5) – скорость сварки с 90° до 145° плавно понижается с 14.0 дюйм/мин до 8.0 дюйм/мин.</p> <p>* - корректирующий слой применяется при недозаполнении последнего слоя перед облицовочным слоем шва на участке периметра трубы от 2 до 5 часов (и от 10 до 7 часов).</p>				

Таблица 9.28 – Рекомендуемые режимы автоматической сварки самозащитной порошковой проволокой диаметром 1,7 мм заполняющих и облицовочного слоев шва в нормативную (заводскую) разделку кромок с применением головками АСТ-1 производства НПП «Технотрон», ООО

Параметры	Наименование слоя шва			
	1-ый заполняющий («горячий проход»)	Последующие заполняющие	Корректирующий слой*	Облицовочный слой
Способ сварки	АПС			
Направление сварки	На спуск			
Диаметр проволоки, мм	1,7			
Род тока, полярность	Постоянный, прямая			
Скорость сварки, мм/сек				
-положение 0-2 час.	3,0	3,0	-	3,0
-положение 2-4 час.	3,4	3,4	3,4	3,4
-положение 4-5 час.	2,8	2,8	-	2,8
-положение 5-6 час.	2,0	2,0	-	2,0
Скорость подачи проволоки, дюйм/мин (см/мин)				
-положение 0 - 5 час.	45	51	45	45
-положение 5 – 6 час.	36	40	-	36
Сила тока, А	180-200	210-230	180-200	180-200
Напряжение на дуге, В	18-19	19-20	19-20	18-19
Вылет электрода, мм	12 - 19			
Скорость колебаний электрода, мм/сек	26	26	26	26
Амплитуда колебаний	Регулируется по ширине разделки			

Таблица 9.28 (окончание)

Параметры	Наименование слоя шва			
	1-ый заполняющий («горячий проход»)	Последующие заполняющие	Корректирующий слой*	Облицовочный слой
Время задержки электрода на кромке, сек				
-положение 0 - 5 час.	0,2	0,2	0,2	0,2
-положение 5 – 6 час.	0,6	0,6	-	0,6
Угол наклона электрода, град.				
-положение 0-3 час.	10 (назад)	10 (назад)	10 (назад)	10 (назад)
-положение 3-5 час.	0	0	0	0
-положение 5-6 час.	10 (вперед)	10 (вперед)	-	10 (вперед)
<p>Примечание - Параметры режимов сварки могут быть откорректированы при подготовке к квалификационным (аттестационным) испытаниям технологии сварки. При проведении квалификационных (аттестационных) испытаний технологии сварки все параметры режимов сварки должны быть зафиксированы в протоколах квалификации процедуры сварки и при положительных результатах производственной аттестации внесены в операционную технологическую карту сборки и сварки.</p> <p>* - корректирующий слой применяется при недозаполнении последнего слоя перед облицовочным слоем шва на участке периметра трубы от 2 до 4 часов (и от 10 до 8 часов).</p>				

9.3.7.11 Выбор сварочных материалов для автоматической односторонней сварки самозащитной порошковой проволокой неповоротных кольцевых соединений труб следует осуществлять в соответствии с положениями раздела 5 и Приложения В. Наименование и характеристики применяемого сварочного оборудования представлены в Приложении В.

Таблица 9.29 – Рекомендуемые режимы автоматической сварки самозащитной порошковой проволокой диаметром 2,0 мм заполняющих и облицовочного слоев шва в нормативную (заводскую) разделку кромок с применением головками АСТ-1 производства НПП «Технотрон», ООО

Параметры	Наименование слоя шва			
	1-ый заполняющий («горячий проход»)	Последующие заполняющие	Корректирующий слой*	Облицовочный слой
Способ сварки	АПС			
Направление сварки	На спуск			
Диаметр проволоки, мм	2,0			
Род тока, полярность	Постоянный, прямая			
Скорость сварки, мм/сек				
-положение 0-2 час.	3,0	2,8	-	3,0
-положение 2-4 час.	3,6	3,2	3,4	3,4
-положение 4-5 час.	3,0	2,8	-	3,0
-положение 5-6 час.	1,8	1,6	-	1,6
Скорость подачи проволоки, дюйм/мин (см/мин)				
-положение 0 - 5 час.	30	36	36	30
-положение 5 – 6 час.	24	28	-	24
Сила тока, А	200-210	230-240	230-240	200-210
Напряжение на дуге, В	18-19	19-20	19-20	18-19
Вылет электрода, мм	12 - 19			

Таблица 9.29 (окончание)

Параметры	Наименование слоя шва			
	1-ый заполняющий («горячий проход»)	Последующие заполняющие	Корректирующий слой*	Облицовочный слой
Скорость колебаний электрода, мм/сек	26	26	26	26
Амплитуда колебаний	Регулируется по ширине разделки		0-3 (слой за 2-3 прохода)	0-6 (слой за 2-3 прохода)
Время задержки электрода на кромке, сек -положение 0 - 5 час. -положение 5 – 6 час.	0,2 0,6	0,2 0,6	0,2 -	0,2 0,6
Угол наклона электрода, град. -положение 0-3 час. -положение 3-5 час. -положение 5-6 час.	10 (назад) 0 10 (вперед)	10 (назад) 0 10 (вперед)	10 (назад) 0 -	10 (назад) 0 10 (вперед)
<p>Примечание - Параметры режимов сварки могут быть откорректированы при подготовке к квалификационным (аттестационным) испытаниям технологии сварки. При проведении квалификационных (аттестационных) испытаний технологии сварки все параметры режимов сварки должны быть зафиксированы в протоколах квалификации процедуры сварки и при положительных результатах производственной аттестации внесены в операционную технологическую карту сборки и сварки.</p> <p>* - корректирующий слой применяется при недозаполнении последнего слоя перед облицовочным слоем шва на участке периметра трубы от 2 до 4 часов (и от 10 до 8 часов).</p>				

9.3.8 Требования к автоматической односторонней аргодуговой сварке неплавящимся электродом

9.3.8.1 Технология автоматической односторонней аргодуговой сварки неплавящимся электродом (способ ААД) может быть использована для выполнения всех слоев шва неповоротных кольцевых стыковых соединений труб диаметром от 20 до 219 мм включительно с толщиной стенки 2,0-12,0 мм при сооружении газопроводов технологической обвязки крановых узлов и узлов подключения, трубопроводов технологической обвязки камер приема-запуска ВТУ, в т.ч. на участках пересечения активных тектонических разломов, а также на участках прокладки в многолетнемерзлых грунтах в районах с сейсмичностью свыше 8 баллов по шкале MSK-64.

9.3.8.2 Сварка способом ААД может быть выполнена малочисленной бригадой, осуществляющей:

- изготовление узлов трубопроводов на площадках укрупнительной сборки;
- монтаж обвязочных трубопроводов с применением укрупненных узлов трубопроводов;

– монтаж обвязочных трубопроводов из одиночных элементов трубопроводов.

9.3.8.3В состав установки для автоматической аргодуговой сварки должны входить:

– сварочная головка для сварки корневого, заполняющих и облицовочного слоёв шва;

– блок управления процессом автоматической аргодуговой сварки (управляет питанием сварочной головки, приводами перемещения и колебания сварочной головки, подачей присадочной проволоки, клапанами подачи газа в зону сварки и внутрь трубы, временем задержки сварочной горелки и увеличением сварочного тока на кромках свариваемого стыкового соединения, автоматической регулировкой длины сварочной дуги);

– пульт управления;

– станок для механической обработки кромок труб под специальную разделку кромок;

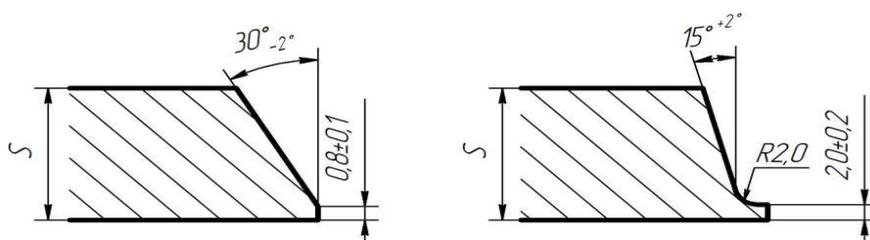
– агрегат энергообеспечения передвижной или самоходный с дизель-генератором переменного тока, специальными источниками тока для аргодуговой сварки неплавящимся электродом, стрелой для установки и перемещения защитной палатки и рампой с баллонами аргона (возможно также питание источника сварочного тока для автоматической аргодуговой сварки от стационарной сети переменного тока);

– защитная палатка с откидными полами;

– установка для перемотки сварочной проволоки, оснащенная системой очистки и обезжиривания проволоки (в случае применения оборудования, использующего свои оригинальные катушки);

– устройство для заточки вольфрамового электрода.

9.3.8.4 Геометрические параметры разделки кромок труб для автоматической аргодуговой сварки приведены на рисунке 9.11.



- а) для сварных соединений с толщиной стенки до 4,0 мм включительно б) для сварных соединений с толщиной стенки более 4,0 мм.

Рисунок 9.11 - Геометрические параметры разделки кромок труб для автоматической аргонодуговой сварки

9.3.8.5 Сварочные головки должны обеспечивать:

- автоматическое поддержание длины дуги в зависимости от заданного напряжения на дуге или с помощью механического копира;
- заданную скорость и направление сварки;
- заданную скорость подачи присадочной проволоки;
- заданную амплитуду и частоту колебаний аргонодуговой горелки;
- возможность установки требуемого вылета неплавящегося электрода в аргонодуговой горелке.

9.3.8.6 Источник сварочного тока должен обеспечивать:

- режим бесконтактного зажигания дуги;
- непрерывный и импульсный режим работы;
- микропроцессорное управление;
- память сварочных режимов.

9.3.8.7 Операции подготовки к сборке и сварке, сборки, предварительного и сопутствующего подогрева должны быть выполнены с учетом 9.2.

9.3.8.8 Рекомендуемые параметры режимов автоматической аргонодуговой сварки сварочными головками ОКА 18-45 ИД, ОКА 40-80 ИД, ОКА 70-140 ИД, ОКА 120-220 ИД производства НПП «Технотрон», ООО приведены в таблицах 9.30 – 9.34.

9.3.8.9 Рекомендуемые параметры режимов автоматической аргонодуговой сварки сварочными головками MUIV 19/80-007 P AVC/OSC и MUIV 76/195-007 P AVC/OSC производства Polysoude S.A.S. приведены в таблице 9.34.

9.3.8.10 Технологические операции устранения видимых дефектов в процессе сварки, обеспечения требуемой межслойной температуры, обработки и взаимного расположения замков шва, следует выполнять в соответствии с 9.2.

9.3.8.11 Выбор сварочных материалов для односторонней сварки неповоротных кольцевых соединений труб способом ААД следует осуществлять в соответствии с положениями раздела 5.1 и Приложения В.

Таблица 9.30 – Рекомендуемые параметры режимов сварки неповоротных кольцевых стыковых сварных соединений сварочной головкой ОКА 18-45 ИД производства НПП «Технотрон», ООО

Параметр	Величина параметра									
	корневой					облицовочный				
Сварочная головка	ОКА 18-45 ИД									
Диаметр проволоки, мм	0,9-1,0									
Режим сварки	шагоимпульсный					шагоимпульсный				
Время продува, с	3,0					3,0				
Ток зажигания, а	20					20				
Время нарастания, с	0,1					0,1				
Задержка вращения, с	2,0					1,0				
Задержка проволоки, с	3,0					3,0				
Время спада, с	6,0					8,0				
Время отвода проволоки, с	0,35					0,35				
Время обдува, с	4,0					4,0				
Шаг сварки, мм	1,0					1,0				
Расход газа, л	10-12					10-12				
Сектор	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Угол положения горелки, град.	30	80	100	140	10	30	110	130	90	13
Скорость подачи проволоки, мм/с	9-10	10-11	11-12	7-8	6-7	17-18	19-20	24-25	17-18	10-11
Ток импульса, А	185	175	150	175	160	165	142	141	127	140
Ток паузы, А	10					15				
Время импульса, с	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7
Время паузы, с	0,5	0,6	0,6	0,7	0,5	0,5	0,7	0,7	0,8	0,5
Примечание – Параметры режимов сварки могут быть откорректированы при подготовке к квалификационным (аттестационным) испытаниям технологии сварки. При проведении квалификационных (аттестационных) испытаний технологии сварки все параметры режимов сварки должны быть зафиксированы в протоколах квалификации процедуры сварки и при положительных результатах результатов производственной аттестации внесены в операционную технологическую карту сборки и сварки.										

Таблица 9.31 – Рекомендуемые параметры режимов сварки неповоротных кольцевых стыковых сварных соединений сварочной головкой ОКА 40-80 ИД производства НПП «Технотрон», ООО

Параметр	Величина параметра		
	корневой	заполняющие	облицовочный
Сварочная головка	ОКА 40-80 ИД		
Диаметр проволоки, мм	0,9-1,0		
Режим сварки	шагоимпульсный	импульсный	импульсный
Время продува, с	3,0	3,0	3,0
Ток зажигания, А	20	20	20
Время нарастания, с	0,1	0,1	0,1
Задержка вращения, с	1,0	1,0	1,0

Таблица 9.31 (окончание)

Параметр	Величина параметра								
	корневой					заполняющие		облицовочный	
Задержка проволоки, с	3,0					3,0		3,5	
Время спада, с	6,0					6,0		8,0	
Время отвода проволоки, с	0,35					0,35		0,35	
Время обдува, с	5,0					5,0		4,0	
Расход газа, л	10-12					10-12		10-12	
Сектор	1	2	3	4	5	1	2	1	2
Угол пространственного положения горелки, °	30	80	100	140	10	20	340	20	340
Шаг сварки, мм	1,5					-		-	
Скорость сварки, мм/с	-					1,2		1,2-1,3	
Скорость подачи проволоки, мм/с	8-9	12-13	9-10	7-8	7-8	12-17	14-19	13-17	14-18
Ток импульса, А	191	153	141	145	160	160-180	130-155	170-180	155-170
Ток паузы, А	10					35-50		45-50	
Время импульса, с	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5-0,6	0,5-0,6	0,5	0,5
Время паузы, с	0,5	0,6	0,6	0,7	0,6	0,5-0,6	0,5-0,6	0,5	0,5
Примечание – Параметры режимов сварки могут быть откорректированы при подготовке к производственной аттестации технологии сварки. При проведении производственной аттестации технологии сварки все параметры режимов сварки должны быть зафиксированы и при положительных результатах производственной аттестации внесены в операционную технологическую карту сборки и сварки.									

Таблица 9.32 – Рекомендуемые параметры режимов сварки неповоротных кольцевых стыковых сварных соединений сварочной головкой ОКА 70-140 ИД производства НПП «Технотрон», ООО

Параметр	Величина параметра										
	Корневой слой				Заполняющий слой			Облицовочный слой			
Сварочная головка	ОКА 70-140 ИД										
Диаметр проволоки, мм	0,9-1,0										
Режим сварки	шагоимпульсный				непрерывный			непрерывный			
Время продува, с	3,0				4,0			4,0			
Ток зажигания, А	20				20			20			
Время нарастания, с	0,1				0,1			0,1			
Задержка вращения, с	1,0				0,5			0,5			
Задержка проволоки, с	3,0				1,5			1,5			
Время спада, с	6,0				6,0			6,0			
Время отвода проволоки, с	0,35				0,35			0,35			
Время обдува, с	5,0				5,0			4,0			
Расход газа, л	10-12				10-12			10-12			
Сектор	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	
Угол пространственного положения горелки, °	20	100	100	140	15	335	12	10	140	10	
Шаг сварки, мм	1,5				-			-			
Скорость сварки, мм/с	-				1,0			0,9			
Скорость подачи проволоки, мм/с	8-9	8-9	9-10	7-8	30-32	40-42	32-34	30-32	27-28	35-37	
Напряжение на дуге, В	9,5-10,5				9,6	8,9	9,6	10,1	9,3	9,6	
Амплитуда колебаний, мм	-				9,0			9,5			
Скорость колебаний, мм/с	-				32	23	30	20	20	20	
Ток импульса, А	184	196	168	160	-			-			
Ток паузы, А	10				-			-			
Ток сварки, А	-				128	133	131	140	135	137	
Время импульса, с	0,6	0,5	0,7	0,7	-			-			
Время паузы, с	0,7	0,6	0,8	1,0	-			-			

Таблица 9.32 (окончание)

Параметр	Величина параметра		
	Корневой слой	Заполняющий слой	Облицовочный слой
Примечание – Параметры режимов сварки могут быть откорректированы при подготовке к квалификационным (аттестационным) испытаниям технологии сварки. При проведении квалификационных (аттестационных) испытаний технологии сварки все параметры режимов сварки должны быть зафиксированы в протоколах квалификации процедуры сварки и при положительных результатах производственной аттестации внесены в операционную технологическую карту сборки и сварки.			

Таблица 9.33 – Рекомендуемые параметры режимов сварки неповоротных кольцевых стыковых сварных соединений сварочной головкой ОКА 120-220 ИД производства НПП «Технотрон», ООО

Параметр	Величина параметра							
	Корневой слой				1-ый заполняющий		заполняющий	Облицовочный
Сварочная головка	ОКА 120-220 ИД							
Диаметр проволоки, мм	0,9-1,0							
Режим сварки	шагоимпульсный				шагоимпульсный		непрерывный	непрерывный
Время продува, с	3,0				3,0		4,0	4,0
Ток зажигания, а	20				20		20	20
Время нарастания, с	0,1				0,1		0,1	0,1
Задержка вращения, с	1,5				1,5		1,0	1,5
Задержка проволоки, с	3,0				3,0		1,5	3,0
Время спада, с	6,0				6,0		6,0	6,0
Время отвода проволоки, с	0,35				0,35		0,35	0,35
Время обдува, с	4,0				4,0		5,0	5,0
Расход газа, л	10-12				10-12		10-12	10,12
Сектор	1	2	3	4	1	2	1	1
Угол пространственного положения горелки, °	20	100	100	140	20	340	360	360
Шаг сварки, мм	1,5				1,0		-	-
Скорость сварки, мм/с	-				-		0,8-0,9	0,8
Скорость подачи проволоки, мм/с	15-16	15-16	15-16	10-11	25-27	27-29	35-40	40-42
Напряжение на дуге, В	10,4-10,9				10,5-10,7		9,0-9,9	10,2
Амплитуда колебаний, мм	-				-		7,0-10,0	12,0
Скорость колебаний, мм/с	-				-		13-23	16
Ток импульса, А	177	200	200	187	185	179	-	-
Ток паузы, А	10				10		-	-
Ток сварки, А	-				-		170-185	190
Время импульса, с	0,6	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6	-	-
Время паузы, с	0,7	0,6	0,5	1,2	1,0	1,1	-	-
Примечание – Параметры режимов сварки могут быть откорректированы при подготовке к квалификационным (аттестационным) испытаниям технологии сварки. При проведении квалификационных (аттестационных) испытаний технологии сварки все параметры режимов сварки должны быть зафиксированы в протоколах квалификации процедуры сварки и при положительных результатах производственной аттестации внесены в операционную технологическую карту сборки и сварки.								

Таблица 9.34 – Рекомендуемые параметры режимов сварки неповоротных кольцевых стыковых сварных соединений сварочными головками MUIV 19/80-007 P AVC/OSC и MUIV 76/195-007 P AVC/OSC производства Polysoude S.A.S.

Параметр	Слой шва		
	Корневой	Заполняющий	Облицовочный
Расход газа, л/мин	14-18		
Длина вольфрамового электрода, мм	40-50		
Диаметр вольфрамового электрода, мм	2,4		
Вылет вольфрамового электрода, мм	8-12		
Диаметр присадочной проволоки, мм	0,9-1,0		
Вылет присадочной проволоки, мм	8-12		
Расстояние между вольфрамовым электродом и присадочной проволокой, мм	1,5-2		
Угол между вольфрамовым электродом и наконечником присадочной проволокой, ⁰	65-75		
Время предварительной продувки, с	5-10		
Время предварительной раскрутки, с	2-4		
Предварительный поворот, ⁰	0-5		
Ток зажигания, А	40-60		
Задержка осцилляции перед пуском, с	1-2		
Скорость поперечного перемещения горелки до начала вращения горелки, мм/мин	-	10-1000	
Высота зажигания, мм	2-3		
Задержка перед пуском, с	0-3		
Задержка пуска, с	0-5,0		
Частота вращения, мм/мин	70-120	60-100	60-100
Высокий ток (ток импульса), А	30-100	40-100	50-200
Низкий ток (ток паузы), А	5-20	10-80	20-100
Период высокого тока (время импульса), мс	100-300	50-100	50-200
Период низкого тока (время паузы), мс	200-400	50-100	50-200
Задержка на кромке, с	0,1-0,4	0,1-0,8	0,1-1,0
Ширина (амплитуда) колебаний, мм	3-30		
Скорость колебаний во время вращения горелки, мм/мин	100-600	500-800	500-1000
Напряжение дуги, В	5-35		
Скорость регулирования высоты горелки, мм/мин	100-300	200-800	100-300
Время запрета на измерение напряжения, мс	5-10		
Скорость подачи проволоки во время импульса, мм/мин	200-1000	800-1400	1000-2000
Скорость подачи проволоки во время паузы, мм/мин	0-200	400-900	800-1200
Время продувки после сварки, с	8-10		
Угол окончания сварки относительно начала, ⁰	365-375	370-390	380-420
Время затухания дуги, с	5-10		
Ток обрыва дуги, А	10-20		

Примечание – Параметры режимов сварки могут быть откорректированы при подготовке к квалификационным (аттестационным) испытаниям технологии сварки. При проведении квалификационных (аттестационных) испытаний технологии сварки все параметры режимов сварки должны быть зафиксированы в протоколах квалификации процедуры сварки и при положительных результатах производственной аттестации внесены в операционную технологическую карту сборки и сварки.

9.3.8.12 Рекомендуемые параметры режимов автоматической аргодуговой сварки сварочными головками «SATO» производства компании «АХХАИР» приведены в таблице 9.35.

Таблица 9.35 – Рекомендуемые параметры режимов сварки неповоротных кольцевых стыковых сварных соединений сварочными головками «SATO» производства компании «АХХАИР»

Параметр	Слой шва		
	Корневой	Заполняющий	Облицовочный
Расход газа, л/мин	14-18		
Длина вольфрамого электрода, мм	40-50		
Диаметр вольфрамого электрода, мм	2,4		
Вылет вольфрамого электрода, мм	8-12		
Вылет присадочной проволоки, мм	8-12		
Расстояние между вольфрамовым электродом и присадочной проволокой, мм	1,5-2		
Угол между вольфрамовым электродом и наконечником присадочной проволокой, °	65-75		
Время предварительной продувки, с	5-10		
Время предварительной раскрутки, с	2-4		
Предварительный поворот, °	0-5		
Ток зажигания, А	40-60		
Задержка осцилляции перед пуском, с	1-2		
Скорость поперечного перемещения горелки до начала вращения горелки, мм/мин	-	10-1000	
Высота зажигания, мм	2-3		
Задержка перед пуском, с	0-3		
Задержка пуска, с	0-5,0		
Частота вращения, мм/мин	70-120	60-100	60-100
Высокий ток (ток импульса), А	110-210	100-200	110-190
Низкий ток (ток паузы), А	85-95	90-100	75-85
Период высокого тока (время импульса), мс	200-400	200-400	200-400
Период низкого тока (время паузы), мс	200-400	200-400	200-400
Задержка на кромке, с	0,1-0,4	0,1-0,8	0,1-1,0
Ширина (амплитуда) колебаний, мм	3-30		
Скорость колебаний во время вращения горелки, мм/мин	100-600	500-800	500-1000
Напряжение дуги, В	5-35		
Скорость регулирования высоты горелки, мм/мин	100-300	200-800	100-300
Время запрета на измерение напряжения, мс	5-10		
Скорость подачи проволоки во время импульса, мм/мин	200-1000	800-1400	1000-2000
Скорость подачи проволоки во время паузы, мм/мин	0-200	400-900	800-1200
Время продувки после сварки, с	8-10		
Угол окончания сварки относительно начала, °	365-375	370-390	380-420
Время затухания дуги, с	5-10		
Ток обрыва дуги, А	10-20		

9.3.9 Требования к технологии автоматической двухсторонней сварки под флюсом

9.3.9.1 Технология автоматической двухсторонней сварки проволокой сплошного сечения под флюсом (способ АФ) предназначена для изготовления трубных секций на трубосварочных базах типа БТС стационарно-групповым методом организации работ малочисленной бригадой сварщиков (операторов) с учетом максимально допустимой грузоподъемности трубосварочной базы.

9.3.9.2 Трубосварочные базы должны обеспечивать полную механизацию подготовительных, сборочных, сварочных и транспортных операций изготовления трубных секций, гарантирующих сохранность наружной изоляции труб и внутреннего гладкостного покрытия.

9.3.9.3 Технология автоматической двухсторонней сварки под флюсом (способ АФ) может быть использована для выполнения поворотных кольцевых сварных соединений труб диаметром 720-1420 мм с толщиной стенки 12,0-32,0 мм при строительстве:

- протяженных участков (свыше 50 километров) линейной части МГ;
- участков средней протяженности (25-50 км) линейной части МГ;
- участков МГ любой протяженности при пересечении активных тектонических разломов, а также участков прокладки в многолетнемерзлых грунтах в районах с сейсмичностью свыше 8 баллов по шкале MSK-64.

9.3.9.4 При наличии условий для безопасной транспортировки и монтажа двухтрубных секций допускается применение вышеуказанной технологии при сооружении участков МГ на пересеченной местности с большим количеством водных преград, с большим количеством углов поворотов, на крутых склонах.

9.3.9.5 Подготовку, сборку, предварительный и сопутствующий (межслойный) подогрев свариваемых труб следует выполнять в соответствии с требованиями п. 9.2 и данного подраздела.

9.3.9.6 Для изготовления трубных секций должны применяться трубы с одной нормативной толщиной стенки и с геометрическими параметрами разделки кромок, представленными на рисунке 9.12. Механическая обработка

торцов труб производится станками типа СПК, входящими в состав оборудования трубосварочной базы.

9.3.9.7 Усиление продольного заводского шва изнутри и снаружи трубы следует сошлифовать до величины от 0,5 до 1,0 мм на ширине от 15 до 20 мм от торца.

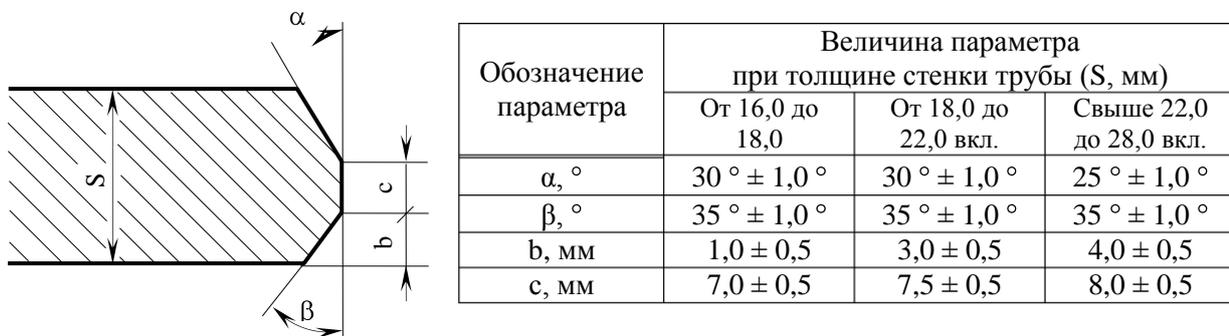


Рисунок 9.12 – Геометрические параметры разделки кромок труб для двухсторонней автоматической сварки под флюсом

9.3.9.8 Сборку поворотных кольцевых сварных соединений труб следует выполнять без зазора при помощи одной прихватки длиной не менее 200 мм, выполняемой на режиме сварки первого наружного слоя шва. Прихватку следует выполнять на расстоянии не менее 100 мм от заводских швов труб. Начальный и конечный участок прихватки следует обработать механическим способом (абразивным кругом). Во избежание образования шлаковых включений и непроваров рекомендуется выполнять шлифмашинкой пропилы начального и конечного участков прихватки, а также начального участка первого наружного слоя. Глубина пропила от 3,0 до 4,0 мм, ширина от 3,0 до 4,0 мм, длина от 25 до 40 мм. Допускается шлифовка усиления на прихватке до величины от 0,5 до 1,0 мм.

9.3.9.9 Кольцевое сварное соединение требуется повернуть на 180° таким образом, чтобы прихватка находилась в нижней части стыкового соединения (в положении 6^{00} ч), после чего в верхней части стыкового соединения (в положении 12^{00} ч) начинают сварку первого наружного слоя шва.

9.3.9.10 Сварку поворотного кольцевого стыкового соединения труб

выполняют при горизонтальном расположении осей труб в следующей последовательности:

- первый наружный (корневой) слой шва;
- внутренний слой шва (может выполняться одновременно со сваркой второго наружного слоя);
- последующие наружные (заполняющие и облицовочный) слои шва.

9.3.9.11В качестве сварочных материалов следует использовать комбинации «агломерированный флюс + проволока сплошного сечения», регламентированные в разделе 5.1 и Приложении В. Наименование и характеристики применяемого сварочного оборудования представлены в Приложении В.

9.3.9.12Рекомендуемые параметры режимов двухсторонней автоматической сварки поворотных кольцевых стыковых соединений труб с применением комбинации «агломерированный флюс + проволока» приведены в таблице 9.33.

9.3.9.13Жимки внутреннего центратора могут быть освобождены только после полного завершения сварки первого наружного слоя шва.

9.3.9.14Сварку всех слоев шва следует производить без перерывов в работе. Интервал времени между завершением первого наружного и началом сварки внутреннего слоя шва не должен превышать 30 мин при температуре окружающего воздуха выше 0 °С и 10 мин при температуре окружающего воздуха 0 °С и ниже.

9.3.9.15При заклинивании шлака в разделке во время сварки первого наружного слоя шва и для улучшения сопряжения шва со стенками разделки смещение электрода с зенита трубы рекомендуется увеличить на величину от 5 до 10 мм по сравнению со значениями, приведенными в таблице 9.36.

9.3.9.16Минимальное число наружных слоев шва в зависимости от типоразмера труб представлено в таблице 9.37.

Таблица 9.36 – Рекомендуемые параметры режимов двухсторонней автоматической сварки поворотных кольцевых стыковых соединений труб с применением комбинаций «агломерированный флюс + проволока»

Толщина стенки трубы, мм	Диаметр электродной проволоки, мм	Порядковый номер слоя	Сварочный ток, А	Напряжение на дуге, В	Скорость сварки, см/мин	Смещение электрода с зенита (надира) трубы*, мм
Наружная сварка						
От 16,0 до 18,0	3,0; 3,2	Первый	700-760	29-32	60-75	55-70
		Последующие	620-690	33-36	50-60	45-60
От 18,0 до 28,0 вкл.	3,0; 3,2	Первый	720-780	30-33	60-75	55-70
		Последующие	700-770	32-35	55-70	50-65
		Облицовочный	580-660	34-37	50-60	45-60
Внутренняя сварка						
От 16,0 до 18,0	3,0; 3,2	Второй	720-780	32-34	50-60	(5-20)
От 18,0 до 28,0 вкл.	3,0; 3,2	Второй	740-800	32-35	50-60	(5-20)
<p>* Смещение с зенита и надира трубы устанавливается против направления ее вращения.</p> <p>П р и м е ч а н и я :</p> <p>1 Параметры режимов сварки могут быть откорректированы при подготовке к квалификационным (аттестационным) испытаниям технологии сварки. При проведении квалификационных (аттестационных) испытаний технологии сварки все параметры режимов сварки должны быть зафиксированы в протоколах квалификации процедуры сварки и при положительных результатах производственной аттестации внесены в операционную технологическую карту сборки и сварки.</p> <p>2 Сварочный ток - постоянный, полярность обратная. Источник питания должен быть настроен для сварки на жесткой вольтамперной характеристике. Отклонение напряжения на дуге от номинального значения должно быть не более $\pm 1,0$ В.</p> <p>3 Вылет электродной проволоки от 32 до 40 мм.</p> <p>4 Угол наклона электродной проволоки вперед от 10° до 20° для наружной сварки и от 2° до 8° для внутренней сварки.</p> <p>5 Высота слоя флюса при сварке должна быть не менее 25 мм. При его повторном применении следует добавлять к ранее использованному флюсу не менее 50 % нового (неиспользованного) флюса.</p>						

Таблица 9.37 – Минимальное число наружных слоев шва при двухсторонней автоматической сварке под флюсом поворотных кольцевых стыковых соединений труб

Диаметр трубы, мм	Толщина стенки трубы, мм	Минимальное число наружных слоев шва
От 1020 до 1420 вкл.	от 16,0 до 20,0 вкл.	2
	св. 20,0 до 24,0 вкл.	3
	св. 24,0 до 28,0 »	4

9.3.9.17 Внутренний слой шва должен свариваться в один проход. Величина усиления внутреннего и облицовочного слоев шва должна соответствовать требованиям раздела 7. Ширина облицовочного слоя шва должна соответствовать требованиям таблицы 9.38. Глубина проплавления и ширина внутреннего слоя шва должны находиться в пределах, регламентированных в таблице 9.39.

Таблица 9.38 – Ширина облицовочного слоя шва при двухсторонней автоматической сварке под флюсом поворотных кольцевых стыковых соединений труб

Толщина стенки трубы, мм	Ширина облицовочного слоя шва при сварке под флюсом (агломерированный)
От 12,0 до 16,0	17 ± 3
От 16,0 до 18,0	18 ± 3
От 18,0 до 21,0 вкл.	19 ± 3
Свыше 21,0 до 24,0 вкл.	20 ± 3
Свыше 24,0 до 28,0 вкл.	21 ± 3
Свыше 28,0 до 32,0 вкл.	22 ± 3

Примечание – Ширина шва может уточняться по результатам квалификационных (аттестационных) испытаний технологии сварки.

Таблица 9.39 – Геометрические параметры внутреннего слоя шва при двухсторонней автоматической сварке под флюсом поворотных кольцевых стыковых соединений труб

Толщина стенки трубы, мм	Глубина проплавления h_b , мм (не более)	Ширина внутреннего слоя V_b , мм, при сварке под флюсом (агломерированный)
От 12,0 до 18,0	$h_b \leq 1/2 \cdot S + 1,5$ мм	18 ± 3
От 18,0 до 32,0 вкл.		20 ± 3

Примечания:
 1 Принятое обозначение S – толщина стенки трубы, мм.
 2 Ширина шва может уточняться по результатам квалификационных (аттестационных) испытаний технологии сварки.

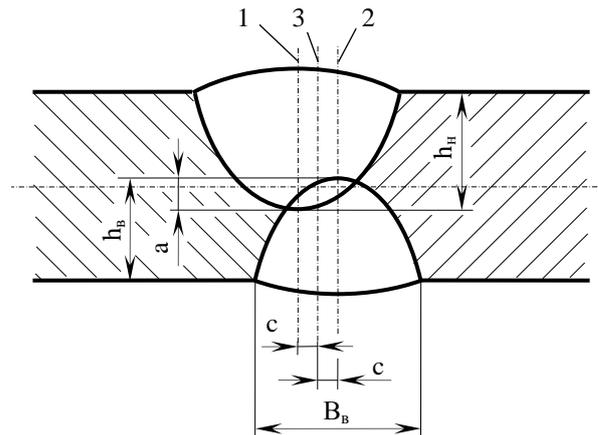
9.3.9.18 Геометрические параметры сварных соединений труб должны определяться на трех макрошлифах, изготовленных из каждого 200-го сварного соединения. Темплеты для макрошлифов могут вырезаться на любых участках сварного соединения, расположенных равномерно по периметру сварного соединения, но не ближе 200 мм от места начала или окончания сварки.

9.3.9.19 Геометрические параметры сварных соединений труб, определяемые по макрошлифам швов должны соответствовать требованиям рисунка 9.13.

9.3.9.20 В случае отклонения геометрических параметров от заданных значений сварку следует прекратить, отладить оборудование и параметры режимов сварки, после чего выполнить сварку двух стыковых соединений, из которых вырезать макрошлифы. В случае, если размеры сварных швов по макрошлифам соответствуют установленным требованиям, сварка может быть продолжена.

9.3.9.21 Остальные 199 сварных соединений, предшествующие первому

вырезанному, следует считать годными, если в результате радиографического контроля в них не выявлено недопустимых дефектов.



- 1 – ось первого (наружного) слоя шва;
- 2 – ось внутреннего слоя шва
- 3 – условная ось сварного соединения;
- a – перекрытие наружного и внутреннего слоев шва ($a \geq 3$ мм);
- c – смещение осей первого наружного и внутреннего слоев шва от условной оси сварного соединения ($c = \pm 1$ мм);
- h_n и h_{in} – глубина проплавления соответственно первого наружного и внутреннего слоев шва;
- B_B – ширина внутреннего слоя шва

Рисунок 9.13 – Геометрические параметры сварных соединений труб, определяемые по макрошлифам, при двухсторонней автоматической сварке под флюсом

9.3.9.22 Если облицовочный слой шва смещен относительно первого наружного (корневого) слоя, но при этом перекрывает всю его ширину, то сварное соединение считается годным при отсутствии недопустимых дефектов сварного шва и соблюдении заданных режимов. В данном случае оси первого наружного слоя и внутреннего слоя шва должны совпадать или быть смещены относительно друг друга на расстояние не более 2,0 мм.

9.3.9.23 Флюс, остающийся на поверхности трубы при сварке, следует ссыпать в чистый сухой поддон, просеять через сито, освобождая его от кусков шлаковой корки и инородных включений. Очищенный флюс допускается использовать повторно. При его повторном применении следует добавлять к ранее использованному флюсу не менее 50 % нового (неиспользованного) флюса. Флюс, оставшийся по окончании смены в бункере сварочной головки, должен быть удален из бункера и помещен до следующей смены в

герметичную тару.

9.3.9.24 Не допускается оставлять незаконченными сварные соединения, выполняемые за одну рабочую смену. В порядке исключения, в случае выхода из строя оборудования, отключения сети и др. разрешается оставлять до следующей смены сварное соединение трубной секции с невыполненным облицовочным слоем шва. Перед возобновлением сварки следует выполнить предварительный подогрев до температуры, регламентируемой в операционной технологической карте сборки и сварки. При невыполнении указанных требований сварное соединение должно быть вырезано.

9.3.9.25 Не допускается сброс сваренных секций, их соударение, скатывание на мокрый грунт или снег до полного остывания сварного соединения до температуры окружающей среды.

9.3.10 Требования к автоматической односторонней сварке под флюсом

9.3.10.1 Технология автоматической односторонней сварки под флюсом (способ АФ) предназначена для изготовления трубных секций на трубосварочных базах типа БНС (Ø 530-820 мм), ТСК (Ø 1020-1420 мм) и ССТ-ПАУ (Ø 1020-1420 мм) стационарно-групповым методом организации работ малочисленной бригадой сварщиков (операторов) с учетом максимально допустимой грузоподъемности трубосварочной базы.

9.3.10.2 Технология автоматической односторонней сварки под флюсом (способ АФ) может быть применена для выполнения кольцевых сварных соединений труб диаметром 530-1420 мм с толщиной стенки 10,0-28,0 мм при строительстве участков МГ любой протяженности, в том числе на участках пересечения активных тектонических разломов, а также на участках прокладки в многолетнемерзлых грунтах в районах с сейсмичностью свыше 8 баллов по шкале MSK-64.

9.3.10.3 При наличии условий для безопасной транспортировки и монтажа двухтрубных секций допускается применение технологии автоматической

односторонней сварки под флюсом (способ АФ) при сооружении участков МГ на пересеченной местности с большим количеством водных преград, с большим количеством углов поворотов, на крутых склонах.

9.3.10.4 Автоматическая односторонняя сварка под флюсом (способ АФ) заполняющих и облицовочного слоев шва может применяться в следующих технологических вариантах:

а) однодуговая сварка под флюсом на постоянном токе обратной полярности;

б) одно- или двухдуговая сварка под флюсом на переменном токе прямоугольной формы с использованием источника сварочного тока Power Wave AC/DC 1000 в комбинации со сварочной головкой Power Feed 10S или Power Feed 10SF.

9.3.10.5 Для изготовления трубных секций должны применяться трубы с одной номинальной толщиной стенки с нормативной (заводской) разделкой кромок, представленной на рисунке 4.1, при этом разделка кромок может быть выполнена механическим способом станком типа СПК.

9.3.10.6 Для сварки по технологии автоматической односторонней сварки под флюсом (способ АФ) следует применять агломерированный флюс в комбинации с проволокой сплошного сечения для способа АФ, регламентированные в разделе 5.1 и Приложении В.

Примечание. Наименование и характеристики применяемого сварочного оборудования представлены в Приложении В.

9.3.10.7 Допускается при сварке корневого слоя шва выполнять периодический поворот свариваемой секции без освобождения жимков центратора в удобное для сварщиков положение.

9.3.10.8 С целью предотвращения возможных прожогов при автоматической сварке под флюсом и улучшения отделимости шлаковой корки с первого автоматного слоя шва после окончания сварки корневого слоя шва следует выполнить первый заполняющий слой ручной дуговой сваркой электродами с основным видом покрытия (способ РД) согласно требованиям 9.5 или механизированной сваркой порошковой проволокой в

среде инертных газов и смесях (способ МПИ) согласно требованиям 9.4.4.

9.3.10.9 Данное требование не распространяется на автоматическую сварку под флюсом по технологическому варианту, указанному в 9.3.10.3-б), на трубосварочных базах типа ТКС и БНС (независимо от толщины стенки), а также на базе ССТ-ПАУ (для труб диаметром 1020-1420 мм с толщиной стенки от 16,0 до 18,0 мм).

9.3.10.10 Перекатывание секции на промежуточный стеллаж разрешается:

– после завершения сварки корневого слоя шва кольцевых стыковых соединений труб диаметром 530-820 мм с толщиной стенки от 10,0 до 22,0 мм включительно и диаметром 1020-1420 мм с толщиной стенки от 16,0 до 18,0 мм;

– после завершения сварки корневого слоя и первого заполняющего слоя шва кольцевых стыковых соединений труб диаметром 1020-1420 мм с толщиной стенки от 18,0 до 28,0 мм включительно.

9.3.10.11 Для предотвращения остывания сварных соединений ниже минимальной температуры предварительного подогрева и увлажнения после механизированной или ручной дуговой сварки их следует укрывать до начала автоматической сварки под флюсом влагонепроницаемыми теплоизоляционными поясами шириной не менее 300 мм. В том случае, если температура свариваемых кромок опустилась ниже температуры предварительного подогрева, следует произвести подогрев сварного соединения до температуры предварительного подогрева.

9.3.10.12 Рекомендуемые параметры режимов сварки поворотных стыковых сварных соединений труб с применением комбинации «агломерированный флюс + проволока» приведены в таблицах 9.40 и 9.41.

9.3.10.13 Минимальное число слоев шва, выполненных односторонней автоматической сваркой под флюсом, должно соответствовать таблице 9.42.

9.3.10.14 Последние 2-3 заполняющих слоя и облицовочный слой шва при сварке труб с толщиной стенки 20 мм и более следует выполнять параллельными проходами (валиками) с взаимным перекрытием. В этом случае

напряжение на дуге снижают на величину от 1 до 2 В, а скорость сварки увеличивают на величину от 15 % до 20 %.

Таблица 9.40 – Рекомендуемые параметры режимов автоматической односторонней сварки под флюсом поворотных кольцевых стыковых соединений труб с применением комбинации «агломерированный флюс + проволока»

Диаметр труб, мм	Толщина стенки трубы, мм	Диаметр электродной проволоки, мм	Порядковый номер слоя	Сварочный ток, А	Напряжение на дуге, В	Скорость сварки, см/мин	Смещение электрода с зенита трубы, мм
530-820	От 10,0 до 22,0	3,0 / 3,2	Первый	470-520	28-31	55-75	40-65
			Последующие	520-600	30-33	55-75	35-60
			Облицовочный	550-600	34-36	50-60	30-50
1020-1420	от 16,0 до 28,0 включ.	3,0 / 3,2	Первый	500-550	29-32	55-75	60-80
			Последующие	550-650	30-33	55-75	50-60
			Облицовочный	600-650	34-36	50-60	40-60
		4,0	Первый	500-550	29-32	60-80	60-80
			Последующие	650-750	30-33	55-75	50-70
			Облицовочный	650-700	34-37	50-60	40-65

Примечания

1 Параметры режимов сварки могут быть откорректированы при подготовке к квалификационным (аттестационным) испытаниям технологии сварки. При проведении квалификационных (аттестационных) испытаний технологии сварки все параметры режимов сварки должны быть зафиксированы в протоколах квалификации процедуры сварки и при положительных результатах производственной аттестации внесены в операционную технологическую карту сборки и сварки. 2 Сварочный ток – постоянный, полярность - обратная. Источник питания должен быть настроен для сварки на жесткой вольтамперной характеристике. Отклонение напряжения на дуге от номинального значения – не более $\pm 1,0$ В.

3 Вылет проволоки составляет от 30 до 40 мм. Угол наклона электрода «вперед» составляет от 10 ° до 25 °.

4 Смещение с зенита трубы устанавливается против направления ее вращения.

5 Высота слоя флюса при сварке должна быть не менее 25 мм. При его повторном применении следует добавлять к ранее использованному флюсу не менее 50% нового (неиспользованного) флюса.

Таблица 9.41 – Рекомендуемые параметры режимов автоматической односторонней двухдуговой сварки под флюсом переменным током прямоугольной формы поворотных стыковых сварных соединений труб с использованием комбинации «агломерированный флюс + проволока»

Наименование параметров	Диапазон значений
Род тока	переменный прямоугольной формы
Диаметр проволоки, мм	3,0 (3,2)
Сварочный ток на каждую дугу, А	340 – 570
Напряжение на дуге, В	27 – 34
Скорость сварки, м/ч	30 – 70
Вылет электрода, мм	30 – 40
Угол наклона электрода (вперед), град.	5 – 15
Смещение электрода с зенита, мм	35 – 75
Расстояние между электродами, мм (для двухдуговой сварки)	10 -12
Смещение фаз, град. (для двухдуговой сварки)	120 – 150
Баланс, %	25 – 75
Сдвиг (оффсет), %	от минус 25 до 25 включ.
Частота, Гц	30 – 80

Примечание – Параметры режимов сварки могут быть откорректированы при подготовке к квалификационным (аттестационным) испытаниям технологии сварки. При проведении квалификационных (аттестационных) испытаний технологии сварки все параметры режимов сварки должны быть зафиксированы в протоколах квалификации процедуры сварки и при положительных результатах производственной аттестации внесены в операционную технологическую карту сборки и сварки.

Таблица 9.42 – Минимальное число наружных слоев шва, выполненных односторонней автоматической сваркой под флюсом

Толщина стенки трубы, мм	Минимальное число наружных слоев шва, выполненных способом АФ
От 10,0 до 13,0 вкл.	3
Св. 13,0 до 16,0 вкл.	4
Св. 16,0 до 20,0 вкл.	5
Св. 20,0 до 24,0 вкл.	6
Св. 24,0 до 28,0 вкл.	7
Примечание – В случае выполнения первого заполняющего слоя способом РД или МПИ число слоев, выполняемых автоматической сваркой под флюсом, уменьшается на один.	

9.3.10.15 Ширина облицовочного слоя шва, в том числе выполненного двумя параллельными проходами (валиками), должна соответствовать таблице 9.43.

9.3.10.16 Сварные соединения трубных секций, выполняемые за одну рабочую смену, к ее окончанию должны быть сварены полностью. В порядке исключения, в случае выхода из строя оборудования, отключения сети и т.п. разрешается оставлять до следующей смены сварное соединение трубной секции с невыполненным облицовочным слоем шва. Перед завершением сварки должен быть выполнен предварительный подогрев до температуры, регламентируемой в операционной технологической карте сборки и сварки. При невыполнении указанных требований стыковое соединение подлежит вырезке.

Таблица 9.43 – Ширина облицовочного слоя шва соединений труб, выполненных односторонней сваркой под флюсом

Толщина стенки трубы, мм	Ширина облицовочного слоя шва при сварке под агломерированным флюсом, мм
От 10,0 до 13,0 вкл.	19 ± 3
Св. 13,0 до 16,0 вкл.	21 ± 3
Св. 16,0 до 21,0 вкл.	22 ± 3
Св. 21,0 до 28,0 вкл.	25 ± 3
Примечание – Ширина шва может уточняться по результатам квалификационных (аттестационных) испытаний технологии сварки.	

9.3.10.17 Не допускается сброс сваренных секций, их соударение, скатывание на мокрый грунт или снег до полного остывания сварного соединения до температуры окружающей среды.

9.4 Требования к механизированной сварке

9.4.1 Требования к механизированной сварке проволокой сплошного сечения в углекислом газе

9.4.1.1 Механизированную сварку проволокой сплошного сечения в среде активных газов (способ сварки МП) следует применять для сварки корневого слоя шва неповоротных кольцевых стыковых соединений труб, труб с СДТ, ТПА диаметром от 325 до 1420 мм включительно с толщиной стенки от 8,0 до 38,0 мм.

9.4.1.2 Для механизированной сварки корневого слоя шва в среде активных газов должны применяться комплекты сварочного оборудования, включающие в себя: специализированный источник сварочного тока, механизм подачи сварочной проволоки, сварочную горелку, баллон с углекислым газом, подогреватель газа и вспомогательное оборудование.

9.4.1.3 Сварка корневого слоя шва должна выполняться в углекислом газе сорта «Высший» по ГОСТ 8050.

9.4.1.4 Сварку следует выполнять в защитных укрытиях (сварочных палатках) либо в цеховых условиях (например, при укрупненной сборке трубных узлов).

9.4.1.5 Подготовку, сборку, предварительный и сопутствующий (межслойный подогрев) следует выполнять с учетом требований раздела 1.1.

9.4.1.6 Рекомендуемые параметры режимов механизированной сварки методом STT приведены в таблице 9.44.

9.4.1.7 Рекомендуемые параметры режимов механизированной сварки методом УКП приведены в таблице 9.45.

9.4.1.8 Рекомендуемые параметры режимов механизированной сварки методом Wise Root приведены в таблице 9.46.

9.4.1.9 Механизированную сварку в среде активных газов корневого слоя шва следует выполнять на спуск на постоянном токе обратной полярности последовательно или одновременно на 2-х полупериметрах трубы. Замок следует располагать в нижней части трубы на участке 6^{00} ч.

Таблица 9.44 – Рекомендуемые параметры режимов механизированной сварки методом STT

Параметры	Наименование слоя
	корневой слой шва
Пиковый ток, А	420–430
Базовый ток, А	45-50 – для толщин менее 12 мм 50-53 – для толщин более 12 мм
Скорость подачи проволоки, см/мин (дюйм/мин), в положении сварки: – от 0 ⁰⁰ до 1 ⁰⁰ ч. и от 0 ⁰⁰ до 11 ⁰⁰ ч. – св. 1 ⁰⁰ до 6 ⁰⁰ ч. и от 11 ⁰⁰ до 6 ⁰⁰ ч.	230–305 (90–120) 330–405 (140–160)
Положение переключателя заднего фронта импульса («Tailout») при температуре окружающего воздуха: – до минус 20 °С включительно – ниже минус 20 °С	0 0,5–2,0
1. Переключатель «Hot start» (горячий старт) должен быть установлен в положение «1» или «2». 2. Расход газа: от 10 до 16 л/мин. 3. Длительность предварительной подачи защитного газа: 0,5 с. 4. Длительность после вварочной подачи защитного газа: от 0,5 до 1,0 с. Примечание - Параметры режимов сварки могут быть откорректированы при подготовке к квалификационным (аттестационным) испытаниям технологии сварки. При проведении квалификационных (аттестационных) испытаний технологии сварки все параметры режимов сварки должны быть зафиксированы в протоколах квалификации процедуры сварки и при положительных результатах производственной аттестации внесены в операционную технологическую карту сборки и сварки.	

Таблица 9.45 – Рекомендуемые параметры режимов механизированной сварки методом УКП

Параметр	Величина параметра
Направление сварки	на спуск
Тип и полярность тока	постоянный, обратная
Базовый ток, А	45 – 60*
Пиковый ток, А	250 – 270
Горячий старт, усл. ед.	35 – 40
Скорость подачи проволоки, м/мин – в положении от 0 ⁰⁰ до 1 ⁰⁰ ч – в положении от 1 ⁰⁰ до 6 ⁰⁰ ч	2,4 – 2,7* 3,0 – 3,0*
Спад, усл. ед.	3
Вылет электрода, мм	5 – 10**
Расход защитного газа, л/мин	10 – 16
* При повышенных зазорах рекомендуется установить значение базового тока от 35 до 40 А, а скорость подачи проволоки в положении от 0 ⁰⁰ до 1 ⁰⁰ ч понизить от 2,7 до 2,4 м/мин и в положении от 1 ⁰⁰ до 6 ⁰⁰ ч до величины 3 м/мин. ** Допускается вылет сварочной проволоки до 15 мм. Параметры режимов сварки могут быть откорректированы при подготовке к квалификационным (аттестационным) испытаниям технологии сварки. При проведении квалификационных (аттестационных) испытаний технологии сварки все параметры режимов сварки должны быть зафиксированы в протоколах квалификации процедуры сварки и при положительных результатах производственной аттестации внесены в операционную технологическую карту сборки и сварки.	

9.4.1.10 Для качественного выполнения корневого валика на участке «замка» следует соблюдать следующие правила:

- после окончания сварки корневого валика на одном из полупериметров трубы производится полное удаление начального участка корневого шва длиной 10÷20 мм со сквозным пропилом. Ширина пропила 3÷4 мм;

- на примыкающем к сквозному пропилу участке корневого шва длиной не менее 20мм выполняется его шлифовка с образованием плавного перехода по толщине валика от 2-х миллиметров на границе сквозного пропила до полной толщины валика;
- сварку второго полупериметра следует начинать на участке плавного перехода.

Таблица 9.46 – Рекомендуемые параметры режимов механизированной сварки методом Wise Root

Параметры	Режимы сварки
Род тока, полярность	постоянный, обратная
Скорость подачи сварочной проволоки, м/мин	
- в положении $0^{00}-2^{00}$; $12^{00}-10^{00}$ ч.	2,6-3,0
- в положении $2^{00}-4^{30}$; $10^{00}-7^{30}$ ч.	2,8-4,0
- в положении $4^{30}-6^{00}$; $7^{30}-6^{00}$ ч.	3,0-4,5
Напряжение на дуге, В	
- в положении $0^{00}-2^{00}$; $12^{00}-10^{00}$ ч.	16,0-18,0
- в положении $2^{00}-4^{30}$; $10^{00}-7^{30}$ ч.	14,0-17,0
- в положении $4^{30}-6^{00}$; $7^{30}-6^{00}$ ч.	15,0-17,0
Сварочный ток, А	65-105*
Защитный газ	75% Ar + 25% CO ₂ , 80% Ar + 20% CO ₂ , 82% Ar + 18% CO ₂
Расход защитного газа, л/мин	15-25
Вылет сварочной проволоки, мм	10-16
* - параметры режимов сварки определяются напряжением и скоростью подачи проволоки выставленными на механизме подачи проволоки, сила тока отражается на дисплее источника сварочного тока и приведена справочно.	
Примечание – Параметры режимов сварки могут быть откорректированы при подготовке к квалификационным (аттестационным) испытаниям технологии сварки. При проведении квалификационных (аттестационных) испытаний технологии сварки все параметры режимов сварки должны быть зафиксированы в протоколах квалификации процедуры сварки и при положительных результатах производственной аттестации внесены в операционную технологическую карту сборки и сварки.	

9.4.1.11 Оптимальный вылет сварочной проволоки - от 10 до 16 мм. Допускается вылет сварочной проволоки до 20 мм.

9.4.1.12 Для труб с толщиной стенки до 13 мм следует применять стандартные сопла диаметром 12,7 мм или зауженные диаметром 9,6 мм. Для соединений с толщиной стенки более 13 мм – зауженные сопла диаметр 9,6 мм. Для улучшения обзора зоны сварки следует выдвигать наконечник горелки из сопла на расстояние приблизительно 6 мм.

9.4.1.13 Особенности техники механизированной сварки корневого слоя

шва в среде активных газов (см. Рисунок 9.14) заключаются в следующем:

– при возбуждении дуги и начале сварки в положении 0^{00} ч. угол наклона сварочной горелки должен составлять от 10° до 20° (углом назад) (поз.1, Рисунок 9.14);

– после возбуждения дуги и образования сварочной ванны, ее следует плавно перевести с кромки на середину разделки (поз. 2, Рисунок 9.14);. При этом пятно дуги должно располагаться в передней части сварочной ванны (первой трети сварочной ванны) (поз. 3-4, Рисунок 9.14);

– в положении сварки от 0^{00} до 1^{00} ч сварку следует выполнять небольшими быстрыми дугообразными поперечными колебаниями без задержки на кромках. Угол наклона сварочной горелки должен составлять от 30° до 45° (углом назад) (поз. 5, Рисунок 9.14);

– в положении сварки от 1^{00} до 1^{30} ч колебания следует прекратить и в дальнейшем сварку следует выполнять прямолинейным движением сварочной горелки по центру разделки. Угол наклона сварочной горелки в положении от 1^{00} до 4^{00} ч должен составлять от 20° до 45° (углом назад) (поз. 6, Рисунок 9.14);

– в положении сварки от 4^{00} до 5^{00} ч угол наклона сварочной горелки следует постепенно уменьшать и довести до нулевого значения (перпендикулярно поверхности трубы);

– в положении сварки от 5^{00} до 6^{00} ч сварочную горелку следует держать в положении, перпендикулярном поверхности трубы (поз. 7, Рисунок 9.14) либо с небольшим углом от 5° до 10° (углом назад). При зазоре более 3,5 мм в потолочном положении возможно возобновление поперечных колебаний;

– обрыв дуги для прекращения сварки в положении 6^{00} ч следует выполнить на одной из свариваемых кромок (поз. 8, Рисунок 9.14).

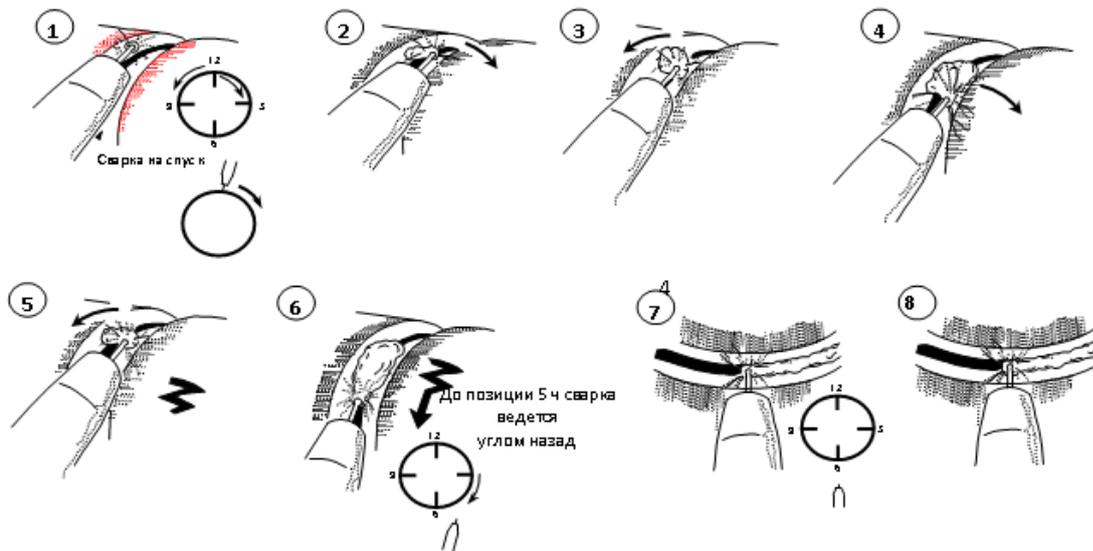


Рисунок 9.14 – Техника механизированной сварки корневого слоя шва

9.4.1.14 Схема положения сварочной горелки при механизированной сварке в среде активных газов корневого слоя шва в различных пространственных положениях приведена на рисунке 9.15.

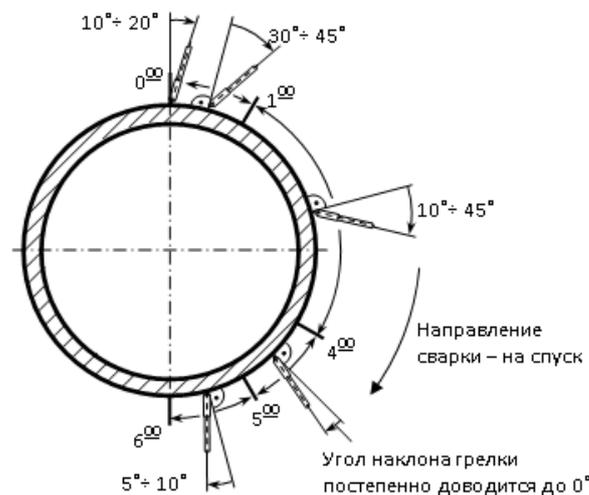


Рисунок 9.15 – Положение сварочной горелки при механизированной сварке в среде активных газов корневого слоя шва в различных пространственных положениях

9.4.2 Механизированная сварка самозащитной порошковой проволокой корневого слоя шва

9.4.2.1 Механизированная сварка самозащитной порошковой проволокой

может применяться для сварки корневого слоя шва соединений труб, труб с СДТ, ТПА диаметром от 159 до 1420 мм включительно с толщиной стенки от 8,0 до 38,0 мм.

9.4.2.2 Перед началом работ должны быть выставлены следующие значения параметров режимов сварки на источнике сварочного тока и механизме подачи сварочной проволоки:

а) метод сварки – RMD;

б) тип проволоки – порошковая проволока;

в) скорость подачи проволоки – от 2,8 до 3,2 м/мин в положении от 0⁰⁰ до 1⁰⁰ ч и от 3,2 до 4,0 м/мин в положении сварки от 1⁰⁰ до 6⁰⁰ ч.

г) ArcControl (управление дугой) – от 0 до + 22 условных единиц;

д) Arc Length (длина дуги) – от 0 до + 1,5 условных единиц.

9.4.2.3 При повышенных зазорах рекомендуется установить значение параметра ArcControl – от -15 до +15 условных единиц; параметра Arc Length – от -1,5 до +1,0 условных единиц, скорость подачи проволоки в положении от 0⁰⁰ до 1⁰⁰ - от 2,8 до 2,4 м/мин и в положении от 1⁰⁰ до 6⁰⁰ ч - до 3 м/мин.

9.4.2.4 Рекомендуемый вылет сварочной проволоки от 12 до 15 мм. Допускается вылет сварочной проволоки до 18 мм.

9.4.2.5 Особенности техники ведения сварки корневого слоя шва механизированной сваркой самозащитной порошковой проволокой методом RMD (см. Рисунок 9.14) заключаются в следующем:

– для начала сварки в положении 0⁰⁰ ч и возбуждения дуги угол наклона сварочной горелки должен составлять от 10° до 20° (углом назад) (поз. 1);

– после возбуждения дуги и образования сварочной ванны, ее следует плавно перевести с кромки на середину разделки. При этом пятно дуги должно располагаться в передней части сварочной ванны (первой трети сварочной ванны) (поз. 2);

– в положении сварки от 0⁰⁰ до 1⁰⁰ ч сварку следует выполнять небольшими быстрыми дугообразными поперечными колебаниями (без

задержки на кромках). Угол наклона сварочной горелки должен составлять от 30° до 45° (углом назад) (поз. 3);

– в положении сварки от 0^{30} до 1^{00} ч колебания следует прекратить и в дальнейшем сварку следует выполнять прямолинейным движением сварочной горелки по центру разделки. Угол наклона сварочной горелки в положении от 1^{00} до 4^{00} ч должен составлять от 20° до 45° (углом назад) (поз. 4-6);

– в положении сварки от 4^{00} до 5^{00} ч угол наклона сварочной горелки следует постепенно уменьшать и довести до нулевого значения (перпендикулярно поверхности трубы);

– в положении сварки от 5^{00} до 6^{00} ч сварочную горелку следует держать в положении, перпендикулярном поверхности трубы (поз. 7) либо с небольшим углом от 5° до 10° (углом назад). При зазоре более 3,5 мм в потолочном положении возможно возобновление поперечных колебаний;

– обрыв дуги для прекращения сварки в положении 6^{00} ч следует выполнить на одной из свариваемых кромок (поз. 8).

9.4.2.6 Схема положения сварочной горелки при механизированной сварке корневого слоя шва самозащитной порошковой проволокой методом RMD в различных пространственных положениях приведена на рисунке 9.15.

9.4.2.7 Механизированная сварка самозащитной порошковой проволокой методом RMD корневого слоя шва выполняется на постоянном токе обратной полярности. Направление сварки – на спуск.

9.4.2.8 Возбуждение дуги должно проводиться только на кромках свариваемых элементов или ранее выполненном сварном шве. Для предотвращения образования пор обрыв дуги следует проводить на одной из свариваемых кромок.

9.4.2.9 Количество операторов механизированной сварки, одновременно выполняющих сварку корневого слоя шва, должно быть не менее 2-х для сварных соединений диаметром более 530 мм.

9.4.2.10 Начальный и конечный участок корневого слоя следует обработать механическим способом (абразивным кругом) для обеспечения

плавного перехода при возобновлении сварки.

9.4.2.11 Корневой слой шва при сборке на внутреннем центраторе рекомендуется выполнять без прихваток. В случае технической обоснованности выполнения прихваток они должны быть удалены механическим способом шлифмашинками при выполнении корневого слоя шва. При длине прихваток более 50 мм допускается их не удалять, при этом начальный и конечный участок прихваток обработать механическим способом (абразивным кругом) для обеспечения плавного перехода.

9.4.2.12 После выполнения корневого слоя шва его необходимо зачистить механическим способом шлифмашинкой до придания ему плоской формы.

9.4.2.13 При наличии видимых дефектов корневого слоя шва типа непроваров, подрезов и др. необходимо выполнить подварку дефектных участков ручной дуговой сваркой согласно 9.5.

9.4.3 Механизированная сварка самозащитной порошковой проволокой заполняющих и облицовочного слоев шва

9.4.3.1 Механизированная сварка самозащитной порошковой проволокой может применяться для сварки заполняющих и облицовочного слоев шва неповоротных кольцевых стыковых соединений труб, труб с СДТ, ТПА номинальным диаметром от 325 до 1420 мм включительно с толщиной стенки от 8,0 до 22,0 мм включительно.

9.4.3.2 Требования к сварке, геометрические параметры разделки кромок и рекомендуемые параметры режимов механизированной сварки самозащитной порошковой проволокой должны соответствовать настоящему разделу, СТО Газпром 2-2.2-136 (раздел 10.5.2).

9.4.3.3 Самозащитные порошковые проволоки, рекомендованные к применению для механизированной сварки горячего прохода, заполняющих и облицовочного слоев шва, приведены в таблице В.1 (приложение В).

9.4.3.4 Сварка самозащитной порошковой проволокой выполняется на спуск постоянным током прямой полярности.

9.4.4 Механизированная сварка порошковой проволокой в среде защитных газов

9.4.4.1 Механизированная сварка порошковой проволокой в среде защитных газов (далее - МПИ) предназначена для сварки заполняющих и облицовочного слоёв шва соединений труб, труб с СДТ, ТПА номинальным диаметром от 325 до 1420 мм включительно с толщиной стенки от 8,0 мм до 38,0 мм.

9.4.4.2 Сварку следует выполнять:

- в поворотном положении или с периодическим поворотом свариваемых изделий при изготовлении трубных узлов укрупненной сборки;
- в неповоротном положении.

9.4.4.3 Рекомендуемые параметры режимов механизированной сварки порошковой проволокой в среде защитных газов приведены в таблице 9.47.

Таблица 9.47 – Параметры режимов механизированной сварки порошковой проволокой в среде защитных газов заполняющих и облицовочного слоев шва

Параметры	Наименование слоя шва		
	1-ый заполняющий	Заполняющие	Облицовочный
Диаметр проволоки, мм	1,2		
Направление сварки	На подъём	На подъём	На подъём
Скорость подачи проволоки, см/мин.	500-650	500-700	500-650
Род тока, полярность	= (+)	= (+)	= (+)
Сила тока, А	170-190	180-220	180-190
Напряжение на дуге, В	22,0-24,0	22,0-25,0	22,0-25,0
Вылет проволоки, мм	15-20	15-20	15-20
Угол наклона электрода (вперёд), град.	0-7	0-7	0-7
Защитный газ	82% Ar +18% CO ₂	82% Ar +18% CO ₂	82% Ar +18% CO ₂
Расход газа, л/мин	20- 40	20- 40	20- 40

Примечание - Параметры режимов сварки могут быть откорректированы при подготовке к квалификационным (аттестационным) испытаниям технологии сварки. При проведении квалификационных (аттестационных) испытаний технологии сварки все параметры режимов сварки должны быть зафиксированы в протоколах квалификации процедуры сварки и при положительных результатах производственной аттестации внесены в операционную технологическую карту сборки и сварки.

9.4.4.4 В случае сварки с периодическим поворотом изделия единичный поворот изделия выполняется на угол до 45 градусов. Схема выполнения сварного шва приведена на рисунке 9.16.

9.4.4.5 МПИ следует выполнять с учетом следующих особенностей:

- сварку заполняющих слоев, начиная с пятого, а также сварку

облицовочного шва следует выполнять за 2 прохода. В этом случае облицовочный шов также выполняется за 2 прохода;

– при толщинах стенки более 27,0 мм сварку облицовочного слоя рекомендуется выполнять за три прохода.

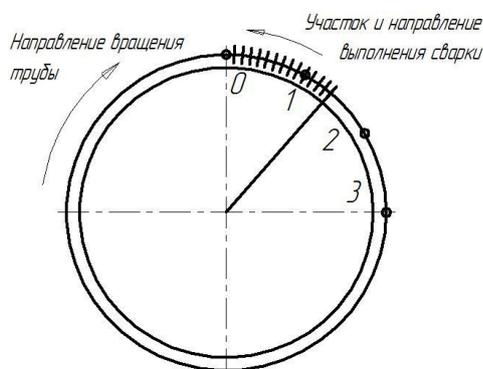


Рисунок 9.16 – Схема выполнения сварного соединения способом МПИ с поворотом на 45°

9.4.4.6 Перед сваркой 1-го заполняющего слоя необходимо произвести обработку шлифкругом поверхности корневого слоя шва до придания ему плоской или вогнутой формы.

9.4.4.7 Интервал времени между окончанием сварки корневого слоя и началом сварки 1-го заполняющего слоя должен составлять не более 10 мин. В случае превышения вышеуказанного временного интервала следует выполнить сопутствующий подогрев по режимам предварительного подогрева.

9.4.4.8 Количество заполняющих слоёв определяют в зависимости от толщины стенки трубы и отражают в операционной технологической карте. Высота слоя должна быть не более 4,0 мм.

9.5 Требования к ручной дуговой сварке

9.5.1 Ручная дуговая сварка электродами с основным видом покрытия на подъем применяется для сварки всех слоев шва неповоротных кольцевых стыковых соединений труб с номинальным диаметром от 20 мм до 1420 мм включительно с толщиной стенки от 3,0 мм до 38,0 мм на отдельных участках

газопроводов незначительной протяженности в случаях невозможности или нецелесообразности применения механизированных и автоматических способов сварки (как правило на участках протяженностью до 1 км), а также для сварки специальных сварных соединений (захлестов, разнотолщинных соединений труб, труб с СДТ, ТПА, угловых соединений прямых врезок) и ремонта сварных соединений.

9.5.2 Ручная дуговая сварка электродами с основным видом покрытия различных слоев шва выполняется:

- корневого слоя шва – на постоянном токе обратной или прямой полярности согласно рекомендациям заводов-изготовителей и операционных технологических карт;

- заполняющих и облицовочного слоев шва – на постоянном токе обратной полярности.

9.5.3 Рекомендуемые параметры режимов ручной дуговой сварки электродами с основным видом покрытия на подъем приведены в таблице 9.46.

9.5.4 Ручную дуговую сварку электродами с основным видом покрытия на подъем следует выполнять с учетом следующих особенностей:

- сварка корневого слоя шва в зависимости от толщины стенки трубы выполняется электродами диаметром от 2,5 до 3,25 мм;

- сварка корневого, заполняющих и облицовочного слоев шва соединений труб с толщинами стенок до 8,0 мм включительно выполняется электродами диаметром 2,5 мм;

- сварка с первого по третий заполняющих слоев шва выполняется электродами диаметром от 2,5 до 3,25 мм;

- сварка 3-го заполняющего и последующих заполняющих слоев шва выполняются за два и более проходов;

- амплитуда поперечных колебаний электрода не должна превышать 3-х диаметров электрода (электродного стержня).

9.5.4.1 Рекомендуемые параметры режимов ручной дуговой сварки приведены в таблице 9.48.

Таблица 9.48 – Рекомендуемые параметры режимов ручной дуговой сварки электродами с основным видом покрытия при сварке на подъем

Слои шва	Диаметр электрода, мм	Сварочный ток (А) в зависимости от положения при сварке		
		нижнее	вертикальное	потолочное
Корневой	2,5	80–90	70–90	70–80
	3,2-3,25	90–120	90–110	80–110
Подварочный	3,2-3,25	90–120	90–110	80–110
Заполняющие	2,5	80–90	70–90	70–80
	3,2-3,25	90–120	90–110	80–110
	4,0	130-180	110-170	110-150
Облицовочный	2,5	80–90	70–90	70–80
	3,2	100–120	90–110	80–110
	4,0	130-180	110-170	110-150

Примечание - Параметры режимов сварки могут быть откорректированы при подготовке к квалификационным (аттестационным) испытаниям технологии сварки. При проведении квалификационных (аттестационных) испытаний технологии сварки все параметры режимов сварки должны быть зафиксированы в протоколах квалификации процедуры сварки и при положительных результатах производственной аттестации внесены в операционную технологическую карту сборки и сварки.

9.5.5 Минимальное число слоев шва (проходов) должно регламентироваться для каждой толщины стенки свариваемых соединений, фиксироваться при производственной аттестации технологии сварки и отражаться в ОТК.

9.6 Требования к ручной аргонодуговой сварке

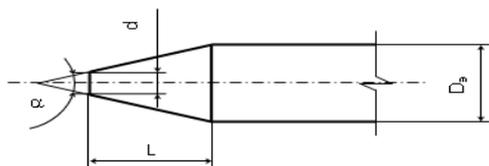
9.6.1 Ручную аргонодуговую сварку неплавящимся электродом (РАД) применяют для сварки кольцевых стыковых и угловых соединений труб, труб с СДТ и ТПА, а именно:

- всех слоев шва труб, труб с СДТ и труб с ТПА диаметром от 10 до 159 мм включительно с толщиной стенки от 1,0 мм и более;
- корневого слоя шва труб, труб с СДТ и труб с ТПА диаметром от 159 до 1420 мм включительно с толщиной стенки от 3,0 мм до 38,0 мм;
- всех слоев шва тройниковых соединений с диаметром ответвления до 159 мм включительно.

9.6.2 Ручная аргонодуговая сварка должна осуществляться при бесконтактном высокочастотном поджиге дуги или зажигании дуги отрывом электрода от источников сварочного тока с падающей вольтамперной характеристикой. Запрещается использование источников тока, обеспечивающих

контактный поджиг дуги («чирканьем»). Наименование и характеристики применяемого сварочного оборудования представлены в Приложении В.

9.6.3В качестве неплавящегося электрода следует применять прутки лантанированного вольфрама диаметром 2,0 мм и 2,4 мм. Для легкого возбуждения дуги и улучшения стабильности ее горения электрод должен быть заточен на конус (см. Рисунок 9.17).



α – угол конуса от 28° до 30° ;
 $D_{\text{э}}$ – диаметр электрода;
 L – длина конической части $(5 \div 6) \cdot D_{\text{э}}$;
 d – диаметр притупления от 0,2 до 0,5 мм

Рисунок 9.17 – Форма заточки вольфрамового электрода

9.6.4В качестве защитного газа следует применять аргон высшего сорта (Ar 99,99%) по ГОСТ 10157. Диаметры и марки присадочных прутков представлены в Приложении В.

9.6.5Прихватки свариваемых элементов должны производиться тем же сварщиком, который будет выполнять сварку корневого слоя шва. Следует выполнить не менее двух прихваток длиной от 10 мм до 15 мм, располагающихся симметрично (или равномерно, если количество прихваток более двух) по периметру свариваемого соединения. В качестве присадочного металла должна использоваться та же проволока, что и для сварки корневого слоя шва. К качеству прихваток предъявляются те же требования, что и к корневому слою шва.

9.6.6Корневой слой следует выполнять отдельными участками, равномерно расположенными по периметру соединения.

9.6.7При удалении наружного центратора или сборочного приспособления в процессе сварки корневого шва необходимо обеспечить надежную и безопасную поддержку соединяемых элементов в фиксированном положении как минимум до завершения сварки корневого слоя и горячего прохода (для захлестных соединений – до завершения сварки всех слоев шва).

9.6.8Рекомендуемые режимы ручной аргонодуговой сварки неплавящимся

электродом кольцевых и угловых соединений труб, труб с СДТ, ТПА приведены в таблице 9.49.

Таблица 9.49 – Рекомендуемые режимы ручной аргонодуговой сварки

Диаметр, мм		Расход аргона в сварочной горелке, [л/мин]	Сварочный ток, А		Напряжение на дуге, [В]
Вольфрамового электрода	Присадочного прутка		на корневом слое	на последующих слоях	
2,0; 2,4	2,0; 2,4	8-12	70-110	80-130	9-13

Примечание: Параметры режимов сварки могут быть откорректированы при подготовке к квалификационным (аттестационным) испытаниям технологии сварки. При проведении квалификационных (аттестационных) испытаний технологии сварки все параметры режимов сварки должны быть зафиксированы в протоколах квалификации процедуры сварки и при положительных результатах производственной аттестации внесены в операционную технологическую карту сборки и сварки.

9.6.9 Для защиты обратной стороны шва рекомендуется обеспечить поддув аргона внутрь трубы в зону сварки с расходом 9-12 л/мин.

9.6.10 Сварку необходимо выполнять постоянным током прямой полярности короткой дугой. Зажигание и гашение дуги следует производить на свариваемой кромке или на выполненном ранее шве на расстоянии 20 - 25 мм позади кратера.

9.6.11 Подачу аргона из горелки следует начинать на 15-20 секунд раньше момента зажигания дуги и прекращать через 10-15 секунд после обрыва дуги. В течение этих интервалов времени струю аргона следует направлять на кратер или на место начала сварки.

9.6.12 В начальный момент сварки после возбуждения дуги необходимо подогреть и оплавить кромки труб и конец присадочного прутка. После образования сварочной ванны следует начинать поступательное движение горелки. Подавать присадочную проволоку в зону горения дуги следует равномерно, не допуская разбрызгивания расплавленного металла. Конец присадочного прутка должен постоянно находиться в зоне защитного газа.

9.6.13 В процессе сварки корневого слоя необходимо следить за полным проплавлением кромок и отсутствием непровара. Степень проплавления следует оценить по форме ванны расплавленного металла: хорошему проплавлению соответствует ванна, вытянутая в сторону направления сварки (Рисунок 9.18 а I, б I), недостаточному – круглая или овальная (Рисунок 9.18 а II, б II).

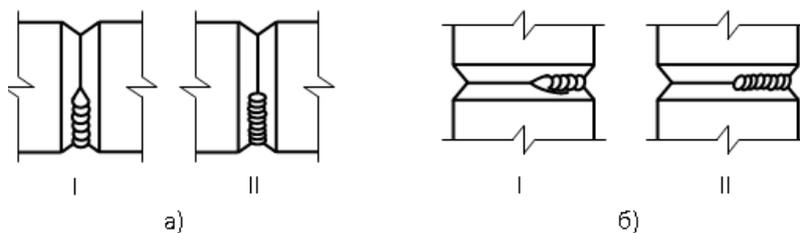
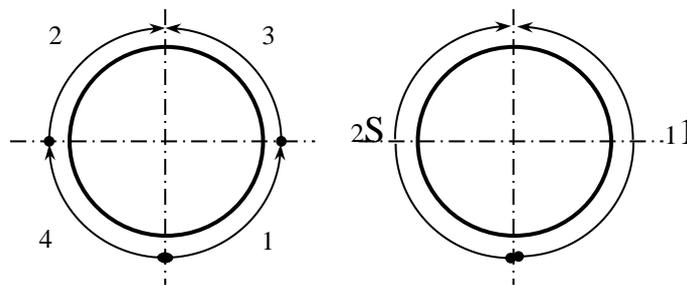


Рисунок 9.18 – Форма сварочной ванны при полном (I) и недостаточном (II) проплавлении корня шва ручной аргодуговой сваркой неплавящимся электродом вертикального (а) и горизонтального (б) кольцевых стыковых соединений труб

9.6.14 Минимальное количество слоев шва для стыковых соединений труб с толщиной стенки от 3,0 мм до 4,0 мм включительно – два. Количество слоев для толщин свыше 4,0 мм устанавливается исходя из рекомендуемой высоты слоя (валика) от 2,0 мм до 2,5 мм.

9.6.15 Направление и порядок сварки неповоротных стыковых сварных соединений должны соответствовать рисунку 9.19. Длина сваренных участков не должна превышать 200 мм. При большей длине участка шва его необходимо выполнять обратноступенчатым способом. Замки смежных слоев шва необходимо смещать один относительно другого на 15-25 мм.



а) диаметр свыше 114,3 мм б) диаметр до 114,3 мм включительно.

Рисунок 9.19 – Направление и порядок сварки неповоротных стыковых сварных соединений

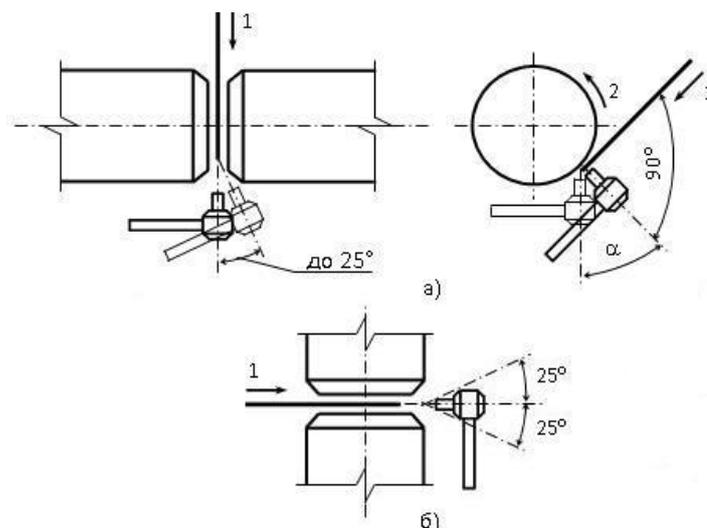
9.6.16 При изготовлении укрупненных заготовок допускается поворот стыковых соединений труб в удобную для сварщика позицию, чтобы избежать сварки в потолочном положении. Если периодический поворот свариваемых труб, СДТ, ТПА затруднителен, то сварка корневого слоя может быть выполнена

за два поворота конструкции.

9.6.17 Взаимное расположение горелки и присадочной проволоки при сварке вертикального и горизонтального стыковых сварных соединений представлено на рисунке 9.20.

9.6.18 Угол α (между электродом и радиусом трубы в месте сварки) зависит от качества защиты и конструктивных особенностей горелки и может изменяться в пределах от 0° до 25° . Конструкция горелок для ручной аргодуговой сварки должна обеспечивать удобный доступ к корневой части разделки кромок.

9.6.19 При многослойной сварке всего сечения шва стыковых и угловых соединений рекомендуется заполняющие слои (начиная как минимум с третьего слоя) и облицовочный слой шва выполнять параллельными валиками по методу: один слой - за два и более прохода. Смежные валики должны перекрывать друг друга не менее чем на $1/3$ своей ширины. В том случае, если облицовочный слой выполняется в три и более валика, последний валик рекомендуется сваривать в центральной зоне (на расстоянии не менее 3-4 мм от края разделки).



- а) сварка вертикального неповоротного стыкового соединения
- б) сварка горизонтального неповоротного стыкового соединения
- 1 – направление подачи проволоки;
- 2 – направление сварки

Рисунок 9.20 – Схема расположения горелки и присадочной проволоки при ручной аргодуговой сварке неплавящимся электродом вертикальных и горизонтальных кольцевых стыковых соединений труб

9.6.20 Сварные соединения диаметром до 325 мм включительно выполняются одним сварщиком.

9.6.21 В процессе сварки следует выполнять обработку поверхности выполняемых слоев шва абразивным кругом или дисковой проволочной щеткой, а именно:

- обработку абразивным кругом мест старта и остановки в процессе сварки корневого слоя шва;

- обработку абразивным кругом или дисковой проволочной щеткой поверхности корневого слоя после его завершения и поверхности всех заполняющих слоев шва;

- обработку абразивным кругом поверхности облицовочного слоя шва для обеспечения плавного перехода к основному металлу трубы (при необходимости) и/или дисковой проволочной щеткой для очистки поверхности шва и удаления брызг металла с прилегающих поверхностей;

- в случае невозможности применения шлифмашинок следует применять ручные проволочные щетки.

9.6.22 При работе на монтажной площадке сварку следует выполнять в защитных укрытиях (палатках), предотвращающих попадание атмосферных осадков и ветра в зону сварки. При работе в цеховых условиях должна быть обеспечена защита зоны сварки от сквозняков.

9.7 Требования к контактной стыковой сварке оплавлением

9.7.1 Технология контактной стыковой сварки оплавлением может применяться вне участков пересечения активных тектонических разломов, а также вне участков прокладки в многолетнемерзлых грунтах в районах с сейсмичностью свыше 8 баллов по шкале MSK-64 по отдельным нормативным документам (технологическим инструкциям) согласованным с ПАО «Газпром» в установленном порядке после проведения совмещенных испытаний технологий сварки согласно требованиям раздела 6.

9.8 Требования к комбинированным технологиям сварки

9.8.1 Перечень технологических вариантов применения комбинированных технологий сварки приведены в таблице 9.1.

Перечень комбинированных технологий сварки может быть дополнен по результатам совмещенных испытаний технологий сварки.

9.9 Требования к сварке тройниковых соединений

9.9.1 Ответвления от магистрали (основной трубы) газопровода следует выполнять:

- с помощью тройников заводского изготовления;
- с помощью тройниковых соединений «патрубок – труба», «патрубок – усиливающая накладка – труба», выполняемых в процессе монтажных работ вне участков пересечения активных тектонических разломов. Условия применения этих конструкций на обычных участках, а также на участках прокладки газопровода в многолетнемерзлых грунтах в районах с сейсмичностью свыше 8 баллов по шкале MSK-64 приведены в 9.9.4;

- с применением тройниковых соединений «усиленный патрубок углового типа (велдолет) – труба» вне участков пересечения активных тектонических разломов. Условия применения этих конструкций на обычных участках, а также на участках прокладки газопровода в многолетнемерзлых грунтах в районах с сейсмичностью свыше 8 баллов по шкале MSK-64 приведены в 9.9.4. Усиленные патрубки должны соответствовать Р Газпром 2-4.1-846 и изготавливаться по ТУ, согласованным ПАО «Газпром».

9.9.2 Угловые сварные соединения приварки патрубка или усиленного патрубка к трубе следует выполнять с полным проваром.

9.9.3 Допускается выполнять перьевые врезки, при этом геометрические параметры разделки кромок снаружи и изнутри, а также геометрические параметры сварного шва определяются при проектировании.

9.9.4 Конкретные конструкции тройниковых сварных соединений, выполняемых на монтаже, регламентируются требованиями проектной документации, при этом выполняют следующие требования:

- соотношение диаметров DN ответвления и магистрали не должно

превышать 0,3;

– диаметр ответвления, выполняемого с помощью тройниковых соединений «патрубок – труба» или «патрубок – усиливающая накладка – труба» не должен превышать DN 150;

– диаметр ответвления, выполняемого с помощью усиленных патрубков углового типа (велдолетов), должен быть в диапазоне от dN 10 до dN 400;

– для участков прокладки подземных магистральных газопроводов в многолетнемерзлых грунтах с сейсмичностью свыше 8 баллов по шкале MSK-64 максимальный номинальный диаметр ответвления в тройниковых соединениях, выполняемых с помощью патрубков или усиленных патрубков – DN (Ду) 125.

– внешняя граница сварного шва приварки патрубка должна находиться от заводского шва трубы на расстоянии не менее 250 мм при диаметре основной трубы св. 530 до 1420 мм вкл., 100 мм при диаметре основной трубы до 530 мм вкл.;

– расстояние от внешней границы углового шва приварки патрубка или внешней границы нахлесточного шва приварки усиливающей накладки к трубе (в случае патрубка с усиливающей накладкой) до границы ближайшего кольцевого шва должно быть не менее 100 мм;

– угол между образующими патрубка и трубы должен составлять $90^{\circ} \pm 1^{\circ}$;

– смещение патрубка относительно размеченного на основной трубе контура не должно превышать 5,0 мм.

9.9.5 Для обеспечения параметров сборки (перпендикулярности, соосности) ответвления (патрубка) с основной трубой необходимо применять специальные инструменты и оснастку (уровень, отвес, угольник, теодолит).

9.9.6 На участке врезки с поверхности основной трубы должно быть удалено изоляционное покрытие и выполнена зачистка поверхности механическим способом до чистого металла. Допускается очистка поверхности трубы абразивно-струйной обработкой или шлифмашинками с набором абразивных кругов и дисковых проволочных щеток.

9.9.7 Размеры зоны удаления изоляционного покрытия определяют с учетом:

- наружного диаметра тройникового соединения, приведенного в операционной технологической карте сборки и сварки;
- возможности выполнения ВИК и УЗК участка трубы под врезку;
- возможности выполнения УЗК угловых швов приварки патрубка (патрубка и усиливающей накладки к трубе).

9.9.8 Порядок расчета размеров зоны удаления изоляционного покрытия приведен в разделе 11.

9.9.9 ВИК и УЗК зоны установки тройникового соединения выполняется в соответствии с требованиями раздела 11. В контролируемой зоне не допускается наличие поверхностных и внутренних дефектов (коррозионных дефектов любой глубины и протяженности, расслоений, рисок, задиров, царапин глубиной более 5 % от толщины стенки, трещин, внутренних расслоений шириной 10 мм и площадью более 100 мм²).

Под контролируемой зоной понимается:

- в случае тройникового соединения «патрубок – труба» - участок трубы, прилегающий к вырезанному отверстию, шириной не менее 40мм;
- в случае тройникового соединения «патрубок с усиливающей накладкой – труба» - участок трубы, прилегающий к вырезанному отверстию, шириной, равной половине номинального диаметра патрубка + ширина усиливающей накладки + размер катета углового шва приварки накладки к трубе + 20мм;
- в случае тройникового соединения «усиленный патрубок (велдолет) – труба» - участок, прилегающий к вырезанному отверстию шириной, равной толщине свариваемой кромки велдолета + 40мм.

9.9.10 Вырезку отверстия в основной трубе следует выполнить в соответствии с требованиями СТО Газпром 2-2.2-136 (п. 10.8.2).

9.9.11 Сварка тройниковых соединений в монтажных (трассовых) условиях должна выполняться за один цикл без перерывов. В случае сварки тройниковых соединений с усиливающими накладками должен быть предусмотрен

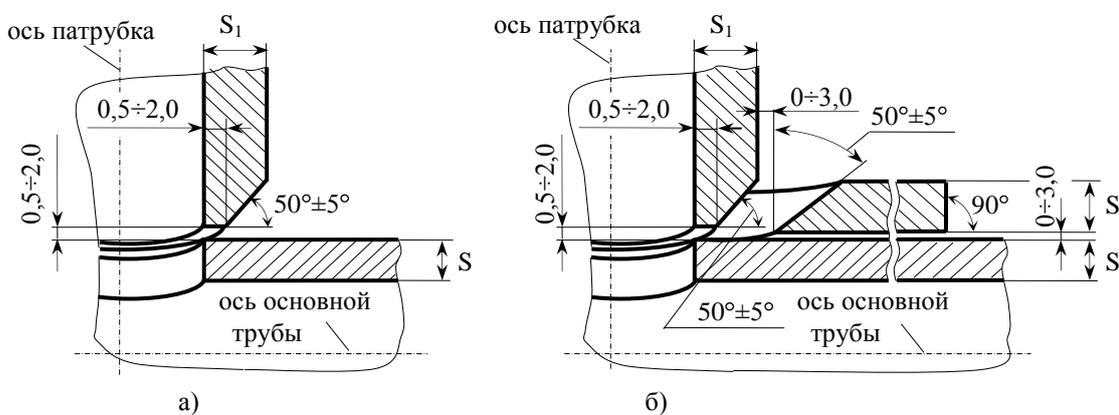
технологический перерыв для выполнения неразрушающего контроля углового сварного соединения «патрубок – труба». Тройниковые соединения свариваются одним сварщиком. В случае вынужденных перерывов в работе необходимо выполнить сопутствующий подогрев до температуры не ниже температуры предварительного подогрева.

9.9.12 В процессе сварки должен осуществляться приемочный пооперационный визуальный контроль каждого слоя шва. Видимые дефекты швов должны своевременно устраняться.

9.9.13 В процессе сварки каждый слой шва должен быть зачищен механическим способом. После завершения сварки облицовочный слой шва должен быть зачищен от шлака и брызг наплавленного металла механическим способом шлифмашинками.

9.9.14 По окончании сварки тройниковые сварные соединения должны быть накрыты влагонепроницаемым теплоизолирующим поясом до полного остывания. На расстоянии от 100 до 150 мм от сварного соединения должны быть нанесены клейма сварщиков несмываемым маркером или краской.

9.9.15 Геометрические параметры разделки кромок торцов патрубков ответвления и усиливающих накладок должны соответствовать требованиям рисунка 9.21.



- а) сварка трубы ответвления (патрубка) с основной трубой;
б) сварка усиливающей накладки с патрубком и основной трубой;
S – толщина стенки основной трубы и усиливающей накладки;
S₁ – толщина стенки трубы ответвления (патрубка)

Рисунок 9.21 – Геометрические параметры сборки тройниковых сварных соединений

9.9.16 Изготовление патрубков и усиливающих накладок следует выполнять заблаговременно в базовых (стационарных условиях).

Накладка изготавливается из трубы того же класса прочности и той же толщины стенки, что и основная труба.

9.9.17 Допускается изготовление усиливающей накладки из двух частей (полуворотников), при этом сварка стыковых швов усиливающих накладок должна выполняться до начала сварки угловых швов усиливающей накладки с патрубком и основной трубой.

Параметры разделки кромок, сборки и сварки стыковых швов полуворотников должны соответствовать требованиям, предъявляемым к ручной дуговой сварке стыковых соединений труб, приведенным в разделе 4.

Сварку тройниковых соединений следует выполнять с применением одной из следующих технологий:

- ручная дуговая сварка электродами с основным видом покрытия (РД);
- ручная аргонодуговая сварка неплавящимся электродом (РАД);
- комбинированная технология сварки, включающая ручную аргонодуговую сварку неплавящимся электродом корневого слоя шва и ручную дуговую сварку электродами с основным видом покрытия заполняющих и облицовочного слоев шва (РАД+РД);
- комбинированная технология сварки, включающая ручную аргонодуговую сварку неплавящимся электродом корневого слоя шва и механизированную сварку порошковой проволокой в среде инертных газов и смесях заполняющих и облицовочного слоев шва (РАД+МПИ).

9.9.18 Сварка должна быть многопроходной, количество слоев должно соответствовать требованиям ОТК. Допускается многоваликовая сварка заполняющих и облицовочного слоев шва.

9.9.19 Сварку каждого валика шва необходимо выполнять участками. Количество участков должно быть не менее 2-х для патрубков менее DN (Ду) 100, не менее 4-х – для патрубков от DN (Ду) 100 до DN (Ду) 150. Каждый последующий участок должен быть диаметрально противоположен

предыдущему участку.

9.9.20 Направление сварки каждого последующего участка должно совпадать с направлением сварки предыдущего участка при вертикальной врезке, либо должно быть противоположным направлению сварки предыдущего участка при горизонтальной врезке.

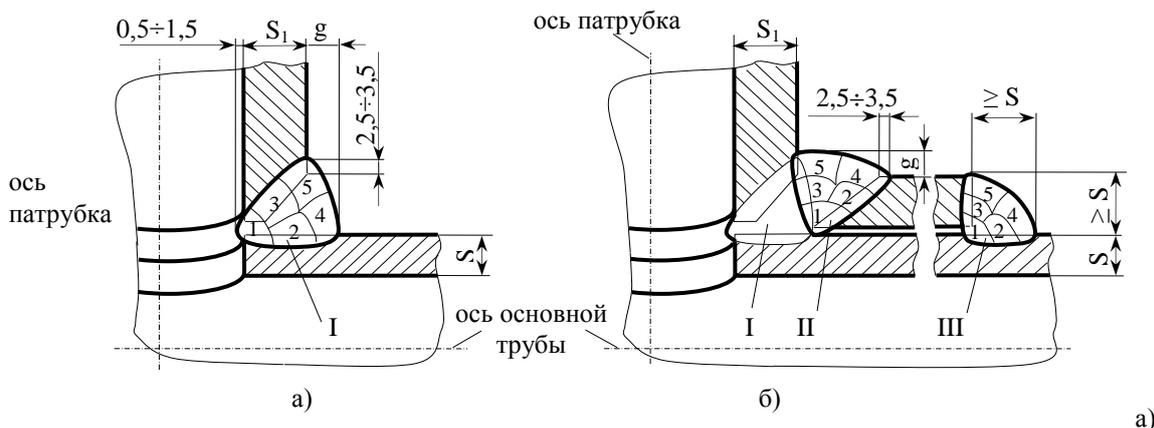
9.9.21 Сварка тройниковых соединений выполняется на подъем.

9.9.22 «Замки» смежных слоев должны быть смещены друг от друга на расстояние от 25 до 30 мм.

9.9.23 Параметры угловых швов тройниковых сварных соединений «патрубок – труба» и «патрубок с усиливающей накладкой – труба» приведены на рисунке 9.22.

9.9.24 Угловые швы приварки патрубка к трубе (шов I,

9.9.25 Рисунок 9.22, б) тройниковых сварных соединений, выполняемых с усиливающими накладками, следует контролировать неразрушающими физическими методами до выполнения сборки и сварки усиливающих накладок.



- сборка тройникового соединения без усиливающей накладки;
- б) сборка тройникового соединения с усиливающей накладкой;
- I – угловой шов патрубок – основная труба;
- II – угловой шов (внутренний) усиливающая накладка – патрубок;
- III – угловой шов (наружный) усиливающая накладка – основная труба;
- S – толщина стенки основной трубы и усиливающей накладки;
- S1 – толщина стенки трубы ответвления (патрубка).
- g – выпуклость углового шва; величина g должна составлять:
 - 3,0+2,0 мм для толщин стенки патрубка до 10,0 мм включительно;
 - 5,0+2,0 мм для толщин стенки патрубка более 10,0 мм.

Рисунок 9.22 – Параметры угловых швов тройниковых сварных соединений

9.9.26 Угловые швы усиливающей накладки с основной трубой (шов III,

9.9.27 Рисунок 9.22, б) могут выполняться одновременно или последовательно со сваркой угловых швов усиливающей накладки с патрубком и трубой (шов II,

9.9.28 Рисунок 9.22, б).

9.9.29 Сварка и неразрушающий контроль качества сварных соединений усиленных патрубков (велдолетов) выполняется в соответствии с требованиями Р Газпром 2-2.2-944-2015.

9.10 Требования к сварке специальных сварных соединений

9.10.1 Типы специальных сварных соединений

9.10.1.1 К специальным сварным соединениям относятся:

– кольцевые стыковые соединения захлестов, прямых вставок (катушек) выполняемые при ликвидации технологических разрывов, а также при сварке обвязочных трубопроводов;

– разнотолщинные сварные соединения труб, труб с соединительными деталями трубопроводов, запорной и регулирующей арматурой;

9.10.1.2 Сварка специальных сварных соединений выполняется в соответствии с разделами 10.7 и 10.8 СТО Газпром 2-2.2-136, разделами 9.6 и 10 СТО Газпром 2-2.2-648 и настоящими ТТ.

9.10.2 Сварка кольцевых стыковых соединений захлестов, прямых вставок (катушек) при ликвидации технологических разрывов

9.10.2.1 Схема сварки стыковых соединений захлестов, прямых вставок (катушек), последовательность выполнения подготовительных, сборочно-сварочных работ должны соответствовать требованиям 10.7.2 СТО Газпром 2-2.2-136-2007 с учетом 9.2.40.

9.10.2.2 Схема сварки стыковых соединений захлестов выбирается исходя из конкретных условий выполнения работ в соответствии с п. 10.7.2.1 СТО Газпром 2-2.2-136-2007.

9.10.2.3 Подготовка кромок труб для захлестных сварных соединений должна выполняться механическим способом станками типа СПК или станками орбитального типа.

9.10.2.4 Для сварки стыковых сварных соединений захлестов, прямых вставок (катушек) могут быть использованы следующие технологии сварки:

– комбинированная технология, включающая механизированную сварку проволокой сплошного сечения в среде защитных газов корневого слоя шва и автоматическую сварку порошковой проволокой в защитных газах заполняющих и облицовочного слоев шва (МП + АПИ);

– комбинированная технология, включающая механизированную сварку проволокой сплошного сечения в среде защитных газов корневого слоя шва и механизированную сварку порошковой проволокой в защитных газах заполняющих и облицовочного слоев шва (МП + МПИ);

– комбинированная технология, включающая ручную дуговую сварку электродами с основным видом покрытия корневого слоя шва и автоматическую сварку порошковой проволокой в защитных газах заполняющих и облицовочного слоев шва (РД + АПИ);

– комбинированная технология механизированной сварки проволокой сплошного сечения в среде защитных газов корневого слоя шва и ручной дуговой сварки электродами с основным видом покрытия на подъем или на спуск заполняющих и облицовочного слоев шва (МП + РД);

– комбинированная технология, включающая ручную дуговую сварку электродами с основным видом покрытия на подъем корневого слоя шва и механизированную сварку порошковой проволокой в среде инертных газов и смесях заполняющих и облицовочного слоев шва (РД + МПИ);

– технология ручной дуговой сварки электродами с основным видом покрытия, включающая ручную дуговую сварку корневого слоя шва на подъем и заполняющих и облицовочного слоев шва на спуск или на подъем (РД). Технологию рекомендуется применять в случаях подготовки кромок газопламенной или плазменной резки и невозможности по условиям выполнения работ применения станков для механической обработки кромок.

9.10.2.5 В процессе сварки захлестного соединения не допускается производить изменение параметров монтажной схемы, зафиксированной к

моменту завершения сборки. Укладку (опускание) приподнятого при монтаже участка (участков) трубопровода разрешается только после завершения сварки облицовочного слоя шва стыкового соединения.

9.10.2.6 Не допускается сварка разнотолщинных труб при монтаже захлестов.

9.10.2.7 Не допускается выполнение захлестов на соединениях труб с СДТ, ТПА.

9.10.2.8 Сварку захлестов, прямых вставок (катушек) следует выполнять в присутствии ответственного руководителя при температуре не ниже минус 40°С, преимущественно в светлое время суток. Запрещается применять нагрев свариваемых элементов для осуществления сборки.

9.10.2.9 Сварку захлестов, прямых вставок (катушек) следует выполнять без перерывов. Не допускается оставлять незаконченными сварные соединения захлестов, прямых вставок (катушек).

9.10.2.10 После окончания сварки захлестное сварное соединение следует накрыть влагонепроницаемым теплоизолирующим поясом до полного остывания.

9.10.3 Сварка разнотолщинных сварных соединений труб, труб с соединительными деталями трубопроводов и трубопроводной арматурой

9.10.3.1 Подготовку, сборку и сварку разнотолщинных сварных соединений следует выполнять в соответствии с требованиями 10.7.1 СТО Газпром 2-2.2-136 и настоящими ТТ.

9.10.3.2 Для сварки разнотолщинных стыковых сварных соединений труб, труб с соединительными деталями трубопроводов, трубопроводной арматурой следует использовать следующие технологии сварки:

– технологию автоматической двухсторонней сварки проволокой сплошного сечения в защитных газах всех слоев шва (ААДП + АПГ, ААДП). Технологии применяются только для сварки кольцевых стыковых соединений разнотолщинных труб при изменении категории линейного участка газопровода;

- технологию автоматической односторонней сварки проволокой сплошного сечения в защитных газах всех слоев шва на медном подкладном кольце (ААДП, АПГ). Технология применяются только для сварки кольцевых стыковых разнотолщинных труб при изменении категории линейного участка газопровода;
- комбинированную технологию в специальную зауженную разделку кромок, включающую автоматическую сварку проволокой сплошного сечения в защитных газах корневого слоя шва и автоматическую сварку порошковой проволокой в защитных газах заполняющих и облицовочного слоев шва (АПГ + АПИ, ААДП + АПИ) при изменении категории линейного участка газопровода;
- комбинированную технологию, включающую механизированную сварку проволокой сплошного сечения в среде защитных корневого слоя шва и автоматическую сварку порошковой проволокой в защитных газах заполняющих и облицовочного слоев шва (МП + АПИ);
- комбинированную технологию, включающую механизированную сварку проволокой сплошного сечения в среде защитных газов корневого слоя шва и механизированную сварку порошковой проволокой в защитных газах заполняющих и облицовочного слоев шва (МП + МПИ);
- комбинированную технологию, включающую ручную дуговую сварку электродами с основным видом покрытия корневого слоя шва и автоматическую сварку порошковой проволокой в защитных газах заполняющих и облицовочного слоев шва (РД + АПИ);
- комбинированную технологию, включающую механизированную сварку проволокой сплошного сечения в среде защитных газов корневого слоя шва и ручную дуговую сварку электродами с основным видом покрытия на подъем или на спуск заполняющих и облицовочного слоев шва (МП + РД);
- комбинированная технология, включающая ручную дуговую сварку электродами с основным видом покрытия на подъем корневого слоя шва и механизированную сварку порошковой проволокой в защитных газах заполняющих и облицовочного слоев шва (РД + МПИ);

– технологию ручной дуговой сварки электродами с основным видом покрытия, включающую сварку корневого слоя шва на подъем и сварку заполняющих и облицовочного слоев шва на спуск или на подъем (РД).

9.10.3.3 При сварке разнотолщинных соединений труб, труб с СДТ, ТПА номинальным диаметром DN (Ду) 1000 и более с внутренней разнотолщинностью в случае выполнения корневого шва механизированной или ручной дуговой сваркой покрытыми электродами должна быть произведена его подварка изнутри трубы по всему периметру сварного соединения.

9.10.3.4 Подварка по всему периметру не требуется в следующих случаях:

– при совпадении свариваемых кромок по внутреннему диаметру;

– при выполнении разнотолщинных сварных соединений труб на линейной части двухсторонней автоматической сваркой в защитных газах проволокой сплошного сечения;

– при выполнении разнотолщинных сварных соединений труб на линейной части односторонней сваркой проволокой сплошного сечения в защитных газах на медном подкладном кольце проволокой сплошного сечения;

– при выполнении разнотолщинных сварных соединений по комбинированной технологии в специальную зауженную разделку кромок, включающей автоматическую сварку проволокой сплошного сечения в защитных газах корневого слоя шва.

В перечисленных случаях подваривают участки корневого шва в местах видимых изнутри поверхностных дефектов корневого слоя шва (непроваров, несплавлений, подрезов), а также участки со смещениями кромок более 2,0 мм.

9.10.3.5 Допускается, при необходимости, выполнять подварку корневого слоя шва разнотолщинных сварных соединений номинальным диаметром DN (Ду) менее 1000 при наличии технической возможности выполнения подварочного слоя шва изнутри и инструкции по безопасности проведения работ, разработанной и утвержденной в установленном порядке организацией, выполняющей сварочно-монтажные работы.

9.11 Требования к ремонту сварных соединений

9.11.1 Исправление дефектов (ремонт) сварных соединений, выполненных способами сварки, регламентированными настоящими ТТ, следует выполнять ручной дуговой сваркой электродами с основным видом покрытия на подъем с учетом требований и рекомендаций СТО Газпром 2-2.2-136 (п. 10.7.3).

9.11.2 Допускается ремонт сваркой следующих дефектов сварных соединений: шлаковых включений; металлических включений (вольфрамовых включений, локальных включений меди при сварке корневого шва на медном подкладном кольце); пор; непроваров; несплавлений; дефектов формы шва (провисов и вогнутости корневого шва, подрезов, наплывов).

9.11.3 Ремонт трещин не допускается. Кратерные трещины, обнаруживаемые при визуальном контроле (осмотре шва) в процессе сварки, следует удалять путем вышлифовки.

9.11.4 Сварное соединение ремонтируется, если суммарная протяженность всех выявленных дефектов меньше $1/6$ части периметра сварного соединения, в противном случае сварное соединение подлежит вырезке.

Если сварное соединение расположено в зоне пересечения активных тектонических разломов, а также в зоне прокладки в многолетнемерзлых грунтах в районах с сейсмичностью свыше 8 баллов по шкале MSK-64, то сварное соединение ремонтируется, если суммарная протяженность всех выявленных дефектов меньше $1/8$ части периметра сварного соединения.

9.11.5 Ремонт по результатам НК допустим в случаях описанных в п.11.5.7.

9.11.6 Длина единовременно ремонтируемого участка не должна превышать:

– 300 мм – для сварных соединений диаметром от 720 до 1420 мм включительно;

– 270 мм – для сварных соединений диаметром от 530 до 720 мм включительно.

– не более 10% периметра для сварных соединений диаметром свыше 57 до 325 мм включительно.

9.11.7 При подготовке дефектного участка к ремонту следует соблюдать следующие требования:

- длина участка выборки (вышлифовки) должна превышать фактическую длину дефекта не менее чем на 30 мм в каждую сторону для сварных соединений диаметром от 325 мм;
- глубина вышлифованного участка должна превышать глубину залегания дефекта на 1 - 2 мм.

9.11.8 Минимальная длина участка вышлифовки должна превышать:

- 150 мм для сварных соединений диаметром от 820 до 1420 мм;
- 100 мм для сварных соединений диаметром от 530 до 720 мм.

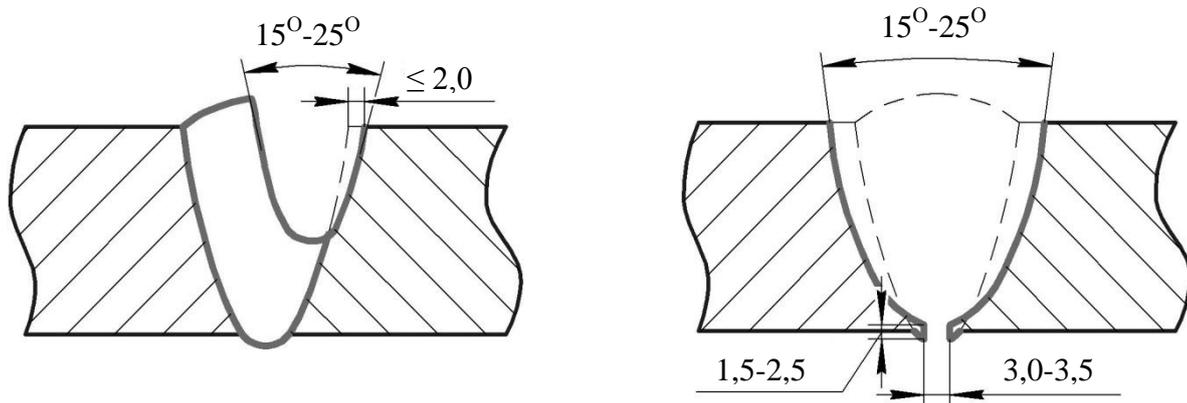
9.11.9 Ремонт сварных соединений труб, труб с СДТ, ТПА диаметром 1020 мм и более выполняют снаружи или изнутри трубы, в зависимости от глубины залегания дефекта. и наличия доступа к сварному соединению изнутри трубы.

9.11.10 Ремонт сварных соединений труб, СДТ, ТПА диаметром менее 1020 мм осуществляют только снаружи трубы. Допускается выполнение ремонта изнутри трубы при наличии доступа к ремонтируемому шву и инструкции по безопасности проведения работ, разработанной и утвержденной в установленном порядке организацией, выполняющей сварочные работы.

9.11.11 Ремонт изнутри трубы выполняется в том случае, если дефекты расположены в корневом слое шва, подварочном слое и в горячем проходе (первом заполняющем слое). Ремонт дефектов в горячем проходе (первом заполняющем слое) может осуществляться снаружи трубы.

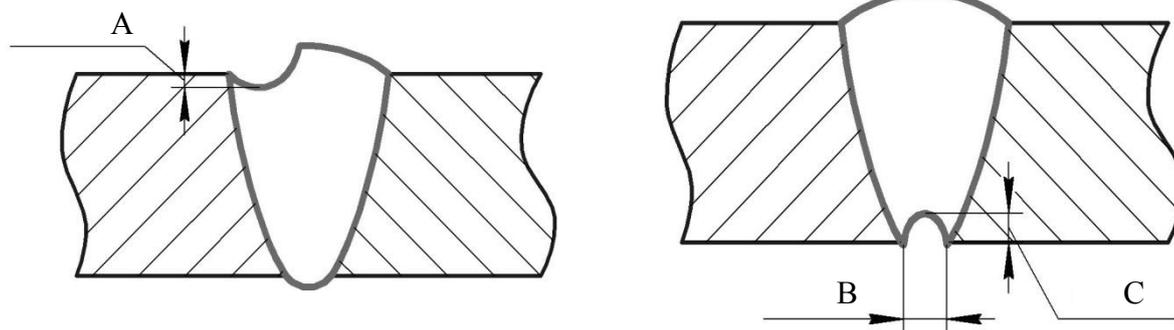
9.11.12 Выборку дефектов сварных соединений, выполненных односторонней и двухсторонней автоматической электродуговой сваркой в специальную заузенную разделку кромок, следует производить согласно рисунку 9.23. Выборку дефектов сварных соединений, выполненных односторонней автоматической, механизированной и ручной электродуговой сваркой в нормативную (заводскую) разделку кромок (в т.ч. по комбинированной технологии), следует производить согласно рисунку 9.24.

Выборку дефектов сварных соединений, выполненных двухсторонней автоматической сваркой под флюсом, следует производить согласно рисунку 9.27.



а) выборка дефектов заполняющих слоев сварного шва

б) выборка дефектов корневого слоя шва при ремонте снаружи трубы

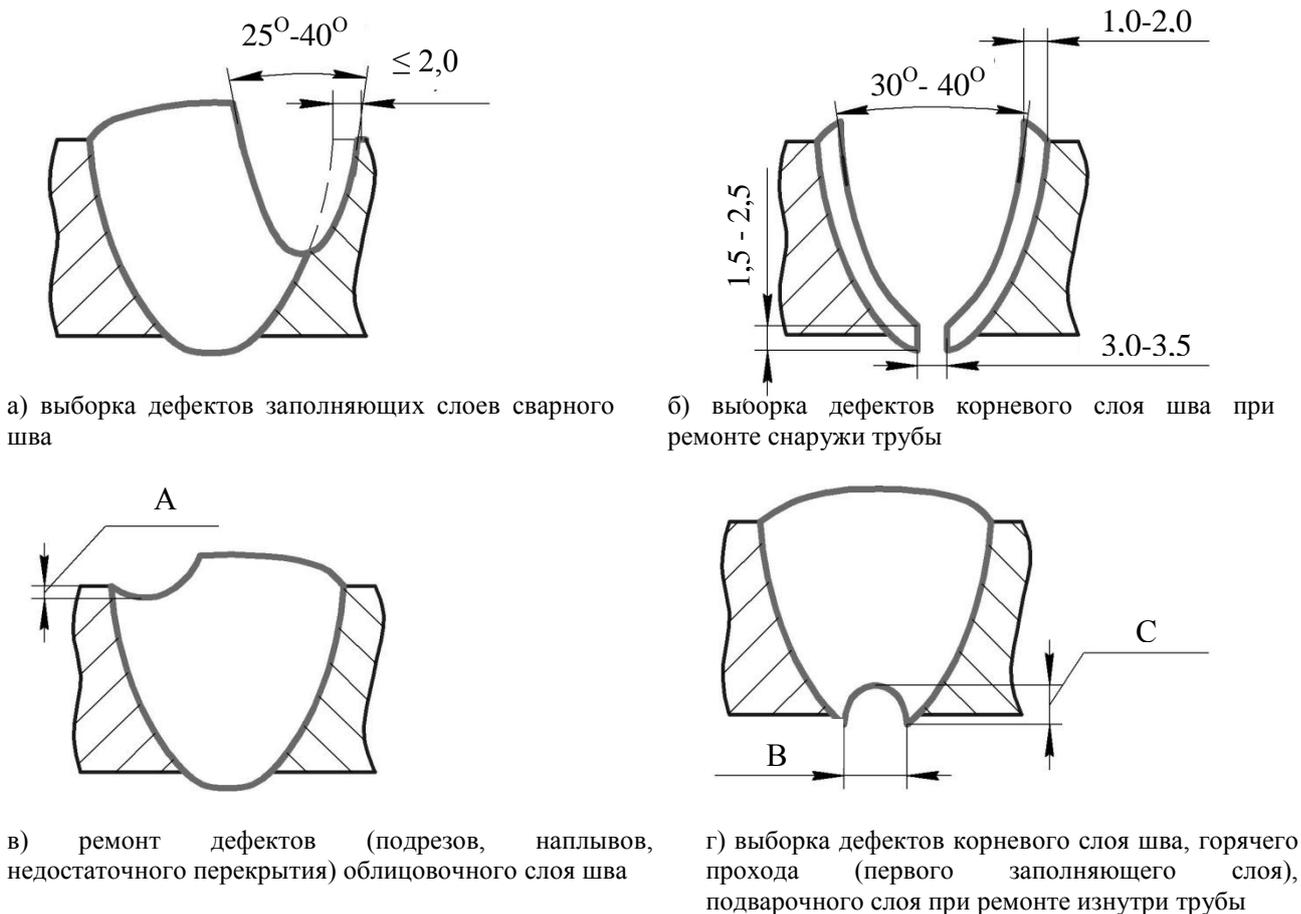


в) выборка дефектов (подрезов, наплывов, недостаточного перекрытия) облицовочного слоя шва,

г) выборка дефектов корневого слоя шва, горячего прохода (первого заполняющего слоя), подварочного слоя при ремонте изнутри трубы

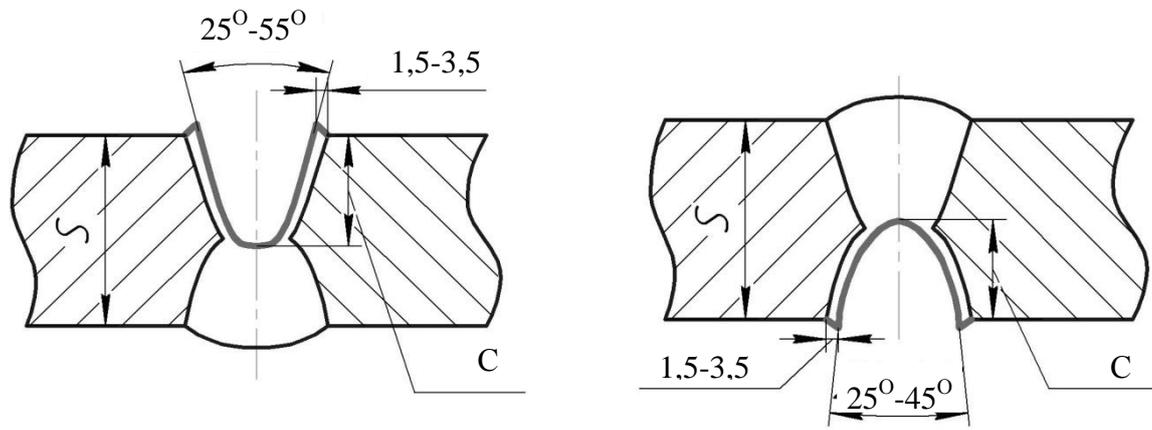
Размер «А»	Не менее 5 мм – для соединений из сталей прочностных классов К55-К60 включительно
	Не менее 2 мм – для соединений из сталей прочностных классов до К54 включительно
Размер «В»	Не более 7 мм - при ремонте дефектов корневого слоя шва
	Не более 11 мм – при ремонте дефектов горячего прохода (первого заполняющего слоя)
	Не более 10 мм – при ремонте дефектов подварочного слоя шва
Размер «С»	Не более 6 мм - при ремонте дефектов корневого слоя шва
	Не более 9 мм – при ремонте дефектов горячего прохода (первого заполняющего слоя)
	Не более 3 мм – при ремонте дефектов подварочного слоя шва

Рисунок 9.23 – Форма и геометрические параметры выборки дефектов кольцевых стыковых сварных соединений, выполненных односторонней и двухсторонней автоматической электродуговой сваркой в специальную зауженную разделку кромок



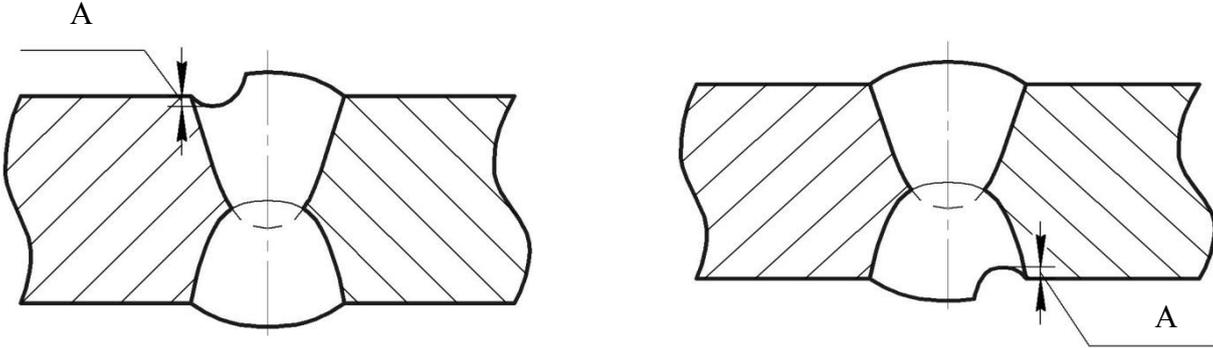
Размер «А»	Не менее 5 мм – для соединений из сталей прочностных классов К55-К60 включительно
	Не менее 2 мм – для соединений из сталей прочностных классов до К54 включительно
Размер «В»	Не более 7 мм - при ремонте дефектов корневого слоя шва
	Не более 12 мм – при ремонте дефектов горячего прохода (первого заполняющего слоя)
	Не более 10 мм – при ремонте дефектов подварочного слоя шва
Размер «С»	Не более 7 мм - при ремонте дефектов корневого слоя шва
	Не более 10 мм – при ремонте дефектов горячего прохода (первого заполняющего слоя)
	Не более 3 мм – при ремонте дефектов подварочного слоя шва

Рисунок 9.24 – Форма и геометрические параметры выборки дефектов кольцевых стыковых сварных соединений, выполненных односторонней автоматической, механизированной и ручной электродуговой сваркой в нормативную (заводскую) разделку кромок (в т.ч. по комбинированной технологии)



а) выборка дефектов первого наружного и последующих заполняющих слоев шва б) выборка дефектов внутреннего слоя шва при ремонте изнутри трубы

Размер «С» ≤ 0,5S + 3,0 мм, где 16 мм ≤ S < 18 мм
Размер «С» ≤ 0,5S + 4,5 мм, где 18 мм ≤ S ≤ 22 мм
Размер «С» ≤ 0,5S + 6,0 мм, где 22 мм < S ≤ 28 мм



в) ремонт дефектов (подрезов, наплывов и др.) облицовочного слоя шва г) выборка дефектов (подрезов, наплывов и др.) внутреннего слоя шва при ремонте изнутри трубы

Размер «А»	Не менее 5 мм – для соединений из сталей прочностных классов К55-К60 включительно
	Не менее 2 мм – для соединений из сталей прочностных классов до К54 включительно

Рисунок 9.25 – Форма и геометрические параметры выборки дефектов кольцевых стыковых сварных соединений, выполненных двухсторонней автоматической сваркой под флюсом

9.11.13 При ремонте заполняющих слоев шва выполняется частичная U-образная выборка по глубине шва рисункам 9.23 а); 9.24 а), 9.25 а). Выборки, представленные на рисунках 9.23, 9.24 а) и 9.25 а), в зависимости от расположения дефекта могут быть также выполнены по оси симметрии шва.

9.11.14 Ремонт дефектов корневого слоя шва кольцевых стыковых сварных соединений при невозможности доступа к ремонтируемому участку изнутри трубы, может выполняться снаружи (со сквозным пропилом) при условии, что дефекты расположены по центру (по оси) слоя. В данном случае должна быть обеспечена U-образная выборка части шва (см. 9.23, б) или части шва (см. рисунок 9.24, б) до остаточной толщины шва $2,0 \div 2,5$ мм, и последующим сквозным пропилом оставшейся части шва шлифовальным кругом толщиной от 2,0 до 3,0 мм.

9.11.15 Ремонт со сквозным пропилом не осуществляется для сварных соединений диаметром 1020-1420 мм, выполненных на трубосварочных базах с применением автоматической сваркой под флюсом. В данном случае ремонт сварных соединений трубных секций следует производить в удобном для выборки дефекта и последующей сварки пространственном положении. На трубосварочных базах односторонней сварки (типа ССТ-ПАУ и ТСК) при выборке дефектов следует руководствоваться схемами, представленными на рисунке 9.24 а);в);г), а на трубосварочных базах двухсторонней сварки (типа БТС) - представленными на рисунке 9.25 а) ÷ г).

9.11.16 При выборке снаружи трубы дефектов сварных соединений, выполненных в нормативную (заводскую) разделку кромок, ширина раскрытия кромок должна быть меньше ширины облицовочного слоя на величину от 2,0 до 4,0 мм (см. Рисунок 9.23 г).

9.11.17 При ремонте подрезов, наплывов или недостаточного перекрытия в облицовочном слое шва выполняется вышлифовка части сечения с глубиной выборки не менее 5 мм. Ширина выборки устанавливается таким образом, чтобы ширина ремонтируемого шва не вышла за пределы допустимой величины (габариты шва). Глубина выборки при ремонте сварных соединений из сталей класса прочности от К55 до К60 (категории прочности Х65, Х70) включительно должна быть не менее 5 мм, а из сталей прочностных классов до К54 – не менее 2 мм. Ремонт данного вида дефектов в сварных соединениях из сталей прочностных классов от К55 до К60 включительно выполняется наложением

двух-трех валиков, а в сварных соединениях из сталей прочностных классов до К54 включительно – одного-двух валиков. Допускается увеличение ширины шва на участке ремонта не более чем на 2,0 мм (см. рисунок 9.23 в); 9.24 в). При ремонте подрезов в облицовочном и внутреннем слоях шва, выполненного двухсторонней автоматической сваркой под флюсом, следует руководствоваться рисунком 9.25 б).

9.11.18 При выборке изнутри трубы дефектов сварных соединений, выполненных в специальную зауженную разделку кромок или в нормативную (заводскую) разделку кромок, ширина раскрытия кромок и глубина выборки в зависимости от расположения дефекта варьируются в соответствии с рисунком 9.23 г) и 9.24 г).

9.11.19 Во всех случаях выборка дефектных участков должна осуществляться механическим способом шлифмашинкой.

9.11.20 Выборку дефектных участков сварных соединений, выполненных в нормативную (заводскую) разделку кромок, длиной более 200 мм допускается выполнять воздушно-дуговой строжкой с последующей механической обработкой мест выборки шлифмашинками на глубину не менее 1,0 мм.

9.11.21 До начала сварки должен быть выполнен предварительный подогрев согласно п. 9.2.24 выборки дефектного участка:

- на расстоянии не менее 100 мм от границ выборки при длине выборки до 150 мм включительно;
- всего периметра сварного соединения при длине выборки более 150 мм.

9.11.22 Для наружных или внутренних дефектных участков с длиной выборки менее 150 мм допускается осуществлять местный подогрев однопламенной горелкой, при длине выборки от 150 до 300 мм – установкой индукционного нагрева или кольцевой горелкой.

9.11.23 Ручная дуговая сварка при ремонте кольцевых стыковых сварных соединений труб, труб с СДТ, ТПА должна выполняться электродами с основным видом покрытия на подъем, при этом корневого слоя шва выполняется

электродами диаметром от 2,50 до 3,25 мм, заполняющие и облицовочный слой шва выполняются электродами диаметром от 3,00 до 3,25 мм.

9.11.24 В процессе сварки следует контролировать межслойную температуру. Межслойная температура должна соответствовать требованиям 9.2.

9.11.25 Повторный ремонт одного и того же дефектного участка не разрешается. Сварное соединение должно быть вырезано. Минимальная длина прямой вставки (катушки), ввариваемой на место вырезанного сварного соединения – не менее диаметра трубы.

9.11.26 К ремонтным работам допускаются сварщики ручной дуговой сварки, успешно прошедшие допускные испытания по выполнению ремонтных работ в соответствии с аттестованной технологией сварки. Ремонт сварного соединения должен выполнять один сварщик.

9.12 Требования к сварке выводов электрохимической защиты

9.12.1 Сварку (далее приварку) выводов ЭХЗ следует выполнять:

- ручной дуговой сваркой покрытыми электродами;
- термитной сваркой (с применением паяльно-сварочных стержней, разовых или многоразовых тигель-форм с термитной смесью, термокарандашей с многоразовой тигель-формой);
- контактной точечной (конденсаторной) сваркой (способ КТС);
- высокотемпературной дуговой штифтовой пайкой (способ ПАК).

9.12.2 Материалы (электроды для ручной дуговой сварки, термитные смеси, паяльно-сварочные стержни, термокарандаши) и оборудование (для способов КТС и ПАК) должны быть внесены в соответствующие Реестры ПАО «Газпром» и применяться согласно указанной области применения по нормативным документам ПАО «Газпром» и технологическим инструкциям (способы КТС и ПАК), согласованным с ПАО «Газпром».

9.12.3 Общие требования к выполнению сварки выводов ЭХЗ должны соответствовать п. 10.9 СТО Газпром 2-2.2-136, Технологической инструкции [27], Технологической инструкции [28], Технологической инструкции [29].

10 Требования к термической обработке сварных соединений

10.1 Виды и способы термической обработки

10.1.1 Основным видом послесварочной термической обработки кольцевых сварных соединений газопровода «Сила Сибири» является местный высокий отпуск, проводимый в соответствии с СТО Газпром 2-2.2-798 и настоящими ТТ.

10.1.2 Термическая обработка применяется:

- для улучшения свойств сварных соединений;
- для снижения уровня или полного снятия остаточных напряжений.

10.1.3 Термообработку допускается проводить индукционным, радиационным и комбинированным способами.

10.1.4 Термообработку следует выполнять не позднее чем через 72 часа после окончания сварки.

10.2 Сварные соединения, подлежащие термической обработке

10.2.1 Термической обработке для улучшения свойств подлежат:

– сварные соединения приварки ложементов надземных газопроводов в местах установки «мертвых» опор;

– стыковые сварные соединения труб, труб с СДТ с толщинами стенок (свариваемой кромки) более 32,0 мм на участках пересечения активных тектонических разломов, а также участков прокладки в многолетнемерзлых грунтах в районах с сейсмичностью свыше 8 баллов по шкале MSK-64 в случае, если значения трещиностойкости (CTOD) сварных соединений ниже регламентированных разделом 7 (трещиностойкость сварных соединений определяется в процессе испытаний технологий сварки);

– угловые сварные швы тройниковых соединений (врезок), выполняемых в монтажных условиях, с патрубками ответвления, изготавливаемыми из труб с толщиной стенки свыше 16,0 мм;

– разнородные стыковые сварные соединения труб из

низкоуглеродистых низколегированных сталей вне зависимости от толщины с разностью в классе прочности (ΔK), превышающей $8,0 \text{ кгс/мм}^2$ (80 МПа);

– сварные соединения газопровода «Сила Сибири» в случае если технология сварки не обеспечивает соответствие их свойств требованиям проектной документации и настоящих ТТ, установленные в ходе совмещенных испытаний технологий сварки.

10.3 Параметры термического цикла термообработки

10.3.1 Параметры режимов термообработки приведены в таблице 10.1.

10.3.2 В режиме «нагрев» контролируют скорость нагрева (см. таблица 10.1, колонка 4). Режим завершается после достижения температуры выдержки на границе зоны равномерного нагрева.

10.3.3 В режиме «выдержка» поддерживают температуру, указанную в колонке 3 таблицы 10.1. Продолжительность режима указана в колонке 5 таблицы 10.1.

10.3.4 В режиме «охлаждение» контролируют скорость охлаждения (см. таблицу 10.1, колонка 6). Замедленное охлаждение осуществляют под теплоизоляцией.

10.3.5 При термообработке сварного соединения различают следующие зоны нагрева:

– равномерного (эффективного) нагрева, температура которого по выходе на этап выдержки находится в интервале, указанном в колонке 3 таблицы 10.1;

– полного нагрева под нагревательным поясом (индуктором);

– тепловой изоляции под теплоизолирующим поясом (матами).

10.3.6 Положение зон нагрева при термообработке стыковых сварных соединений представлено на рисунке 10.1, нахлесточных и угловых сварных соединений – на рисунке 10.2. Расположение теплоизоляции на рисунках 10.1 и 10.2 соответствует радиационному и комбинированному способам нагрева. При индукционном способе нагрева теплоизоляция располагается между изделием и индуктором. Температура участка равномерного нагрева, в том числе и по

толщине стенки, при выдержке должна находиться в интервале, указанном в колонке 3 таблицы 10.1. Температура на границе зоны равномерного (эффективного) нагрева должна быть не меньше значения, указанного в колонке 3 таблицы 10.1.

Таблица 10.1 – Режимы термической обработки сварных соединений газопроводов

Система легирования	Структурно-фазовый состав стали	Интервал температур термообработки, °С	Скорость нагрева, °С/ч	Время выдержки, ч.	Скорость охлаждения, °С/ч
Углеродистые (К42) и низколегированные, кремнемарганцовистые (К48) стали	Ферритно-перлитный	620±10	не более 200 при температуре свыше 300°С	2 мин. на 1 мм толщины стенки, но не менее 1 ч.	Контролируемая, не более 200 от температуры термообработки до 300 °С. Дальнейшее охлаждение - при выключенном источнике нагрева совместно с нагревательным элементом под слоем теплоизоляции до 100 °С
Низколегированные кремнемарганцовистые микролегированные стали, с контролируемой прокаткой листа (К60)	Ферритно-перлитно-бейнитный	580±10			

10.3.7 Температура на границе нагревательного пояса (на границе зоны полного нагрева) при выдержке должна быть не менее 300°С.

10.3.8 В случае термообработки сварных соединений труб с заводской изоляцией, она должна быть зачищена на расстояние не менее 600 мм в обе стороны от стыкового соединения.

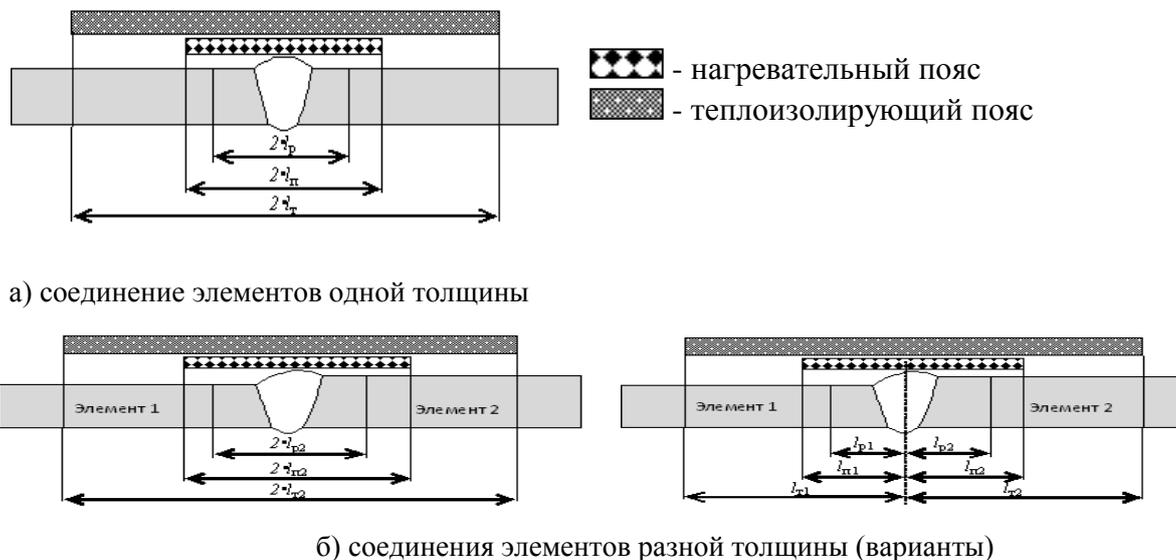


Рисунок 10.1 – Зоны нагрева при термической обработке стыковых сварных соединений

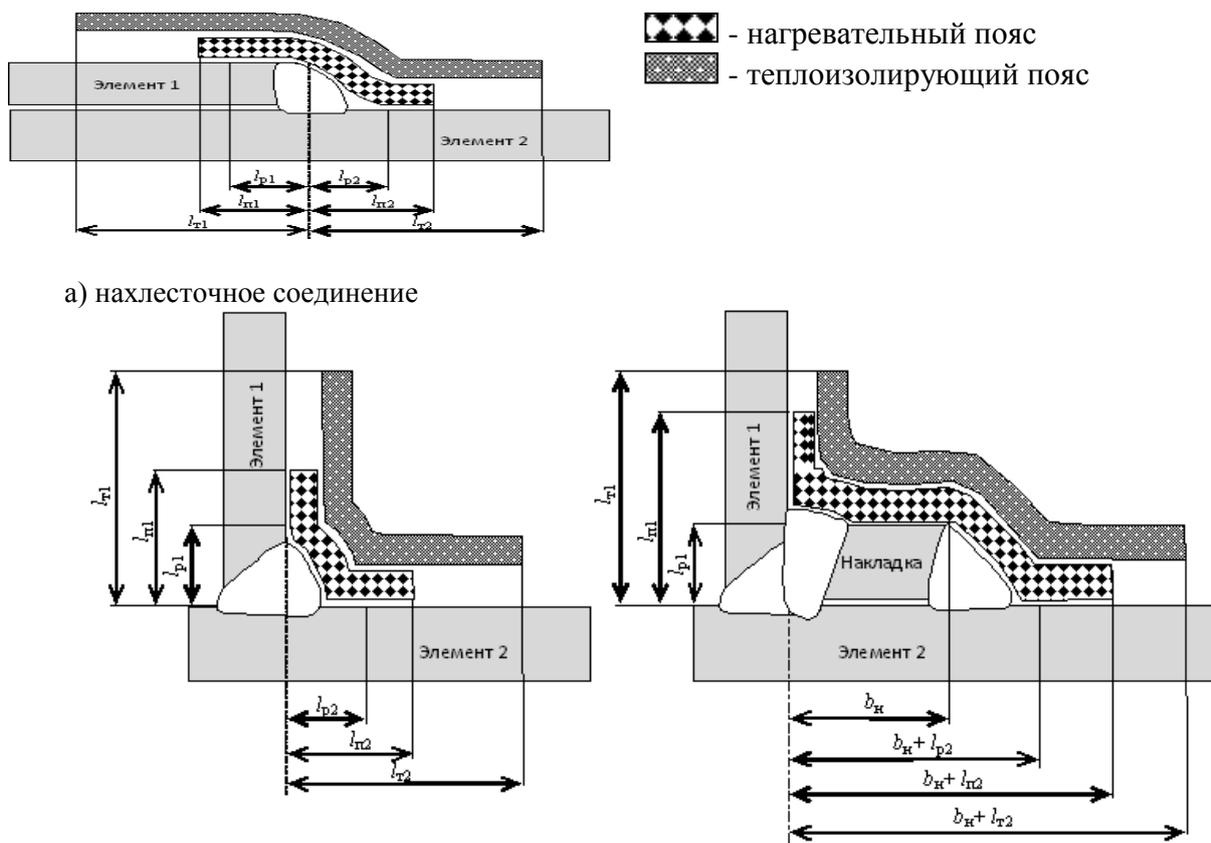


Рисунок 10.2 – Зоны нагрева при термической обработке нахлесточных и угловых сварных соединений

10.3.9 При термообработке для улучшения свойств сварного соединения размеры зон нагрева должна составлять:

- минимально допустимая ширина зоны равномерного (эффективного) нагрева l_p в каждую сторону от центра шва должна составлять от полутора до двух с половиной толщин стенки свариваемого элемента;

- минимальная ширина зоны полного нагрева l_p в каждую сторону от центра сварного шва должна составлять от трех до пяти толщин стенки свариваемого элемента;

- минимальная ширина зоны l_T , покрытой тепловой изоляцией в каждую сторону от центра сварного шва должна составлять от шести до десяти толщин стенки свариваемого элемента.

10.3.10 Для снижения или полного снятия остаточных напряжений размер зоны нагрева в каждую сторону от центра шва должна составлять:

$$l_p = 0,89 \cdot 1 - 0,27 \cdot k_\sigma \cdot \overline{D \cdot \delta}, (10.1)$$

$$l_{II} = 1,77 \cdot \overline{D \cdot \delta}, (10.2)$$

$$l_T = 3,55 \cdot \overline{D \cdot \delta}, (10.3)$$

где δ - толщина стенки нагреваемого элемента, мм;

l_p - ширина зоны равномерного нагрева в сторону элемента с толщиной δ , мм;

l_{II} - ширина зоны полного нагрева в сторону элемента с толщиной δ , мм в каждую сторону от центра сварного шва;

l_T - ширина зоны, покрытой тепловой изоляцией в сторону элемента с толщиной δ , мм в каждую сторону от центра сварного шва;

D - наружный диаметр элемента с толщиной δ , мм;

$k_\sigma = \sigma / \sigma_T$ - коэффициент снижения остаточных напряжений;

σ - целевое остаточное напряжение, МПа;

σ_T - нормативный предел текучести элемента с толщиной δ , МПа.

10.3.11 При расчете ширины зон по формулам 10.1 - 10.3 под толщиной стенки нагреваемого элемента понимается:

– толщина каждого из элементов разнотолщинного стыкового сварного соединения;

– толщины элементов угловых и тройниковых соединений, за исключением толщин кольцевых усиливающих накладок;

– высота разделки кромок для элементов переменной толщины.

10.3.12 Сварные соединения прямых врезок с кольцевыми усиливающими накладками шириной до 200 мм на основной трубе (угловое «труба-патрубок-накладка» и нахлесточное «труба-накладка») допускается нагревать совместно (см. Рисунок 10.2).

10.3.13 При термической обработке разнородных сварных соединений, для которых, согласно таблице 10.1, различаются параметры термического цикла и отсутствует техническая возможность отдельного управления режимом

термообработки каждой из частей сварного соединения, необходимо руководствоваться следующими правилами:

- температуру отпуска выбирать из общего для обоих элементов температурного интервала;
- принять минимальное время выдержки;
- принять минимальную скорость нагрева;
- принять минимальную скорость охлаждения.

10.4 Подготовка сварных соединений и участка трубопровода к термообработке

10.4.1 Сварные соединения трубопровода, предназначенные для термообработки, не должны подвергаться внешним ударным и статическим изгибающим нагрузкам. Непосредственно перед термообработкой сварных соединений необходимо:

- устранить заземления и внешние дополнительные нагрузки;
- разгрузить сварной стык от веса трубопровода путем установки временных опор по обе стороны от стыкового соединения на расстоянии от 1,0 м до 1,5 м от центра сварного соединения для обеспечения свободного осевого перемещения. Временные опоры допускается убирать только после полного остывания подвергнутого термической обработке стыкового соединения;
- провести очистку поверхности сварного соединения;
- установить (по возможности) внутреннюю теплоизоляцию на сварной стык;
- установить (по возможности) на один или оба конца газопровода временные заглушки или экраны, вводимые во внутреннюю полость, для исключения циркуляции воздуха (газа) внутри газопровода;
- установить на сварное соединение инвентарные укрытия для защиты от атмосферных осадков, ветра и т.п.

10.4.2 Термопары для контроля температуры должны быть установлены на внешней поверхности нагреваемых деталей в двух точках - в сварном шве и на

границе нагревательного пояса (индуктора). Минимальное количество участков с термопарами по контуру трубы должно соответствовать таблице 10.2.

10.4.3 При термообработке должна проводиться автоматическая запись показаний термопар.

10.4.4 Разрешение на проведение термической обработки подписывается до начала ее выполнения представителями Заказчика и Подрядчика. Перед началом проведения термической обработки должно быть предъявлено заключение по НК, подписанное в установленном порядке.

Таблица 10.2 – Положение и количество участков для контроля температур и твердости по контуру (окружности) сварного соединения *

Диаметр контура (окружности) сварного соединения, мм	Количество и расположения участков с контрольными термопарами
До 100	Один участок в положении 12 часов
Свыше 100 до 300	Два участка (1-й в положении 12 часов, 2-й - в положении 6 часов)
Свыше 300	Четыре участка, равномерно распределенные по контуру поперечного сечения трубы (обычно, в положениях 12, 3, 6 и 9 часов)
Примечание. * Для угловых сварных соединений труб (врезок) за диаметр контура принимают номинальный диаметр трубы (врезки).	

10.4.5 При необходимости ремонта сварного соединения, подлежащего термообработке по заключению неразрушающего контроля, термообработка проводится после ремонта и повторного контроля.

10.5 Контролируемые параметры термообработки

10.5.1 При подготовке и выполнении термической обработки должны контролироваться геометрические и тепловые параметры термического цикла на соответствие требованиям подраздела 10.3.

10.5.2 К геометрическим контролируемым параметрам относятся:

- ширина зоны равномерного (эффективного) нагрева l_p , контролируемая по распределению температур в сварном соединении после выхода на режим «выдержки»;
- ширина зоны полного нагрева l_n , равная протяженности нагревателя, которая должна соответствовать п.10.3.10;
- ширина зоны тепловой изоляции l_T , равная протяженности тепловой изоляции.

10.5.3 К тепловым контролируемым параметрам термообработки относятся:

- температура металла шва, контролируемая на протяжении всего процесса;

- температура зоны термического влияния, фиксируемая на протяжении всего процесса;

- температура основного металла на границе нагревательного пояса (индуктора), фиксируемая на протяжении всего процесса;

- распределение температур по толщине стенки в зоне равномерного нагрева (определяется по требованию заказчика при наличии технической возможности).

- скорость нагрева сварного соединения в температурном интервале из колонки 4 таблицы 10.1, определяемая графоаналитическим способом по записи диаграммы термического цикла либо с использованием программного обеспечения, входящего в комплект системы управления;

 - время выдержки;

- скорость охлаждения металла шва и ЗТВ в температурном интервале из колонки 6 таблицы 10.1, определяемая графоаналитическим способом по записи диаграммы термического цикла либо с использованием программного обеспечения, входящего в комплект системы управления.

10.5.4 Термопары, используемые для контроля параметров, являются контрольными. Управление нагревом, выдержкой и охлаждением при термообработке осуществляют с помощью регулирующих термопар, положение которых определяется техническим руководством по эксплуатации оборудования.

10.6 Оценка и оформление результатов термической обработки

10.6.1 Результат термообработки оценивается по диаграммам термообработки.

10.6.2 В случае соответствия зафиксированных на диаграмме параметров

термообработки указаним, приведенным в таблице 10.1, сварные соединения подвергают 100% контролю ультразвуковым методом в соответствии с требованиями раздела 11.

10.6.3 На всех сварных соединениях после окончания термообработки должно быть проведено измерение твердости металла сварного соединения по Виккерсу.

10.6.4 Требования к значениям твердости для отдельных зон сварного соединения из малоуглеродистых низколегированных сталей представлены в таблице 10.3.

Таблица 10.3 – Допустимые значения твердости сварных соединений углеродистых, малоуглеродистых низколегированных сталей после высокого отпуска

Система легирования основного металла	Класс прочности	Допустимая твердость HV ₁₀	
		Шов	ЗТВ
Углеродистые и низколегированные, кремнемарганцовистые	K42 ÷ K56	не более 280	не более 280
Низколегированные кремнемарганцовистые микрелегированные стали, с контролируемой прокаткой листа	K60	не более 300	не более 300

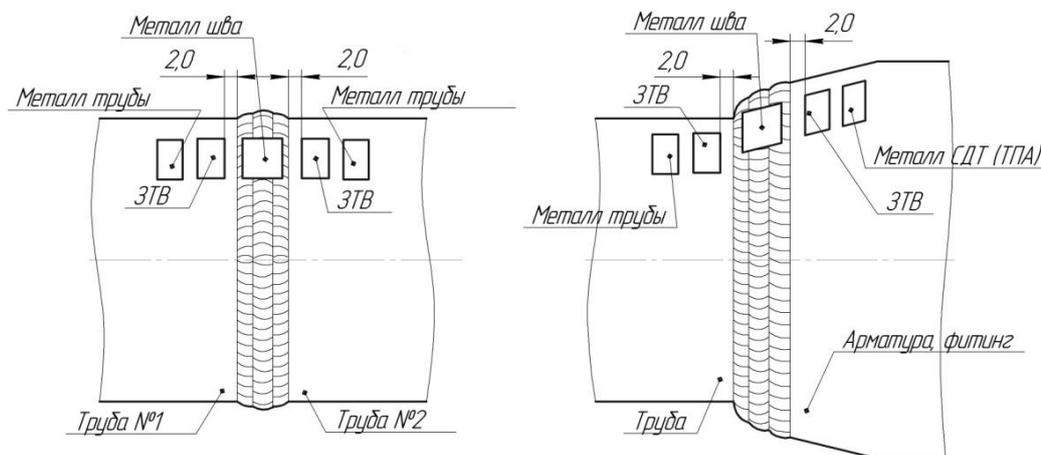
10.6.5 Твердость разнородного сварного соединения должна быть измерена по обе стороны от сварного соединения.

10.6.6 Измерение твердости в полевых условиях осуществляют с помощью переносных твердомеров динамического действия, например марок марки «Темп-2» фирмы НПП «Технотест-М»(Россия), ТДМ-2 фирмы ООО«НПК «Луч» (Россия)», «Динамик» фирмы «Крауткремер» (Германия), «Эквотип» фирмы «Хеллинг» (Швейцария). Измерения проводят в трех зонах сварного соединения на участках, расположенных по его контуру в соответствии с таблицей 10.2 . Температура поверхности в районе измерения твердости должна находиться в диапазоне от 0°С до плюс 40°С.

10.6.7 Измерения проводят на поверхности облицовочного слоя, в зоне термического влияния на расстоянии 2 - 5 мм от линии сплавления и на участке основного металла (см. рисунок 10.3). Контролируемые участки разнотолщинных элементов и прямых врезок показаны на рисунках 10.3 и 10.4.

10.6.8 Подготовку сварного соединения для замера твердости производят с

помощью напильников или других приспособлений для создания гладкой поверхности без заметных рисок и царапин. Поверхность обрабатывается сначала драчевым, затем личневым напильниками или иным (механизированным) способом, обеспечивающим необходимую шероховатость поверхности. Конкретные требования к подготовке поверхности для измерения твердости приводятся в паспортах на твердомеры.



а) соединение «труба-труба» б) соединение «труба-фитинг» или «труба-кран»

Рисунок 10.3 – Схема расположения участков сварного соединения для замеров твердости

10.6.9 Замер твердости в зоне термического влияния проводят на площадке шириной не менее 10 мм и длиной не менее 30 мм.

10.6.10 Замер твердости на поверхности облицовочного слоя и основного металла проводят на площадке площадью не менее 500 мм².

10.6.11 На каждой площадке производят не менее пяти нагружений на расстоянии не менее 5 мм друг от друга.

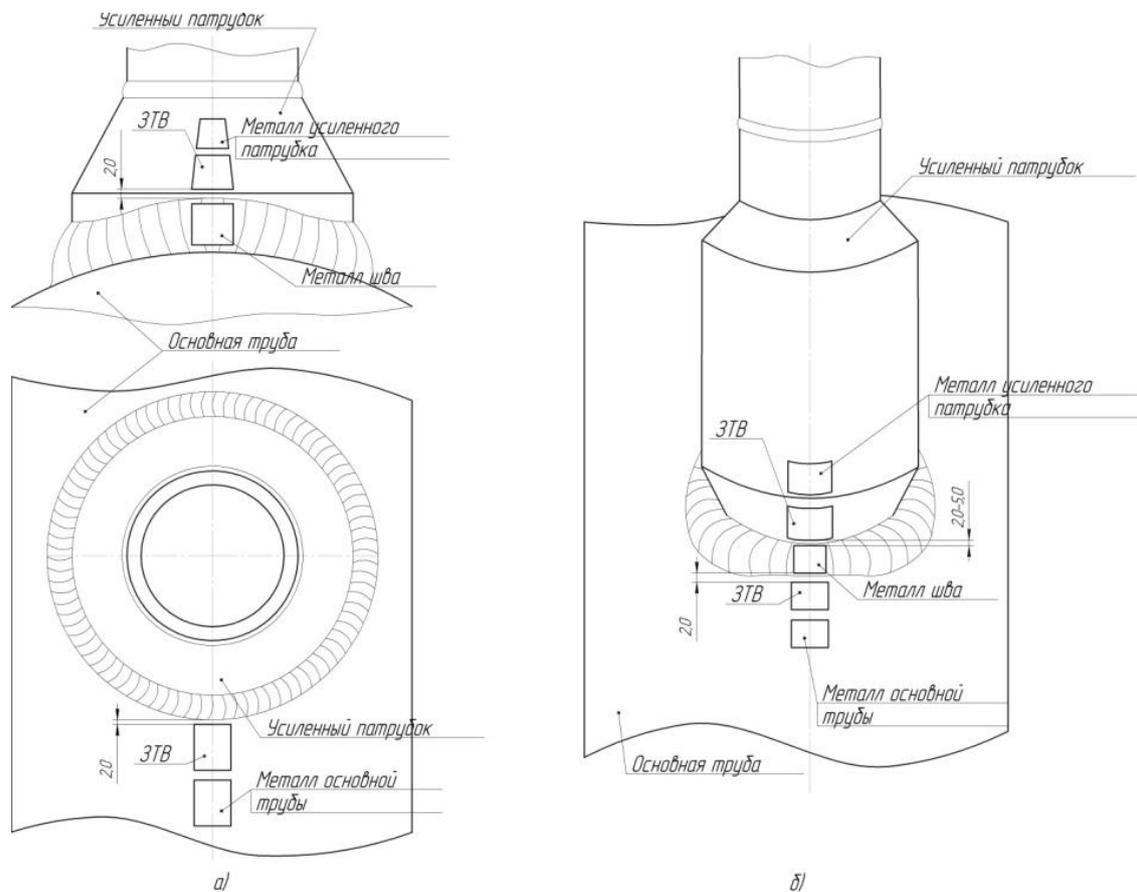


Рисунок 10.4 –Схема расположения участков для замеров твердости в угловых сварных соединениях «труба - усиленный патрубок»

10.6.12 По совокупности данных отдельно для каждой зоны сварного соединения определяют среднее арифметическое значение твердости. Если рассчитанное значение не соответствует требованиям таблицы 10.3, то проводят повторное измерение твердости на удвоенном количестве участков. В случае превышения регламентируемых значений твердости в сварном соединении выполняют повторную термообработку.

10.6.13 В случае, если по диаграмме термообработки зафиксированы отклонения по регламентированным скоростям нагрева или охлаждения сварного соединения, измерение твердости сварных соединений выполняют в соответствии с п. 10.6.3 на удвоенном количестве участков.

10.6.14 Результаты измерений оформляют в виде заключения (см. Приложение В СТО Газпром 2-2.2-798).

10.6.15 После термообработки проводится повторно УЗК – контроль

сварных соединений в соответствии с разделом 11.

10.7 Требования к оборудованию и материалам для термообработки сварных соединений

10.7.1 Оборудование и материалы, применяемые для термообработки сварных соединений МГ «Сила Сибири» должны соответствовать требованиям раздела 8 СТО Газпром 2-2.2-798.

10.7.2 Оборудование должно пройти экспертизу технических условий и квалификационные испытания в соответствии с СТО Газпром 2-3.5-046-2006 и быть включено в «Реестр вспомогательного оборудования и материалов для выполнения сварочно-монтажных работ» ПАО «Газпром».

10.8 Порядок допуска персонала к термообработке сварных соединений

10.8.1 К работе на установках индукционного нагрева, электронагревателях сопротивления или комбинированного действия допускаются лица старше 18 лет, аттестованные в установленном порядке, и отвечающие следующим требованиям:

– сдавшие экзамен по электробезопасности на уровень не ниже II группы при работе на установках промышленной частоты, и не ниже III группы при работе на индукционных установках;

– прошедшие специальную подготовку и получившие удостоверение на право работ на стационарных и передвижных термических установках при строительстве и ремонте газопроводов.

10.8.2 Операторам-термистам должны быть присвоены личные клейма, которые они должны наносить несмываемой краской (маркером) на расстоянии (100-150) мм от сварного соединения, подвергнутого термообработке, рядом с клеймами сварщиков.

10.8.3 Операторы-термисты и другие специалисты должны быть организованы в группы для проведения работ по термообработке. Руководителем группы должен быть назначен инженерно-технический работник,

прошедший специальную подготовку и имеющий удостоверение на право руководства работами по термообработке при строительстве и ремонте газопроводов. Весь персонал группы должен быть ознакомлен с настоящим документом и технической документацией к применяемому оборудованию для термообработки.

10.9 Требования к исполнительной документации на термообработку

10.9.1 Исполнительная документация на термообработку, оформляется в процессе подготовки, проведения и завершения работ по термической обработке. Исполнительная документация комплектуется генеральным подрядчиком и контролируются техническим надзором заказчика. Документы передаются генподрядчиком заказчику по перечню, который является приложением к перечню исполнительной документации.

10.9.2 Исполнительная документация на термообрабатываемые сварные соединения включает в себя следующие документы:

- операционную технологическую карту термообработки сварных соединений;
- журнал термообработки сварных соединений;
- акт проведения термической обработки сварных соединений с приложением диаграммы процесса на бумажном носителе;
- заключение по результатам замеров твердости сварных соединений после термообработки;
- список операторов-термистов, допущенных к проведению термообработки сварных соединений;
- разрешение на термообработку сварных соединений;
- протоколы неразрушающего контроля сварных соединений после термообработки принятой стандартной формы.

10.9.3 Операционная технологическая карта составляется на основе требований стандартов, технических требований проекта и нормативных документов по термообработке сварных соединений на проекте, технических характеристик оборудования и материалов, инструкций по эксплуатации

оборудования и требований безопасности.

10.9.4 Операционная технологическая карта термообработки должна содержать следующие данные:

- наименование и шифр, отражающие особенности сварного соединения;
- характеристики изделия (геометрические параметры, прочностной класс и т.п.);
- сведения о сварном соединении;
- цель, вид и режим термической обработки;
- тепловые и геометрические контролируемые параметры термообработки;
- тип и марка оборудования термической обработки (нагревательная установка, электронагреватели, термопары, система контроля и регулирования температуры, тепловая изоляция);
- тип и марка оборудования для подготовки поверхности для контроля твердости после термообработки и схема контроля твердости (только при необходимости контроля твердости на шлифах);
- последовательность и содержание операций, включая:
 - предварительную подготовку оборудования для термообработки к работе;
 - подготовку сварного соединения, включая подготовку мест установки термопар;
 - подготовку термопар;
 - установку теплоизоляции и электронагревателей;
 - подключение термопар и электронагревателей;
 - нагрев изделия в соответствии с режимом термической обработки;
 - порядок действий при отказе оборудования,
 - контроль качества термообработки.

10.9.5 Рекомендуется приводить в операционной технологической карте следующие эскизные иллюстрации:

- схема расположения электронагревателей и тепловой изоляции на

сварном соединении;

- схема установки термопар;
- схема подключения электрооборудования.

10.9.6 Формы исполнительной документации должны соответствовать Приложениям Б – И СТО Газпром 2-2.2-798.

11 Требования к неразрушающему контролю качества сварных соединений

11.1 Требования к лабораториям неразрушающего контроля качества сварных соединений

11.1.1 Подразделения подрядной организации, выполняющие работы по неразрушающему контролю качества сварных соединений при строительстве МГ «Сила Сибири», должны быть выделены в обособленные независимые (от подразделений, выполняющих сварочно-монтажные работы) подразделения.

Выполнение работ по НК качества сварных соединений при строительстве МГ «Сила Сибири» силами независимых организаций допускается по согласованию с ПАО «Газпром».

11.1.2 Лаборатория, выполняющая НК физическими методами, визуальный и измерительный контроль качества сварных соединений газопроводов должна отвечать следующим требованиям:

- лаборатория должна быть аттестована в соответствии с ПБ 03-372-00;
- персонал лаборатории должен соответствовать требованиям раздела 11.2;
- средства НК, применяемые при контроле должны соответствовать требованиям раздела 11.3;
- лаборатория должна быть обеспечена нормативной документацией, необходимой для выполнения НК.

11.1.3 Лаборатория НК качества сварных соединений, выполняющая

контроль радиационным методом, должна иметь Лицензию на право эксплуатации, транспортирования и хранения аппаратов, содержащих радиоактивные вещества или генерирующих рентгеновское излучение.

11.1.4 Лаборатория, выполняющая НК, должна иметь в своем составе полустационарные (блок-контейнеры или на базе колесной техники) или самоходные (на базе колесной или гусеничной техники) лаборатории.

11.1.5 Номенклатура средств НК организации должна обеспечивать плановый темп строительства объекта.

11.1.6 Организации должны иметь графики метрологической поверки (калибровки), технического обслуживания применяемых средств НК в соответствии с требованиями ПБ 03-372-00.

11.2 Требования к персоналу, проводящему неразрушающий контроль качества сварных соединений

11.2.1 Подразделения по НК качества должны располагать квалифицированным персоналом, обученным и аттестованным в соответствии с правилами ПБ 03-440-02, имеющим соответствующую профессиональную подготовку, обладающим теоретическими знаниями и практическим опытом, необходимым для выполнения работ.

11.2.2 К руководству лабораторией (группой) контроля качества допускаются аттестованные специалисты, имеющие квалификацию по НК не ниже II-го уровня в соответствии с ПБ 03-440-02 [13], а также стаж работы по данной специальности не менее трёх лет.

11.2.3 При применении организацией механизированных и автоматизированных средств неразрушающего контроля персонал должен пройти обучение правилам эксплуатации применяемого оборудования в соответствии с требованиями производителя оборудования. Специалисты должны иметь документ, подтверждающий факт прохождения обучения работе с установкой МУЗК и АУЗК от производителя оборудования или уполномоченной

производителем организации.

11.2.4 Неразрушающий контроль качества сварных соединений должен проводиться в соответствии с операционной технологической картой неразрушающего контроля сварных соединений (ОТКНК), утвержденными руководителем лаборатории неразрушающего контроля организации, выполняющей контроль. ОТК должны быть согласованы ДЭО в зоне которого выполняются работы. Согласование со стороны ДЭО выполняет специалист, назначенный распоряжением руководства. При применении организацией средств АУЗК, МУЗК и РУЗК на ФР ОТК должны дополнительно быть согласованы ООО «Газпром ВНИИГАЗ».

11.2.5 Операционные технологические карты по неразрушающему контролю разрабатываются специалистами II или III уровней квалификации. Правом выдачи заключений по результатам НК обладают специалисты, имеющие II или III уровень квалификации.

11.2.6 В организации должен быть разработан график подготовки и аттестации (переаттестации) персонала, определен порядок контроля сроков действия квалификационных удостоверений.

11.3 Требования к средствам и материалам для неразрушающего контроля качества сварных соединений

11.3.1 Общие требования к средствам и материалам для неразрушающего контроля

11.3.1.1 Применяемые средства НК должны быть внесены в «Реестр средств неразрушающего контроля качества сварных соединений ПАО «Газпром».

11.3.1.2 Применяемые при НК средства (в качестве средств измерения) должны иметь свидетельство об утверждении типа средств измерений и свидетельство о метрологической поверке (калибровке) установленной формы.

11.3.1.3 Средства НК, в том числе арендованные, должны быть внесены в

регистрационные документы (учетные листы, карточки) организации согласно требованиям ПБ 03-372-00.

11.3.1.4 Ремонт средств НК должен осуществляться специализированной организацией - производителем оборудования, уполномоченной производителем сервисной организацией или специалистом организации эксплуатирующей средства НК, прошедшим специальное обучение, подтвержденное сертификатом производителя/поставщика оборудования. После ремонта средства НК должны пройти внеочередную поверку (калибровку) в установленном порядке.

11.3.2 Требования к средствам и материалам, применяемым в условиях низких температур.

11.3.2.1 При эксплуатации средств НК при отрицательных температурах рекомендуется применять термочехлы, палатки с подогревом.

11.3.2.2 При температуре окружающего воздуха ниже минус 5 °С работы по РУЗК рекомендуется выполнять в укрытиях с подогревом. Установка укрытий и систем обогрева осуществляется производителем сварочно-монтажных работ. Для средств МУЗК и АУЗК диапазон температур эксплуатации указан в п.п. 5.3.2.4 и 5.3.3.2. «Временных требований...»

11.3.2.3 При работе в условиях отрицательных температур рентгеновские трубки перед включением должны быть выдержаны в помещениях при положительной температуре в течение времени, необходимого для прогрева трубки до температур, гарантирующих ее запуск.

11.3.2.4 Капиллярный и магнитопорошковый контроль при температуре окружающего воздуха ниже минус 5°С следует проводить с применением дефектоскопических материалов, рассчитанных на отрицательные температуры окружающего воздуха и обеспечивающих требуемую чувствительность контроля.

11.4 Методы и объемы неразрушающего контроля качества сварных соединений

11.4.1 При выполнении НК кольцевых сварных соединений МГ применяют следующие методы:

- визуальный и измерительный (ВИК);
- радиационный (радиографический) (РК);
- ультразвуковой (УЗК);
- капиллярный (ПВК);
- магнитопорошковый (МП).

11.4.2 Контроль методом ВИК выполняется в объеме 100% всех сварных соединений, в том числе после ремонта.

11.4.3 Кольцевые сварные соединения газопроводов, признанные годными по результатам ВИК, подлежат НК физическими методами.

11.4.4 Объемы, методы и уровни качества кольцевых стыковых сварных соединений сваренными дуговыми способами при контроле физическими методами, должны соответствовать значениям, указанным в Таблице 11.1.

Для участков магистральных газопроводов с рабочим давлением свыше 9,8 МПа устанавливается следующее соответствие категорий: категории «В» соответствует категория «В», категориям I-II соответствует категория «С», категориям III-IV соответствует категория «Н» (согласно п 6.1 СТО Газпром 2-2.1-249-2008).

Таблица 11.1 – Объемы, методы контроля и уровни качества при неразрушающем контроле физическими методами кольцевых сварных соединений магистральных газопроводов

№ п/п	Кольцевые сварные соединения и уровни качества	Объемы и методы контроля сварных соединений	
		РК	УЗК
Уровень качества «А»			
1	Сварные соединения газопроводов для транспортирования товарной продукции, расположенные внутри зданий и в пределах территорий УКПГ, ДКС, КС, ПРГ, СПХГ, ГРС, УЗРГ, за исключением трубопроводов импульсного, топливного и пускового газа.	100	100

Таблица 11.1 (продолжение)

2	Специальные сварные соединения – захлестные (гарантийные) стыковые соединения, стыковые соединения вставок («катушек»), стыковые соединения разнотолщинных труб, деталей газопроводов, запорной и распределительной арматуры на газопроводах категории «В» ¹⁾ . Угловые и нахлесточные сварные соединения на газопроводах категории «В» ¹⁾ .	100	100
3	Сварные соединения газопроводов импульсного, топливного и пускового газа категории «В» ²⁾	100	-
4	Сварные соединения магистральных газопроводов категории «В» независимо от диаметра.	100	100
5	Сварные соединения после их ремонта на участках газопроводов (данного уровня качества).	100	100
Уровень качества «В»			
6	Специальные сварные соединения - захлестные (гарантийные) стыковые соединения, стыковые соединения вставок («катушек»), стыковые соединения разнотолщинных труб, деталей газопроводов, запорной и распределительной арматуры на газопроводах I – IV категорий ¹⁾ . Угловые и нахлесточные сварные соединения на газопроводах I – IV категорий ¹⁾ .	100	100
7	Сварные соединения на переходах через автомобильные и железные дороги, селевые потоки, водные преграды	100	100
8	Сварные соединения узлов пуска и приема очистных устройств	100	100
9	Сварные соединения газопроводов всех категорий в горной местности при прокладке в тоннелях	100	100
10	Сварные соединения газопроводов категорий I, II при пересечениях газопроводов между собой, с любыми коммуникациями, воздушными линиями электропередач от 330 кВ, предусмотренные СП 36.13330.2014	100	100
11	Сварные соединения конденсатопроводов стабильного и нестабильного конденсата.	100	100
12	Сварные соединения газопроводов в районах Западной Сибири, Восточной Сибири, Крайнего Севера и местности, приравненной к Крайнему Северу категорий I – IV	100	100
13	Сварные соединения переходов через болота II – III типов.	100	100
14	Сварные соединения участков трубопроводов, указанных в позициях 6а, 9, 10, 18, 20 и 23 таблицы 3 СП 36.13330.2014.	100	100
15	Сварные соединения участков газопроводов I – II категорий во всех районах, независимо от диаметра.	100	100
16	Сварные соединения после их ремонта на участках газопроводов (данного уровня качества).	100	100
Уровень качества «С» (для участков не относящихся (не приравненных) к районам Западной Сибири, Восточной Сибири и Крайнего Севера согласно СП 86.13330.2014)			
17	Сварные соединения участков газопроводов III – IV категорий выполненные механизированной и ручной сваркой в стандартную заводскую разделку кромок.	100	20

Таблица 11.1 (окончание)

18	Сварные соединения участков газопроводов III – IV категорий линейной части МГ с диаметрами 1020, 1220, 1420 мм, выполненные автоматическими способами сварки в защитных газах в узкую разделку кромок, а также комбинированные способы сварки в узкую разделку.	20 ³⁾ 100 ⁴⁾	100 ³⁾
19	Сварные соединения после их ремонта на участках газопроводов (данного уровня качества).	100	100
<p>1) РК применяется как второй метод для контроля качества угловых и нахлесточных сварных соединений. В случае технической невозможности проведения РК следует применять МПК/ПВК.</p> <p>2) Допускается проводить ультразвуковой контроль в объеме 100 % при применении специализированных ультразвуковых преобразователей</p> <p>3) УЗ-контроль выполнить установками АУЗК (МУЗК), РК проводить в объеме не менее 20 % сварных соединений, признанных годными по результатам УЗК (МУЗК, АУЗК).</p> <p>4) Радиографический контроль на участках магистральных газопроводов III-IV категорий в объеме 100% выполняется в следующих случаях:</p> <ul style="list-style-type: none"> - в начальный период времени работы на объекте; - при освоении новых технологий, при заменах или изменениях расстановки сварщиков в бригаде (технологическом потоке) до получения стабильного качества сварных соединений (согласно «Рекомендациям по определению показателя качества (уровня брака) сварочных работ подрядных организаций, выполняющих строительство, реконструкцию и капитальный ремонт газопроводов ОАО «Газпром»). 			

11.4.5 Контроль стыковых сварных соединений труб диаметром 57 мм и менее и толщиной стенки 4,0 мм и менее следует выполнять ВИК, РК (при технической возможности), МПК или ПВК.

11.4.6 Выбор технологии УЗК (АУЗК, МУЗК, РУЗК) осуществляется в соответствии с Таблицей 11.2.

При контроле стыковых кольцевых сварных соединений трубопроводов средства РУЗК (выполненные в одноканальном исполнении) могут применяться только для контроля сварных соединений труб со стандартной (заводской) разделкой кромок для технологий ручной дуговой и механизированной сварки. Выбор угла ввода ультразвукового луча и схемы контроля должны обеспечивать контроль всего объема переплавленного металла сварного шва и околошовной зоны с учетом угла разделки кромок под сварку.

Выбор средств УЗК для контроля сварных соединений газопроводов должен соответствовать области их применения, указанной в «Реестре средств неразрушающего контроля качества сварных соединений ПАО «Газпром».

11.4.7 При строительстве протяженных (более 50км) участков магистральных газопроводов и участков средней протяженности (от 25 до 50км) для проведения ультразвукового контроля качества кольцевых сварных соединений следует применять средства АУЗК или МУЗК. В случаях применения высокопроизводительных сварочных комплексов предпочтение следует отдавать средствам АУЗК.

При строительстве участков небольшой протяженности (менее 25км) для проведения ультразвукового контроля качества кольцевых сварных соединений могут быть использованы средства МУЗК и РУЗК (при применении технологий сварки с разделкой кромки отличающейся от стандартной заводской средства РУЗК должны иметь область распространения на данный вид разделки кромки). При необходимости возможно применение АУЗК.

11.4.8 Результаты МУЗК, АУЗК для сварных соединений выполненных автоматической сваркой рекомендуется выдавать после сварки 8 - 10 сварных соединений.

11.4.9 Контроль качества кольцевых сварных соединений труб, выполненных на трубосварочной базе по технологии автоматической сварки под флюсом (АФ), должны контролироваться в объеме и методами в соответствии с категорией участка, на котором будут применены трубные секции, указанной в Таблице 11.1.

11.4.10 При проведении контроля качества сварных соединений труб с применением средств АУЗК и МУЗК допускаются единичные потери акустического контакта длиной не более 5 мм и суммарной длиной не более 15 мм на оценочном участке.

11.4.11 Кольцевые стыковые сварные соединения узлов трубопроводов, выполненных заводами-поставщиками, при наличии паспортов на трубные узлы с приложенными заключениями по НК качества не подвергаются НК физическими методами.

При отсутствии заключений на указанные кольцевые сварные соединения и отсутствии сведений о проведении неразрушающего контроля в сертификате

(паспорте) они подлежат контролю в соответствии с требованиями настоящего раздела.

Т а б л и ц а 11.2 – Способы сварки и виды ультразвукового контроля качества стыковых сварных соединений

№ п/п	Способ (технология) сварки	Вид (технология) ультразвукового контроля
при строительстве протяженных участков (более 50 км)		
1	ААДП, АПГ	АУЗК, МУЗК
при строительстве участков средней протяженности (от 25 до 50 км)		
2	ААДП, АПГ, АПГ+АПИ, МП+АПИ, МП+АПС, ААД, РАД, РАД+МПИ, РАД+РД	МУЗК, АУЗК
при строительстве участков небольшой протяженности (менее 25 км)		
3	МП+МПС, РД+МПС, МП+МПИ, РД+МПИ, МП + АПИ, АПГ + АПИ, ААДП + АПИ	МУЗК, РУЗК, АУЗК*
*Примечание: на участках небольшой протяженности допускается применение средств АУЗК при применении для сварки автоматических сварочных комплексов.		

11.4.12 Объемы и методы контроля качества сварных соединений труб, выполненных контактной сваркой оплавлением, должны проводиться в соответствии с требованиями НД по технологии контактной стыковой сварки и контролю качества сварных соединений, согласованной ПАО «Газпром».

11.4.13 Сварные соединения кожухов трубопроводов контролируется методом ВИК в объеме 100 % снаружи и изнутри (при диаметре кожуха DN 1000 и более) и 100% УЗК. При ремонте сварных соединений кожухов контроль отремонтированных участков осуществляют ультразвуковым методом. Оценку качества проводить согласно требованиям раздела 11.5 для уровня качества «С» для сварных соединений участков газопроводов III-IV категории.

11.4.14 Сварные соединения подводящих шлейфов монтируемых для проведения испытаний участков магистральных газопроводов должны быть проконтролированы ВИК в объеме 100% и физическим методом (УЗК или РК) в объеме 100%.

11.4.15 Капиллярный метод (ПВК) используется для контроля:

- поверхности свариваемых кромок;
- уточнения результатов ВИК;
- контроля полноты удаления прижогов поверхности трубы дугой или прижогов в случаях установки «массы» на трубе.

Метод ПВК следует применять при ремонте сварных соединений для подтверждения удаления дефектов (дефектных зон) на участках, подлежащих заварке, после выборки дефектных зон. В этом случае вместо ПВК, может применяться МПК.

11.4.16 Контроль кромки и прикромочной зоны следует выполнять ВИК, УЗК (ПВК и МПК – при необходимости) перед проведением сварки в случае:

- резки труб в полевых условиях;
- вырезки дефектного участка трубы с повреждениями.

Ширина контролируемой зоны не менее 40 мм. При обнаружении расслоений зона реза должна быть перенесена на расстоянии не менее 300 мм от границ расслоения и проведен повторный УЗК.

Проведение контроля кромок на расслоение после выполнения переточки кромки под механизированную и автоматическую сварку не требуется, если переточка выполнена на трубе заводской поставки, при этом, величина снятия металла в ходе подготовке кромок не превысила 10 мм.

11.4.17 Угловые сварные швы тройниковых соединений контролируются 100% ВИК, 100% УЗК или 100% РК. В случае технической неосуществимости контроля методами УЗК или РК выполняется МПК или ПВК.

11.4.18 Сварные соединения участков газопроводов, прокладываемых в районах с сейсмичностью свыше 6 баллов для наземных и свыше 8 баллов по шкале MSK-64 для подземных газопроводов, а также при пересечении зон активных тектонических разломов, должны соответствовать требованиям уровня качества «А».

11.5 Нормы оценки качества сварных соединений

11.5.1 При проведении неразрушающего контроля стыковых кольцевых сварных соединений труб со стандартной (заводской) разделкой кромок оценку

качества сварных соединений по результатам НК проводить в соответствии с 11.5.9, 11.5.10, 11.5.11, 11.5.14, 11.5.18, 11.5.19.

11.5.2 Схема расположения, буквенные обозначения размеров дефектов и расстояний между отдельными дефектами указаны на рисунке 11.1.

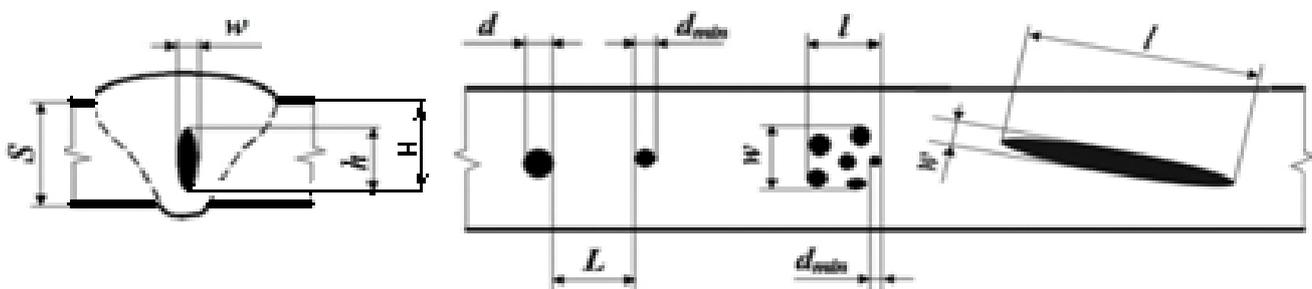
11.5.3 Длина оценочного участка шва при определении суммарной протяженности (условной протяженности) дефектов равна:

- 300 мм для труб с наружным диаметром более 530 мм;
- 1/6 длины шва для труб с диаметром до 530 мм включительно.

11.5.4 При оценке суммарной протяженности (условной протяженности) обнаруженных допустимых внутренних дефектов должны выполняться условия:

- суммарная протяженность дефектов любого типа не должна превышать допустимых значений на оценочном участке;

- суммарная протяженность дефектов всех типов на оценочном участке не должна превышать 50 мм (для РК и УЗК с применением средств, выполняющими разбраковку по амплитудному критерию) и 1/6 длины сварного соединения, если сварное соединение находится в зоне пересечения активных тектонических разломов или в зоне прокладки в многолетнемерзлых грунтах в районах с сейсмичностью свыше 8 баллов по шкале MSK-64, то должна быть меньше 1/8 длины сварного соединения .



а) – вид в сечении

б) – вид в плане

S - толщина стенки трубы (детали), мм; d - диаметр (максимальный размер) дефекта округлой формы, мм; d_{\min} - диаметр (минимальный размер) дефекта округлой формы, мм; h - высота дефекта в миллиметрах или процентах от толщины стенки; Н - глубина залегания дефекта, мм; l - протяженность дефекта, мм; w - ширина (раскрытие) дефекта, мм; L - расстояние между соседними дефектами, мм

Рисунок 11.1– Схематическое изображение сварного шва и определение размеров дефектов

11.5.5 По результатам НК выдают заключения «Годен», «Ремонт», «Вырезать».

11.5.6 Заключение «Годен» выдается на сварные соединения, для которых выполняются любое из условий:

- дефекты не обнаружены;
- выявлены дефекты, соответствующие критериям допустимости, и их суммарная протяжённость (суммарная условная протяжённость) соответствует требованиям п.11.5.4.

11.5.7 Заключение «Ремонт» выдается на сварные соединения в случаях:

- несоответствия геометрических параметров сварного соединения труб таблице 11.3;

- выявления дефектов, не соответствующих критериям допустимости, указанным в таблицах 11.4, 11.6, 11.7;

- выявления внутренних дефектов, каждый из которых удовлетворяет требованиям допустимости, указанным в таблицах 11.4, 11.6, 11.7, но суммарная протяжённость (суммарная условная протяжённость) всех выявленных внутренних дефектов превышает 50 мм (для РК и УЗК с применением средств, выполняющими разбраковку по амплитудному критерию) на оценочном участке^{*)} и не превышает 1/6 (или 1/8 см. п 11.5.4) длины сварного соединения.

11.5.8 Заключение «Вырезать» выдается на сварные соединения, для которых выполняется любое из условий:

- выявлен дефект, идентифицированный по совокупности признаков как трещина;

- суммарная длина всех обнаруженных внутренних дефектов равна или превышает значения, указанные в п.11.5.4;

- параметры смещения кромок превышают указанные в таблицах 11.3, 11.4;

- сварное соединение не может быть отнесено к категории «Годен» после проведенного ремонта;

– сварное соединение трубы диаметром менее 100 мм с обнаруженными в нем недопустимыми дефектами.

Примечание к п.п. 11.5.6, 11.5.7. *) Поверхностные дефекты (дефекты с обозначениями Fa, Fc и Fd) не учитываются при подсчете суммарной протяженности дефектов.

11.5.9 При оценке качества сварных соединений разнотолщинных элементов, нормы оценки дефектов устанавливаются по меньшей толщине свариваемых элементов.

11.5.10 Допустимые размеры дефектов сварных соединений газопроводов, выявляемых при ВИК, капиллярном и магнитопорошковом контроле приведены в таблице 11.3.

Т а б л и ц а 11.3 – Параметры допустимых дефектов сварных соединений, выявляемых при визуальном и измерительном, капиллярном и магнитопорошковом контроле

Наименование дефектов	Условное обозначение	Допустимые размеры дефектов сварных соединений
Поверхностные поры, металлические и неметаллические включения	A, B	Не допускаются
Свищи, плены, рванины, расслоения и закаты, выходящие на поверхность или торцевые участки трубы или в зоны, примыкающие к линии сплавления шва; прижоги основного металла; забоины с плавными очертаниями, выводящие толщину стенки за пределы допустимых размеров	-	Не допускаются
Кратеры	K	Не допускаются
Трещины	E	Не допускаются
Несплавления по кромкам выходящие на поверхность для сварных соединений труб уровня качества «А»	Dc ₂	Не допускаются
Несплавления по кромкам выходящие на поверхность для сварных соединений труб уровня качества «В» и «С»	Dc ₂	$h \leq 0,05S$, но не более 0,75 мм; $l \leq S$, но не более 15 мм; $\sum l \leq 15$ мм
Подрезы	Fc	$h \leq 0,1S$, но не более 0,5 мм; $l \leq 150$ мм
Наружное смещение кромок	Fd	$h \leq 0,15S$, но не более 2,0 мм*
Внутреннее смещение кромок	Fd	$h \leq 0,15S$, но не более 2,0 мм*
<p>* - для стыковых соединений электросварных труб допускаются локальные смещения $h \leq 0,2S$, но не более 3,0 мм при общей протяженности не более 1/6 длины сварного соединения.</p> <p>П р и м е ч а н и я</p> <p>1 При смещении кромок более 2,0 мм любые подрезы не допускаются.</p> <p>2 Подрезы $h \leq 0,05S$, но не более 0,3 мм не квалифицируются как нормируемые дефекты, и их протяженность не регламентируется и в заключении по результатам ВИК не указываются.</p> <p>3 На поверхности шва не должно быть чешуйчатости глубиной более 1 мм.</p>		

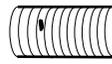
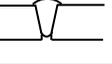
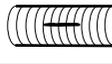
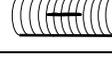
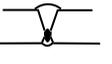
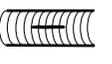
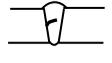
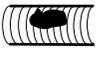
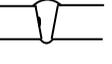
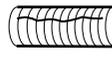
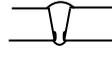
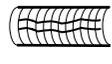
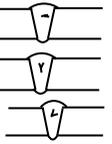
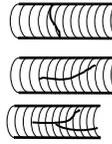
11.5.11 Геометрические параметры сварного соединения, измеряемые методом ВИК: высота и ширина валика усиления, высота вогнутости и выпуклости внутреннего валика усиления (в случае доступности обратной стороны валика усиления для контроля); высота (глубина) углублений между валиками (межваликовые канавки) и чешуйчатость поверхности указываются в операционной технологической карте (ОТК) на сварное соединение.

11.5.12 Допустимые размеры дефектов сварных соединений газопроводов, выявляемых при радиографическом контроле приведены в таблице 11.4.

Таблица 11.4 – Параметры допустимых дефектов сварных соединений выявляемых при радиографическом контроле

Название дефекта	Условное обозначение дефекта	Схематическое изображение дефектов		Вид дефекта	Допустимые размеры дефектов сварных соединений по уровням качества		
		в сечении	в плане		А	В	С
Поры	Aa			Единичные, (сферические и удлиненные)	при $L \geq 3d$: $d, h, l, w \leq 0,1S$, но не более 2,0 мм; $\sum d \leq 30$ мм	при $L \geq 3d$: $d, h, l, w \leq 0,2S$, но не более 2,5 мм при $L \geq 5d$: $d, h, l, w \leq 0,25S$, но не более 3,0 мм $\sum d \leq 50$ мм	при $L \geq 3d$: $d, h, l, w \leq 0,2S$, но не более 3,0 мм при $L \geq 5d$: $d, h, l, w \leq 0,25S$, но $\leq 3,5$ мм $\sum d \leq 50$ мм
	Ab			Цепочки	$d, h, w \leq 0,1S$, но не более 1,5 мм; $l \leq S$, но не более 30,0 мм; $\sum d \leq 30$ мм	$d, h, w \leq 0,15S$, но не более 2,0 мм; $l \leq S$, но не более ≤ 30 мм; $\sum d \leq 30$ мм	$d, h, w \leq 0,2S$, но не более 2,5 мм; $l \leq 2S$, но не более 30 мм; $\sum d \leq 50$ мм
	Ac			Скопления	$d, h \leq 0,1S$, но не более 1,5 мм; $l, w \leq 0,5S$, но не более 12,5 мм; $\sum d \leq 25$ мм	$d, h \leq 0,1S$, но не более 1,5 мм; $l, w \leq 0,5S$, но не более 15 мм; $\sum d \leq 30$ мм	
	Ak			Канальные, в т.ч. "червеобразные"	Не допускаются	$h, w \leq 0,1S$, но не более 1,5 мм; $l \leq 0,5S$, но не более 12,5 мм; $\sum d \leq 25$ мм	$h, w \leq 0,1S$, но не более 2,0 мм; $l \leq S$, но не более 15 мм; $\sum d \leq 30$ мм
Неметаллические (шлаковые) включения	Ba			Единичные компактные	$h \leq 0,1S$ при $l \leq 2,5$ мм; $l \leq 0,5S$, но не более 5,0 мм; $\sum d \leq 30$	$h \leq 0,1S$ при $w \leq 3,0$ мм; $l \leq 0,5S$, но не более 7,0 мм; $\sum d \leq 30$ мм	
	Bb			Цепочки	$d, h, w \leq 0,1S$, но не более 1,0 мм; $l \leq S$, но не более 15 мм; $\sum d \leq 30$ мм	$d, h, w \leq 0,1S$, но не более 1,5 мм; $l \leq 2S$, но не более 25 мм; $\sum d \leq 50$ мм	
	Bc			Скопления	$d, h \leq 0,1S$, но не более 1,0 мм; $l, w \leq 0,5S$, но не более 12,5 мм; $\sum d \leq 25$ мм	$d, h \leq 0,1S$, но не более 1,5 мм; $l, w \leq 0,5S$, но не более 12,5 мм; $\sum d \leq 30$ мм	
	Bd ₁			Односторонние удлиненные	$h \leq 0,1S$, но не более 1,5 мм $l \leq S$, но не более 15 мм; $\sum d \leq 30$ мм	$h \leq 0,1S$, но $\leq 1,5$ мм; $l \leq 2S$, но не более 25 мм; $\sum d \leq 50$ мм	
	Bd ₂			Двухсторонние удлиненные	Не допускаются	$h \leq 0,1S$, но не более 1,5 мм $l \leq S$, но ≤ 30 мм; $\sum d \leq 30$ мм	$h \leq 0,1S$, но не более 1,5 мм $l \leq S$, но ≤ 30 мм; $\sum d \leq 50$ мм
						При $w \leq 0,8$ мм с обеих сторон шва – рассматриваются как один дефект; При $w > 0,8$ мм с любой стороны шва – рассматриваются как отдельные дефекты, и их протяженность суммируется	

Продолжение таблицы 11.4

Название дефекта	Условное обозначение дефекта	Схематическое изображение дефектов		Вид дефекта	Допустимые размеры дефектов сварных соединений по уровням качества:		
		в сечении	в плане		А	В	С
Металлические включения	Mw			Вольфрамовые и включения других нерастворимых металлов	d, h, w ≤ 0,1S, но не более 1,5 мм; l ≤ 3,0 мм при L > 50 мм; количество включений: не более 1 для труб диаметром ≤ 219 мм. не более 2 на 300 мм шва для труб диаметром > 219 мм	d, h, w ≤ 0,1S, но не более 3 мм; l ≤ 6 мм при L ≤ 50 мм; количество включений: не более 2 для труб диаметром ≤ 219 мм. не более 4 на 300 мм шва для труб диаметром > 219 мм	
Непровары	Da1			В корне шва	h ≤ 0,05S, но не более 0,75 мм l ≤ S, но не более 12,5 мм; Σ _д ≤ 25 мм	h ≤ 0,05S, но не более 0,75 мм; l ≤ S, но не более 15 мм; Σ _д ≤ 30 мм	h ≤ 0,05S, но не более 1 мм; l ≤ 2S, но не более 25 мм; Σ _д ≤ 50 мм
	Da2			В корне шва из-за смещения кромок	l ≤ 2S, но не более 30 мм; Σ _д ≤ 50 мм	l ≤ 2S, но не более 50 мм; Σ _д ≤ 75 мм	
	Da3			Внутренние при двухсторонней сварке	h ≤ 0,05S, но не более 1,0 мм; l ≤ 2S, но не более 12,5 мм; Σ _д ≤ 25 мм	h ≤ 0,1S, но не более 2,0 мм; l ≤ 2S, но не более 12,5 мм; Σ _д ≤ 25 мм	
Несплавления	Db			Межслойные	l ≤ 2S, но не более 25 мм; Σ _д ≤ 25 мм	l ≤ 2S, но не более 30 мм; Σ _д ≤ 30 мм	
	Dc1			По разделке кромок	Не допускаются*	h ≤ 0,05S, но не более 1,0 мм; l ≤ S, но не более 15 мм; Σ _д ≤ 15 мм	
	Dc2			По разделке кромок, выходящие на поверхность	Не допускаются	h ≤ 0,05S, но не более 0,75 мм; l ≤ S, но не более 15 мм; Σ _д ≤ 15 мм	
Трещины	E			Любой длины и направления относительно сварного шва	Не допускаются		

Окончание таблицы 11.4

Название дефекта	Условное обозначение дефекта	Схематическое изображение дефектов		Вид дефекта	Допустимые размеры дефектов сварных соединений по уровням качества:		
		в сечении	в плане		А	В	С
Дефекты формы шва	Fa			Вогнутость корня шва (утяжина)	$h \leq 0,1S$, но не более 1,0 мм; $l \leq S$, но не более 30 мм; $\Sigma_{д} \leq 50$ мм	$h \leq 0,2S$, но не более 2,0мм; $l \leq 2S$, но не более 50мм; $\Sigma_{д} \leq 100$ мм	
	Fb			Превышение проплавления (провис)	$h \leq 3,0$ мм; $l \leq 0,5S$; $\Sigma_{д} \leq 30$ мм	$h \leq 5,0$ мм; $l \leq S$; $\Sigma_{д} \leq 50$ мм	
	Fc			Подрезы	$h \leq 0,1S$, но не более 0,5 мм; $l \leq 150$ мм;		
	Fd			Внутреннее смещение кромок	$h \leq 0,2S$, но не более 3,0 мм – для труб с $S > 10$ мм; $h \leq 0,2S$, но не более 2,0 мм – для труб с $S \leq 10$ мм		
<p>П р и м е ч а н и я</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Подрезы, смещения кромок и другие наружные дефекты швов измеряются в процессе визуального и измерительного контроля. 2. При смещении кромок более 2,0 мм любые подрезы не допускаются. 3. На участке максимально допустимого смещения кромок любые дефекты не допускаются. <p>* - Для автоматической сварки проволокой сплошного сечения в защитных газах в узкую разделку кромок для стыковых соединений труб 1420 x 32,0 мм класса прочности К60 на участках пересечения активных тектонических разломов, а также на участках прокладки в многолетнемерзлых грунтах в районах с сейсмичностью свыше 8 баллов по шкале MSK-64 при минимальном значении критического раскрытия в вершине трещины (CTOD) металла шва не ниже 0,20 мм и линии сплавления не ниже 0,15 мм высота дефекта (несплавления) должна быть меньше высоты прохода (или 2,0 мм), протяженность дефекта (несплавления) не должна превышать 7 мм; $\Sigma_{д} \leq 15$ мм.</p>							

11.5.13 По результатам УЗК дефекты классифицируют по протяженности (протяженный, непротяженный), виду (объемный, плоскостной), принадлежности к скоплениям (цепочкам) и глубине залегания.

11.5.14 К непротяженным относят дефекты (одиночные поры, компактные шлаковые включения, короткие несплавления), условная протяженность которых, не превышает значений, указанных в таблице 11.5. Остальные дефекты (трещины, непровары, несплавления, удлиненные шлаковые включения и удлиненные поры) относят к протяженным.

11.5.15 Скоплением считают более двух дефектов, минимальное расстояние между границами которых не превышает трехкратного размера наибольшего из двух рассматриваемых соседних дефектов.

11.5.16 Цепочкой считают скопление дефектов, центры которых расположены примерно на одной линии.

11.5.17 Считается, что дефект находится в корне шва, если глубина его залегания превышает $2/3$ толщины стенки трубы и в сечении шва, если глубина его залегания не превышает $2/3$ толщины стенки трубы.

Таблица 11.5 – Критерии отнесения дефектов к непротяженным дефектам

Толщина стенки контролируемого соединения, мм	Условная протяженность одиночного непротяженного дефекта, мм
$4,0 < S \leq 6,0$	5
$6,0 < S \leq 9,0$	7
$9,0 < S \leq 12,0$	10
$12,0 < S$	12

Примечание. Условная протяженность дефектов измеряется в соответствии с требованиями СТО Газпром 2-2.4-083-2006.

11.5.18 Разбраковка сварных соединений по результатам УЗК может выполняться по амплитудному критерию или/и по условным размерам (протяженности и высоте) несплошности и типу несплошности. Максимально допустимая эквивалентная площадь дефектов при УЗК, с применением средств УЗК реализующих амплитудный критерий рабраковки, приведена в таблице 11.6.

Таблица 11.6 – Максимально допустимая эквивалентная площадь дефектов при ультразвуковом контроле, использующем амплитудный метод

Толщина стенки контролируемого соединения, мм	Максимально допустимая эквивалентная площадь, S _{брак} , мм ²	
	Уровень качества «А»	Уровень качества «В» и «С»
4,0 ≤ S < 6,0	0,70	1,00
6,0 ≤ S < 8,0	0,85	1,20
8,0 ≤ S < 12,0	1,05	1,50
12,0 ≤ S < 15,0	1,40	2,00
15,0 ≤ S < 20,0	1,75	2,50
20,0 ≤ S < 26,0	2,50	3,50
26,0 ≤ S ≤ 40,0	3,50	5,00

11.5.19 Недопустимым дефектом по результатам УЗК с применением средств, выполняющими разбраковку по амплитудному критерию, считают:

- дефект, амплитуда эхо-сигнала от которого превышает браковочный уровень;
- дефект, не соответствующий требованиям таблицы 11.7.

Таблица 11.7 – Параметры допустимых дефектов, выявленных по результатам УЗК

Наименование дефектов	Условное обозначение	Вид дефекта	Уровни качества и категории трубопроводов *)		
			уровень А (категория В)	уровень В (категория I)	уровень С (категория II, III, IV)
Непротяженные	SH	Объемный, плоскостной	$\sum_{д} \leq 30 \text{ мм}$	$\sum_{д} \leq 50 \text{ мм}$	
Протяженные в сечении шва	LS ₁	объемно-протяженный	$l \leq S$ и $l \leq 15 \text{ мм}$; $\sum_{д} \leq 30 \text{ мм}$	$l < 2S$ и $l < 25 \text{ мм}$ $\sum_{д} \leq 50 \text{ мм}$	
	LS ₂	плоскостной по разделке кромок **)	не допускаются***	$l \leq 2S$ и $l \leq 15 \text{ мм}$; $\sum_{д} \leq 15 \text{ мм}$	
	LS ₃	плоскостной в объеме шва	$l \leq 2S$ и $l \leq 25 \text{ мм}$; $\sum_{д} \leq 25 \text{ мм}$	$l \leq 2S$ и $l \leq 30 \text{ мм}$; $\sum_{д} \leq 30 \text{ мм}$	
Протяженные в корне шва	LB ₁	плоскостной в корне (двухсторонний непровар)	$l \leq S$ и $l \leq 12,5 \text{ мм}$; $\sum_{д} \leq 25 \text{ мм}$	$l \leq 2S$ и $l \leq 15 \text{ мм}$; $\sum_{д} \leq 30 \text{ мм}$	$l \leq 2S$ и $l \leq 25 \text{ мм}$; $\sum_{д} \leq 50 \text{ мм}$
	LB ₂	плоскостной в корне шва из-за смещения кромок (непровар)	$l \leq 2S$ и $l \leq 30 \text{ мм}$; $\sum_{д} \leq 50 \text{ мм}$	$l \leq 2S$ и $l \leq 50 \text{ мм}$; $\sum_{д} \leq 75 \text{ мм}$	
	LB ₃	Утяжины, превышение проплава (геометрия шва)	$l \leq S$ и $l \leq 30 \text{ мм}$; $\sum_{д} \leq 50 \text{ мм}$	$l \leq 2S$ и $l \leq 50 \text{ мм}$; $\sum_{д} \leq 100 \text{ мм}$	
	LB ₄	плоскостной по разделке кромок	не допускаются	$l \leq S$ и $l \leq 15 \text{ мм}$; $\sum_{д} \leq 15 \text{ мм}$	
Скопление, цепочка	СС	Скопления и цепочки непротяженных дефектов	$l \leq S$ и $l \leq 12,5 \text{ мм}$; $\sum_{д} \leq 25 \text{ мм}$	$l \leq S$ и $l \leq 15 \text{ мм}$ $\sum_{д} \leq 30 \text{ мм}$	

Таблица 11.7 (окончание)

<p>Примечания</p> <p>^{*)} Уровни качества соответствуют п.11.4.2, категории трубопроводов и их участков – СП 36.13330.2012.</p> <p>^{**)} Дефект лежит на разделке кромок, если расстояние от границ дефекта до плоскости разделки не превышает 1 мм, в остальных случаях считать, что дефект находится в объеме шва.</p> <p>^{***)} - Для автоматической сварки проволокой сплошного сечения в защитных газах в узкую разделку кромок для стыковых соединений труб 1420 x 32,0 мм класса прочности К60 на участках пересечения активных тектонических разломов, а также на участках прокладки в многолетнемерзлых грунтах в районах с сейсмичностью свыше 8 баллов по шкале MSK-64 при минимальном значении критического раскрытия в вершине трещины (СТОД) металла шва не ниже 0,20 мм и линии сплавления не ниже 0,15 мм высота дефекта (несплавления) должна быть меньше высоты прохода (или 2,0 мм), протяженность дефекта (несплавления) не должна превышать 7 мм; $\Sigma_d \leq 15$ мм.</p> <p>При оценке допустимости дефекта из двух значений параметра, соединенных союзом «и» выбирается наименьшее.</p>
--

11.5.20 Контроль прикромочной зоны, на наличие расслоений и неметаллических включений, выполняется УЗ-методом.

11.5.21 Ширина проверяемой зоны при контроле прикромочной зоны – 40 мм.

11.5.22 Оценку обнаруженных дефектов типа расслоений и включений следует выполнять по нормам СТО Газпром 2-4.1-713

11.5.23 При обнаружении дефектов только одним из методом НК (УЗК или РК) оценка их условных размеров и допустимости выполняется в соответствии с нормами оценки качества, установленными настоящим документом для этого метода контроля.

11.5.24 При проведении контроля качества с применением средств НК, позволяющих измерять условную высоту дефекта, указанных в «Реестре средств неразрушающего контроля качества сварных соединений ПАО «Газпром», допускается применение норм контроля в соответствии с Приложением Д.

11.5.25 В случае обнаружения дефекта одновременно средствами АУЗК (МУЗК) и РК в качестве протяженности дефекта принимается наибольшее значение, определенное одним из средств НК. В качестве условной высоты обнаруженного дефекта принимается значение условной высоты, измеренное средствами АУЗК (МУЗК). Оценку обнаруженного дефекта выполняют по нормам в соответствии с Приложением Д.

Примечания:

1. Дефект считается одновременно обнаруженным различными методами физического контроля в следующих случаях:

1.1 Выявленные АУЗК (МУЗК) и РК дефекты расположены в одной и той же зоне сварного шва (в корневой зоне, по разделке кромок шва, между слоями, в заполняющих слоях, в облицовочном слое);

1.2 Выявленные АУЗК (МУЗК) и РК дефекты имеют одинаковую глубину залегания (для РК экспертно определяется по зоне расположения);

1.3 Совпадают типы выявленных дефектов (объемный, плоскостной, скопления или цепочки).

1.4 Образы выявленного АУЗК (МУЗК) и РК дефекта, спроецированные на продольную ось сварного шва, полностью совпадают, либо один из образов расположен внутри второго образа.

11.5.26 Решение о качестве сварного соединения газопровода принимается по результатам совместного рассмотрения оформленных в установленном порядке заключений УЗК (АУЗК, МУЗК) и РК специалистом не ниже II уровня квалификации по данным методам неразрушающего контроля.

11.5.27 Решение принимают по результатам измеренных условных значений протяженности и высоты дефектов на основании норм оценки качества, указанных в приложении Д.

11.5.28 Решение оформляют Актом. Форма Акта должна содержать следующую информацию:

- номер и дата Акта;
- список участников принятия технического решения по результатам УЗК и РК;
- наименование организации (предприятия);
- наименование объекта с указанием км, ПК;
- объект контроля (трассовый номер сварного соединения и/или номер по схеме);
- результат УЗК (МУЗК, АУЗК);

- результат РК;
- принятое решение о годности (не годности) сварного соединения;
- подпись инженера по НК (специалист II или III уровня квалификации по УЗК с правом выдачи заключения по АУЗК, МУЗК);
- подпись руководителя лаборатории НК.

11.5.29 Номер и дата Акта вписывают в Журнал контроля сварных соединений неразрушающими методами поз.11 (форма – Приложение Г.4 СТО Газпром 2-2.2-136-2007) и Журнал сварки сварных соединений поз.38 (форма – Приложение Г.3 СТО Газпром 2-2.2-136-2007).

11.5.30 Акт передается Заказчику в составе исполнительной документации совместно с заключениями по результатам неразрушающего контроля качества сварных соединений.

11.6 Порядок проведения неразрушающего контроля качества сварных соединений

11.6.1 Шероховатость поверхности, измеряемая в соответствии с ГОСТ 2789 при НК не должна превышать:

- Ra 12,5 (Rz 80) – при визуальном и измерительном контроле;
- Ra 3,2 (Rz 20) – при капиллярном контроле;
- Ra 10 (Rz 63) – при магнитопорошковом контроле;
- Ra 12,5 (Rz 80) – при радиографическом контроле;
- Ra 6,3 (Rz 40) – при ультразвуковом контроле.

11.6.2 На контролируемой поверхности не должно быть следов масел, пыли, следов окалины, окисной пленки, шлака, ржавчины.

11.6.3 Поверхность объекта в зоне контроля подлежит зачистке до чистого металла от продуктов коррозии, окалины, изоляции, грязи, краски, брызг расплавленного металла и других загрязнений, препятствующих проведению контроля. Подготовка контролируемых поверхностей выполняется производителем сварочно-монтажных работ. Если следующие после ВИК операции требуют более высокой степени очистки, то очистка должна

выполняться в соответствии с этими требованиями. Нижняя часть поверхности сварного соединения должна быть на расстоянии не менее 0,5 м от поверхности грунта. При работе в траншее должен быть обеспечен безопасный спуск персонала с средствами НК в траншею.

11.6.4 Перед началом контроля необходимо несмываемым маркером (краской) отметить единую точку начала отсчета для всех методов НК (в верхней половине сварного соединения) и направление отсчета координат на трубе (см. Рисунок 11.2). В случае невозможности провести сканирование в указанном направлении, допускается сканировать в противоположном направлении с указанием стрелкой этого направления, при этом, в заключении необходимо сделать примечание о направлении сканирования.

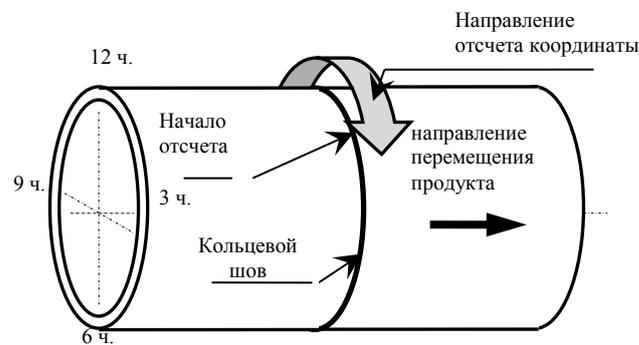


Рисунок 11.2 – Пример установки точки начала отсчета и направления отсчета координат при контроле

11.6.5 НК сварных соединений объектов магистральных газопроводов выполняется поэтапно:

– Этап 1 – до проведения сварки методом ВИК контролируют геометрию труб и кромки свариваемых деталей. Контроль прикромочной зоны методом УЗК и кромок методом ПВК выполняется в случаях, указанных в 11.4.16;

– Этап 2 – сваренные швы контролируются ВИК, МПК или ПВК (при необходимости уточнения результатов ВИК), УЗК и РК;

– Этап 3 – контроль полноты удаления дефектов вышлифовкой при ремонте и после ремонта отремонтированных участков, выявленных на этапах

1 и 2;

– Этап 4 – термообработка ^{*)}, если она предусмотрена НТД, и контроль твердости сварного шва и ЗТВ в соответствии с требованиями раздела 10;

– Этап 5 – ультразвуковой контроль после термообработки сварного соединения.

Примечание. *) Термообработка должна выполняться не позже чем через 72 часа после окончания сварки.

11.6.6 По результатам контроля подготавливается Заключение. Формы заключений приведены в СТО Газпром 2-2.4-083-2006 (см. Приложения А – Г). Результаты МУЗК и АУЗК заносятся в специальную форму заключения (Приложение Г настоящего документа). Результаты НК сварного шва приводятся в журнале контроля сварных соединений неразрушающими методами. Форма Журнала приведена в Приложении Г.4 СТО Газпром 2-2.2-136-2007.

11.6.7 Производитель сварочно-монтажных работ должен быть ознакомлен с результатами контроля.

11.6.8 По завершению работ все результаты НК: оригиналы заключений, радиографические пленки, файлы с результатами УЗК (АУЗК, МУЗК, РУЗК) цифровой и компьютерной радиографии должны передаваться заказчику в составе исполнительной документации. Копии заключений (в бумажном или электронном виде) хранятся в лаборатории НК подрядной организации до окончания гарантийного срока, установленного договором подряда.

11.6.9 Оригиналы заключений, радиографические пленки (или их оцифрованные копии), файлы с результатами УЗК (АУЗК, МУЗК, РУЗК) и ЦР и КР хранятся в ДЭО на протяжении всего срока эксплуатации объекта.

11.6.10 По инициативе ДЭО или организации осуществляющий строительный контроль (технический надзор) для проверки результатов заключений и соответствия требованиям НД может быть проведен инспекционный (дублирующий контроль) в соответствии с требованиями п.5.8 Временных требований [25].

Приложение А (обязательное)

Методика квалификационных испытаний технологий сварки

А.1 Область применения

Настоящая методика описывает квалификационные испытания технологий сварки типовых сварных соединений, которые необходимо выполнить перед началом сварочных работ на площадках строительства магистрального газопровода «Сила Сибири».

А.2 Квалификационные испытания технологий сварки

А.2.1 Квалификационные испытания технологий сварки должны выполняться по предварительным спецификациям процедур сварки (рисунок А.1) или предварительным операционным технологическим картам, согласованным с разработчиком настоящих технических требований, с использованием того же сварочного оборудования, которое будет применяться при строительстве на площадках строительства магистрального газопровода «Сила Сибири», в условиях аналогичных реальным условиям выполнения работ.

А.2.2 Количество сварных швов каждого типоразмера, выполняемых при квалификационных испытаниях технологий сварки, должно быть достаточным для получения необходимого количества образцов для механических испытаний.

А.2.3 Перечень типовых сварных соединений для проведения квалификационных испытаний технологий сварки определяется в зависимости от количества типоразмеров труб и классов прочности, предусмотренных проектной документацией.

А.2.4 Все сварные швы, выполняемые при квалификационных испытаниях, должны быть проверены визуальным и измерительным, радиографическим, ультразвуковым методами контроля.

А.2.5 По результатам проведения квалификационных испытаний должны оформляться протоколы квалификации процедур сварки (рисунок А.2).

А.3 Квалификационные испытания сварочных материалов.

А.3.1 Общие требования

А.3.1.1 Квалификационные испытания каждой партии сварочных материалов проводятся с целью подтверждения, что расходные сварочные материалы сохраняют химический состав и механические свойства, номинально

равноценные химическому составу и механическим свойствам расходных материалов, используемых при квалификации технологии сварки.

А.3.1.2 Испытания сварочно-технологических свойств сварочных материалов проводятся одновременно при сварке кольцевых стыковых соединений труб и контрольных наплавках во всех пространственных положениях.

А.3.1.3 При проведении испытаний сварочно-технологических свойств сварочных материалов учитываются требования к предварительному подогреву, межслойной температуре и другим технологическим рекомендациям, изложенным в документально оформленных предварительных инструкциях по сварке.

А.3.1.4 Контролируемые характеристики при испытаниях сварочно-технологических свойств сварочных материалов приведены в таблице А.1.

А.3.1.5 Контролируемые характеристики (параметры) сварочно-технологических свойств должны оцениваться дифференциальным методом с учетом показателей, указанных в таблице А.1.

А.3.1.6 Выставление экспертных оценок в баллах от одного до пяти производится членами комиссии, после чего определяется средний балл по каждому показателю сварочно-технологических свойств. Сварочно-технологические свойства сварочных материалов и сварочного оборудования считаются удовлетворительными, если средний балл по каждому показателю сварочных свойств будет не менее четырех.

Т а б л и ц а А.1 – Контролируемые характеристики (параметры) при испытаниях сварочно-технологических свойств сварочных материалов

Наименование контролируемого параметра СМ	Виды сварочных материалов				
	Эп	Пс	Пп	Гз	Ф
Возбуждение дуги	+	+	+	-	+
Стабильность горения дуги	+	+	+	+	+
Качество формирования шва в различных пространственных положениях	+	+	+	+	+
Качество формирования обратного валика корневого слоя шва в различных пространственных положениях	+	-	-	-	-
Разбрызгивание металла	+	+	+	+	-
Эластичность дуги	+	+	+	-	+
Отделяемость шлаковой корки	+	-	+	-	+

Рисунок А.1 - Форма предварительной спецификации процедуры сварки (ПСПС)

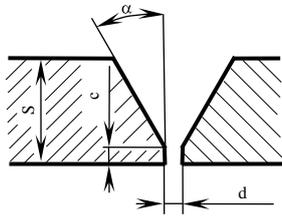
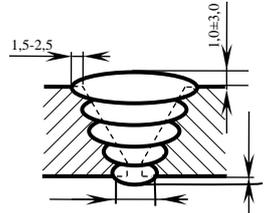
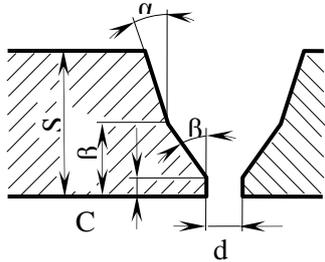
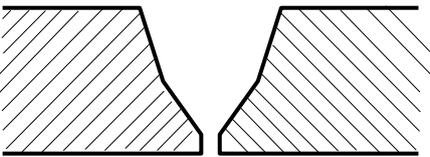
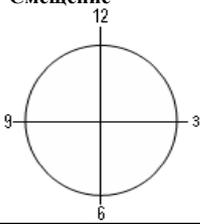
Предварительная спецификация процедуры сварки				ПСПС№ _____							
				Конструкция <input type="checkbox"/>							
				Трубопроводы <input checked="" type="checkbox"/>							
Заказчик:		Подготовка кромок под сварку		Расположение проходов (пример заполнения)							
Объект:											
Спецификация:											
Редакция №:											
От:											
BASE METAL	Спецификация материала:		PREHEAT	Положение при сварке:							
	Тип/марка:			Направление движения электрода:							
	Толщина:			METHOD OF PREPARATION Способ подготовки кромок							
	Диаметр:			Темп. предварительного нагрева:							
	Аттест. значения толщины:		Интервал темп. при сварке:								
	Аттест. значения диаметров:		Применяемый способ нагрева:								
	Аттест. Типы материалов:		Способ контроля:								
	Ширина валика (мм):										
Объём контроля, неразрушающими методами			100% Визуальный и измерительный контроль 100% Рентгенографический контроль 100% Ультразвуковой контроль								
Наименование слоя шва	Способ сварки	Диаметр электрода мм	Марка материала	Классификация	Полярность на держателе	Сварочный ток		Напряжения дуги	Скорость подачи проволоки м/мин	Защитный газ (смесь) (%)	Расход газа (л/мин)
						Базовый	Пиковый				
Корень											
Подварочный										-	-
Заполняющие										-	-
Облицовка										-	-
Корректирующий										-	-
Дата:		Дата				Дата					

Рисунок А.2 – Форма протокола квалификации процедуры сварки (ПКПС)

Протокол квалификации процедуры сварки					ПКПС № _____						
					<input type="checkbox"/> Конструкция	<input checked="" type="checkbox"/> Трубопроводы					
Заказчик: ПАО «Газпром»	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> Подготовка под сварку $S =$ $B =$ $C =$ $d =$ $\beta =$ $\alpha =$ </div> <div style="width: 45%; text-align: center;">  </div> </div>										
Объект:											
Спецификация:											
Сварщики:											
Дата сварки:											
Основной материал	Спецификация материала:		Позиция	Положение при сварке:							
	Класс прочности:			Направление движения электрода:							
	Толщина:			Способ подготовки кромок							
	Диаметр:		Подогрев	Темп. предварительного нагрева:							
	Аттест. значения толщин:	-		Интервал темп. при сварке:							
	Аттест. значения диаметров:	-		Применяемый способ нагрева:							
	Аттест. Классы прочности:			Способ контроля:	Контактный термометр						
	Ширина продольного шва:										
Наименование слоя шва	Способ сварки	Марка сварочного материала и диаметр, мм	Классификация сварочного материала	Полярность	Сварочный ток, А			Напряжение, В	Время сварки одним электродом, с / участок сваренный одним электродом, мм		
					потолочное	вертикальное	нижнее		потолочное	вертикальное	нижнее
								/	/	/	
								/	/	/	
								/	/	/	
								/	/	/	
								/	/	/	
Схема раскладки 					Смещение 						
Дата «__» _____ 20__ г.			Дата «__» _____ 20__ г.			Дата «__» _____ 20__ г.					

Т а б л и ц а А.2 – Показатели сварочно-технологических свойств сварочных материалов с балльной оценкой по дифференциальному методу

Контролируемый параметр	Оценка в баллах	Краткая характеристика показателя
Начальное возбуждение дуги	1	Плохое. Редкое зажигание или отсутствие зажигания
	2	Трудное. Зажигание после многократных соприкосновений электрода с изделием и привариваний электрода
	3	Удовлетворительное. Зажигание после нескольких (трех, четырех) соприкосновений электрода с изделием
	4	Хорошее. Зажигание после легкого движения электрода по металлу
	5	Легкое. Зажигание сразу после прикосновения электрода к изделию
Стабильность горения дуги	1	Плохая. Неустойчивое горение дуги с частыми обрывами
	2	Низкая. Неравномерно горящая, вибрирующая дуга с редкими обрывами
	3	Удовлетворительная. Неравномерно горящая, вибрирующая дуга без обрывов
	4	Хорошая. Равномерно горящая дуга с незначительной вибрацией и хрустящим шумом (треском)
	5	Высокая. Спокойно, равномерно горящая дуга без вибрации (мягкое шипение)
Качество формирования шва в различных пространственных положениях	1	Плохое. Валик неравномерный по ширине и высоте, крупночешуйчатый, с видимыми шлаковыми включениями и порами
	2	Низкая. Валик неравномерный по ширине и высоте, крупночешуйчатый
	3	Удовлетворительное. Валик крупночешуйчатый с отдельными неровностями по высоте и превышениями по кромкам шва
	4	Хорошее. Валик мелкочешуйчатый с редкими небольшими неровностями по высоте и небольшими превышениями по кромкам шва
	5	Очень хорошее. Валик равномерный, гладкий или мелкочешуйчатый с плавным переходом к основному металлу
Качество формирования шва в различных пространственных положениях	1	Плохое. Валик неравномерный по ширине и высоте, крупночешуйчатый, с видимыми шлаковыми включениями и порами
	2	Низкая. Валик неравномерный по ширине и высоте, крупночешуйчатый
	3	Удовлетворительное. Валик крупночешуйчатый с отдельными неровностями по высоте и превышениями по кромкам шва
	4	Хорошее. Валик мелкочешуйчатый с редкими небольшими неровностями по высоте и небольшими превышениями по кромкам шва
	5	Очень хорошее. Валик равномерный, гладкий или мелкочешуйчатый с плавным переходом к основному металлу

Продолжение таблицы А.2

Качество формирования шва в различных пространственных положениях	1	Плохое. Валик неравномерный по ширине и высоте, крупночешуйчатый, с видимыми шлаковыми включениями и порами
	2	Низкая. Валик неравномерный по ширине и высоте, крупночешуйчатый
	3	Удовлетворительное. Валик крупночешуйчатый с отдельными неровностями по высоте и превышениями по кромкам шва
	4	Хорошее. Валик мелкочешуйчатый с редкими небольшими неровностями по высоте и небольшими превышениями по кромкам шва
	5	Очень хорошее. Валик равномерный, гладкий или мелкочешуйчатый с плавным переходом к основному металлу
Качество формирования обратного валика корневого слоя шва в различных пространственных положениях	1	Плохое. Отсутствует проплавление при заданной величине зазора между стыкуемыми кромками
	2	Низкая. Неравномерное проплавление. Наличие непроваров и несплавлений по длине шва
	3	Удовлетворительное. Неравномерное формирование обратного валика. Валик крупночешуйчатый с неровностями по высоте и ширине шва
	4	Хорошее. Валик мелкочешуйчатый с редкими небольшими неровностями по высоте и ширине шва
	5	Очень хорошее. Валик равномерный, гладкий или мелкочешуйчатый с плавным переходом к основному металлу
Разбрызгивание металла	1	Очень большое. Очень много крупных, трудноудаляемых брызг вблизи шва
	2	Большое. Много крупных, трудноудаляемых брызг вблизи шва
	3	Повышенное. Умеренное количество крупных и мелких, легкоудаляемых брызг вблизи шва
	4	Умеренное. Мелкие брызги, равномерно распределенные вблизи шва
	5	Малое. Мало мелких брызг на поверхности образца
Эластичность дуги	1	Плохая. При удлинении дуга сразу обрывается
	2	Низкая. Требуется постоянное поддержание короткой дуги, при незначительном удлинении дуга обрывается
	3	Удовлетворительная. Дуга удлиняется до двойного диаметра электрода
	4	Хорошая. Дуга удлиняется до тройного диаметра электрода, пространственное положение стабильно
	5	Высокая. Дуга удлиняется до тройного или более диаметра электрода, пространственное положение отличается высокой стабильностью

Окончание таблицы А.2

Отделяемость шлаковой корки	1	Плохая. При окончании процесса сварки не отделяется
	2	Низкая. Требуется значительное механическое усилие для отделения шлака
	3	Удовлетворительная. Отделяется при дополнительном механическом воздействии
	4	Хорошая. Отделяется при незначительном механическом воздействии
	5	Высокая. Отделяется после сварки без дополнительного механического воздействия

А.3.2 Определение химического состава и механических свойств наплавленного металла

А.3.2.1 Для всех видов сварочных материалов химический состав наплавленного металла определяется на трех партиях каждого типоразмера, все другие контролируемые параметры специальных испытаний допускается определять на одной партии каждого типоразмера.

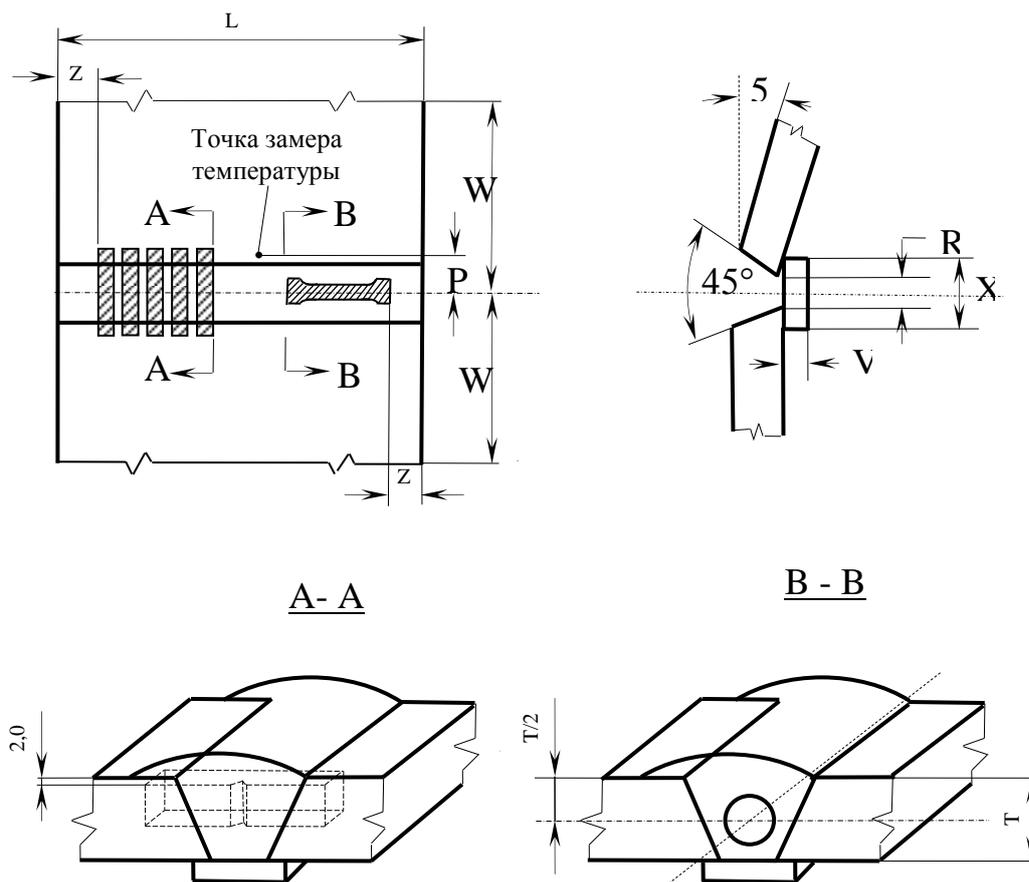
А.3.2.2 Для механических испытаний наплавленного металла допускается выполнять сварные соединения на пластинах в соответствии с таблицей А.3.

Т а б л и ц а А.3 – Требования к образцам, используемым для определения механических свойств наплавленного металла

Диаметр сварочного материала, мм	Минимальная толщина свариваемых пластин, мм	Зазор, мм	Число проходов на один слой	Общее число слоев
2,00 – 2,60	13	10	2	от 5 до 7
3,00 – 3,25	13	13	2	от 7 до 9
4,00 – 4,50	20	16	2	от 6 до 8

А.3.2.3 Ширина пластин составляет (120±10) мм, длина (400±50) мм. Толщина подкладной пластины составляет не менее 8,0 мм и ширина не менее 50,0 мм. Металл для пластин (в том числе для подкладной) должен быть того же класса прочности, для которого предназначен сварочный материал.

А.3.2.4 Подготовку кромок пластин из углеродистых спокойных сталей (СтЗсп, 10Г2, 20 и др.) для определения свойств наплавленного металла выполняют согласно ИСО 6847:2000 [17] (Рисунок А.3).



Обозначение	Размер	Единица измерения, мм
L	Длина, не менее	400±50
P	Точка замера температуры	25
R	Зазор между свариваемыми кромками	10 – 16
S	Нахлестка (перекрывтие) подкладной пластины, не менее	6
V	Толщина подкладной пластины, не менее	8
X	Ширина подкладной пластины, не менее	50
T	Толщина	13 – 20
W	Ширина, не менее	120±10
Z	Припуск, не менее	25

Рисунок А.3 – Подготовка кромок и схема вырезки образцов из наплавленного металла

А.3.2.5 Сварку (наплавку) выполняют с применением режимов, рекомендованных для сварки заполняющих слоев разделки. Если сварочная проволока согласно операционных технологических карт применяется с различными защитными газами (чистый углекислый газ, различные смеси углекислого газа и аргона), то сварку (наплавку) пластин следует выполнять в защитном газе, рекомендованном для сварки заполняющих слоев разделки. В случае применения двухваликовой (тандемной) или многодуговой технологии сварки, наплавку допускается производить одной дугой с применением режимов, указанных в операционно-технологических картах для сварки

заполняющих слоев разделки.

А.3.2.6 Химический состав, механические свойства наплавленного металла, сплошность сварных соединений для сочетаний Пс+Гз, ПпГ+Гз, Пс+Ф проверяют в конкретных комбинациях, указанных в документально оформленных операционно-технологических картах.

А.3.2.7 При проведении химического анализа наплавленного металла определяют количественное содержание всех элементов, указанных в соответствующем классификационном стандарте и соответствующей спецификации изготовителя, в которых указывается минимальное и максимальное (предельное) содержание С, Мп, Si, Ni, Мо, Cr, Р, S, легирующих микроэлементов и других специально вводимых элементов. Результаты химического анализа наплавки оцениваются комиссией на соответствие требованиям, предъявляемым к составу материала наплавки или ТУ проекта.

А.3.2.8 При механических испытаниях наплавленного металла определяют временное сопротивление, предел текучести, относительное удлинение, относительное сужение при нормальной температуре, ударную вязкость на образцах Шарпи при температурах регламентированных ТУ. Прочность, пластичность, ударная вязкость наплавленного металла оцениваются комиссией на соответствие требованиям технических условий или спецификации сварочного материала.

А.3.2.9 Качество сварочных материалов и все полученные в результате испытаний характеристики применяемых сварочных материалов или их сочетаний оцениваются на соответствие области применения технологии сварки с учетом обеспечения требуемых свойств сварного соединения и требованиям технических условий и/или спецификаций, в которых указываются гарантированные предельные и/или минимальные значения для химического состава и механических свойств, определяемых при заданных исходных условиях.

Приложение Б (обязательное)

Форма Акта допуска технологии сварки и неразрушающего контроля

Акт допуска технологий сварки и неразрушающего контроля сварных соединений к применению на объекте магистрального газопровода при строительстве

(указать: название магистрального газопровода, участок газопровода, км-км, КС, ГРС)

(указать: основание согласно п.п. 4.3.1, 5.4.8 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 ПАО «Газпром»)

_____ 201_ г.
(дата, период проведения работ)

I Типоразмеры и характеристика свариваемых труб:

Свариваемые трубы, деталь, арматура)	Диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Марка стали. Класс прочности	Номер ТУ, ГОСТ	Эквивалент углерода, не более %

II Сведения о подрядной организации, технологии сварки, сварочном и вспомогательном оборудовании, персонале:

1. Наименование подрядной организации(-й) _____
2. Наименование генподрядной организации _____
3. Номер свидетельства аттестации технологии сварки, НАКС _____
4. Способ сварки _____
5. Операционная технологическая карта сварки кольцевых сварных соединений _____
(наименование, номер, дата утверждения)

6. Сварочное и вспомогательное оборудование и материалы: (фактически использованные в период выполнения допускных испытаний технологии)

5.1	Тип (марка) сварочного оборудования (комплексов)	
5.2	Тип (марка) центратора (сборочного приспособления)	
5.3	Тип (марка) сварочных материалов (в т.ч. защитного газа)	
5.4	Тип (марка) установки подогрева (термо-обработки)	
5.5	Тип оборудования для резки труб и подготовки кромок	

7. Состав бригады сварщиков (операторов), участвующих в допусковых испытаниях технологии сварки:

№ п/п	Ф.И.О. сварщика (оператора)	Номер удостоверения НАКС, срок действия	Клеймо сварщика (оператора)	Содержание работы, выполняемой в бригаде

III Сведения об обособленном подразделении (субподрядной организации), выполняющем неразрушающий контроль сварных соединений:

1. Наименование обособленного подразделения (субподрядной организации) _____
2. Объемы и метод(-ы) неразрушающего контроля качества _____
3. *Методика проведения и интерпретации результатов контроля
*Голько для МУЗК и АУЗК _____
4. Технологическая карта(-ы) неразрушающего контроля качества
(наименование, номер, дата разработки и утверждения) _____
5. Средства контроля и материалы, номер свидетельства поверки средств НК _____
6. Свидетельство об аттестации ЛНК (номер, срок действия, методы НК, объекты) _____

7. Состав бригады специалистов НК, участвующих в допусковых испытаниях технологии неразрушающего контроля:

№ п/п	Ф.И.О. специалиста НК	Номер удостоверения НК, срок действия	Содержание работы, выполняемой в бригаде

IV Количество сваренных контрольных сварных соединений и показатель качества

1. Количество сваренных и проконтролированных сварных соединений _____
2. Последовательность и качество подготовки и сборки сварных соединений
(соответствует/не соответствует) _____
3. Показатель качества (уровень брака) сварочных работ :
(в соответствии с «Рекомендациями по определению показателей качества (уровня брака) сварочных работ подрядных организаций, выполняющих строительство, реконструкцию и капитальный ремонт газопроводов ОАО «Газпром»)
(указать уровень брака, соответствует/не соответствует) _____

V Результаты допускных испытаний технологии неразрушающего контроля

Результаты приведены в Приложении 3.

VI Выводы

1. Технология сварки соответствует (не соответствует) требованиям НД и ОТК и допущена к дальнейшему проведению работ (не допущена до устранения причин выявленных несоответствий, указать несоответствия).
2. Технология неразрушающего контроля соответствует (не соответствует) требованиям НД и ТК и допущена к дальнейшему применению (не допущена до устранения причин выявленных несоответствий, указать несоответствия).

Представитель строительного контроля
(технического надзора) _____ Ф.И.О

Представитель подрядной организации _____ Ф.И.О

Представитель ДЭО _____ Ф.И.О

Представитель ООО «Газпром газнадзор» _____ Ф.И.О
(по согласованию)

Приложения:

1. Операционная технологическая карта сварки;
2. Технологические карты контроля;
3. Фактические результаты неразрушающего контроля по заключениям

№ п.п	Номер сварного соединения	Результаты НК («годен», «ремонт», «вырезать») по видам контроля		
		ВИК	ультразвуковой	радиационный
1.				
2.				
3.				
4.				

Приложение В (рекомендуемое)

Сварочные материалы и сварочное оборудование

Т а б л и ц а В.1 – Классификация, назначение и марки сварочных материалов

Назначение сварочных материалов	Класс прочности металла труб	Марка сварочных материалов	Диаметр, мм	Классификация	Производитель
Ручная дуговая сварка электродами с основным видом покрытия на подъем					
Сварка корневого слоя шва	до К60 включ.	LB-52U	2,6; 3,2	E7016-1 по AWS A5.1	Kobe Steel Ltd. (Япония)
		Fox EV Pipe	2,5; 3,2	E7016-1 H4R по AWS A5.1	Böhler– Schweißtechnik Austria GmbH (Австрия)
		Nittetsu-16W	2,6; 3,2	Э50А по ГОСТ 9466	Nippon Steel & Sumikin Welding Co., Ltd. (Япония)
		OK 53.70	2,5; 3,2	E7016-1 по AWS A5.1	ESAB AB (Швеция)
		S-7016.0*	2,6; 3,2	Э50А по ГОСТ 9466	Hyundai Welding Co., LTD. (Корея)
		ЛБ-52TRU*	2,5; 3,0	Э50А по ГОСТ 9466	ООО «НПЦ «Сварочные материалы», (Россия)
		Conarc 53	2,5; 3,0	Э50А по ГОСТ 9466	ОАО «Межгосметиз-Мценск» (Россия)
		СЗСМ-01К*	2,5; 3,0	Э50А по ГОСТ 9466	ООО «Судиславский завод сварочных материалов» (Россия)
		ЭЛЗ-52U*	2,5; 3,0	Э50А по ГОСТ 9466	ЗАО «Электродный завод» (Россия)
		МТГ-01К*	2,5; 3,0	Э50А по ГОСТ 9466	ООО «ЭСАБ-СВЭЛ»
Сварка заполняющих и облицовочного слоев шва	св. К54 до К60 включ.	LB-62D	3,2; 4,0	E9018-G по AWS A5.5	Kobe Steel Ltd. (Япония)
		Böhler Fox EV 60	3,2; 4,0	E8018-C3H4R по AWS A5.5	Böhler– Schweißtechnik Austria GmbH (Австрия)
		Böhler Fox EV 65	2,5; 3,2; 4,0	E8018-H4R по AWS A5.5	Böhler– Schweißtechnik Austria GmbH (Австрия)
		Pipeweld 8016	3,2; 4,0	E8016-G по AWS A5.5	ESAB Perstorp AB, (Швеция)
		Conarc 74*	3,0; 4,0	Э60 по ГОСТ 9466	ОАО «Межгосметиз-Мценск» (Россия)
		Pipelinex 18P	3,2; 4,0	E8018-G H4R по AWS A5.5	Lincoln Smitweld B.V. (Нидерланды)
		Nittetsu L-60LT	3,2; 4,0	Э60 по ГОСТ 9466	Nippon Steel & Sumikin Welding Co., Ltd. (Япония)
		ЛБ-74.70RU*	3,0; 4,0	Э60 по ГОСТ 9466	ООО «НПЦ «Сварочные материалы», (Россия)
		СЗСМ-03*	3,0; 4,0	Э60 по ГОСТ 9466	ООО «Судиславский завод сварочных материалов» (Россия)
		ЭЛЗ-74.70*	3,0; 4,0	Э60 по ГОСТ 9466	ЗАО «Электродный завод» (Россия)
	МТГ-03*	3,0; 4,0	Э60 по ГОСТ 9466	ООО «ЭСАБ-СВЭЛ»	
	до К54 включ.	LB-52U	2,6; 3,2	E7016-1 по AWS A5.1	Kobe Steel Ltd. (Япония)
		OK 48.08	2,5; 3,2; 4,0	E 7018 по AWS A5.1	ESAB AB (Швеция)
		Fox EV Pipe	3,2; 4,0	E7016-1 по AWS A5.1	Böhler– Schweißtechnik Austria GmbH (Австрия)
Basic One*		3,0; 4,0	Э50А по ГОСТ 9466	ОАО «Межгосметиз-Мценск» (Россия)	

Продолжение таблицы В.1

Назначение сварочных материалов	Класс прочности металла труб	Марка сварочных материалов	Диаметр, мм	Классификация	Производитель
Сварка заполняющих и облицовочного слоев шва	до К54 включ.	МТГ-01*	3,0	Э50А по ГОСТ 9466	ООО «ЭСАБ-СВЭЛ»
		МТГ-02*	4,0	Э50А по ГОСТ 9466	ООО «ЭСАБ-СВЭЛ»
		Conarc 53*	3,0; 4,0	Э50А по ГОСТ 9466	ОАО «Межгосметиз-Мценск» (Россия)
		Nittetsu L-55SN	3,2; 4,0	Э50А по ГОСТ 9466	Nippon Steel & Sumikin Welding Co., Ltd. (Япония)
		S-7016.0*	2,6; 3,2; 4,0	Э50А по ГОСТ 9466	Hyundai Welding Co., LTD. (Корея)
		ЛБ-52TRU*	3,0; 4,0	Э50А по ГОСТ 9466	ООО «НПЦ «Сварочные материалы», (Россия)
		СЗСМ-01К*	3,0	Э50А по ГОСТ 946	ООО «Судиславский завод сварочных материалов» (Россия)
		СЗСМ-02*	4,0	Э50А по ГОСТ 9466	ООО «Судиславский завод сварочных материалов» (Россия)
		ЭЛЗ-52U*	3,0; 4,0	Э50А по ГОСТ 9466	ЗАО «Электродный завод» (Россия)
Механизируемая сварка проволокой сплошного сечения					
Сварка корневого слоя шва методом STT	до К60 включ.	Bohler SG 3-P	1,2	ER70S-G по AWS A5.18	Böhler– Schweißtechnik Austria GmbH (Австрия)
		Super Arc L-56	1,14	E R 70 S-6 по AWS A5.18	The Lincoln Electric Company (США)
		Lincoln SG-2*	1,2	Легированная по ГОСТ 2246	ОАО «Межгосметиз-Мценск» (Россия)
		A-60*	1,2	Легированная по ГОСТ 2246	ОАО «Межгосметиз-Мценск» (Россия)
		ULTRA 70S-G*	1,2	E R 70 S -G по AWS A5.18	ООО «Свармонтажстрой» (Россия)
		ПроТЭК 60*	1,2	E R 70 S -G по AWS A5.18	ООО «СварТЭК» (Россия)
		ЕКАТЕРИНА 70S-6*	1,2	Легированная по ГОСТ 2246	ООО «Судиславский завод сварочных материалов» (Россия)
		ЕКАТЕРИНА 100S-G*	1,2	Легированная по ГОСТ 2246	ООО «Судиславский завод сварочных материалов» (Россия)
Механизируемая и автоматическая сварка порошковой проволокой в защитных газах					
Сварка заполняющих и облицовочного слоев шва	до К60 включ.	Boehler Ti 60-FD*	1,2	E81T-1 Ni1 MJ H4 по AWS A5.29	Böhler– Schweißtechnik Austria GmbH (Австрия)
		Pipeliner G70M-H	1,2	E71T-1MJH8 и E71T-9MJH8 по AWS A5.29	Lincoln Smitweld B.V. (Нидерланды)
		NSSW SF-50AR	1,2	E91T9-M21A4-K2-H4 по AWS A5.36	Nippon Steel & Sumikin Welding Co., Ltd. (Япония)
		Power Pipe 60R	1,2	ПГ49 А4У по ГОСТ 26271	ЗАО «НПФ «ИТС» (Россия)
		ЕКАТЕРИНА-71Т1*	1,2	ПГ49 А4У по ГОСТ 26271	ООО «Судиславский завод сварочных материалов» (Россия)
Механизируемая и автоматическая сварка самозащитной порошковой проволокой					
Сварка корневого слоя шва	св. К54 до К60 включ.	Fabshield Pipe Root 1	1,4	E81TGS-G по AWS A5.36	Hobart Brothers, США

Продолжение таблицы В.1

Назначение сварочных материалов	Класс прочности металла труб	Марка сварочных материалов	Диаметр, мм	Классификация	Производитель
Сварка заполняющих и облицовочного слоев шва	до К54 включ.	Boehler Pipeshield 71T8-FD	2,0	E71T8-Ni1 по AWS A5.29	Böhler– Schweißtechnik Austria GmbH (Австрия)
		Pipecored 71*	2,0	E71T8-K6 по AWS A5.29	Hyundai Welding Co., LTD. (Корея)
	св. К54 до К60 включ.	Boehler Pipeshield 81T8-FD	2,0	E81T8-Ni2 по AWS A5.29	Böhler– Schweißtechnik Austria GmbH (Австрия)
		Pipeliner NR-208-XP	2,0	E81T-G по AWS A5.29	Lincoln Electric Company (США)
		Pipecored 81*	2,0	E81T8-Ni2 по AWS A5.29	Hyundai Welding Co., LTD. (Корея)
Автоматическая сварка проволокой сплошного сечения в защитных газах					
Сварка корневого, заполняющих и облицовочного слоев шва	до К60 включ.	K-600	1,0 1,2	E R 70 S -6 по AWS A5.18	Böhler Schweißtechnik Deutschland GmbH (Германия)
		TS-6	0,9	E R 70 S –G по AWS A5.18	Böhler Schweißtechnik Deutschland GmbH (Германия)
		ПроТЭК 60*	0,9 1,0 1,2	ER70S–G по AWS A5.18	ООО «СварТЭК» (Россия)
		A-60*	1,2	Легированная по ГОСТ 2246	ОАО «Межгосметиз-Мценск» (Россия)
		Bohler SG 3-P	0,9	E R 70 S –G по AWS A5.18	Böhler– Schweißtechnik Austria GmbH (Австрия)
		Bohler SK60*	1,0	E R 70 S –G по AWS A5.18	Böhler– Schweißtechnik Austria GmbH (Австрия)
		OK Autrod 12.66	1,0	E R 70 S–6 по AWS A5.18	ESAB VAMBERG sro (Чехия)
		ULTRA 70S-G*	1,0	E R 70 S –G по AWS A5.18	ООО «Свармонтажстрой» (Россия)
		ЕКАТЕРИНА 70S-6*	1,0	Легированная по ГОСТ 2246	ООО «Судиславский завод сварочных материалов» (Россия)
		ЕКАТЕРИНА 100S-G*	1,0	Легированная по ГОСТ 2246	ООО «Судиславский завод сварочных материалов» (Россия)
Автоматическая сварка проволокой сплошного сечения под флюсом					
Сварка заполняющих и облицовочного слоев шва	до К60 включ.	Св-08ГА+ ЭЛЗ-ФКС-1/55(КСМ)*	3,0	Проволока легированная по ГОСТ 2246, флюс Керамический по ГОСТ 28555	проволока – ООО «Судиславский завод сварочных материалов» (Россия), флюс – ЗАО «Электродный завод» (Россия)
		Pipeliner LA-85 + Lincolnweld 888	3,2	F8A6-ENi5-Ni5-N4 по AWS A5.23	The Lincoln Electric Company (США)
		Св-10НМА + Lincolnweld 888*	3,2	Проволока легированная по ГОСТ 2246, флюс	Проволока: ОАО «Межгосметиз-Мценск» (Россия) Флюс: The Lincoln Electric Company (США)
		OK Autrod 13.24 +OK Flux 10.71	3,2	F8A5-EG-G по AWS A5.23	проволока – ESAB VAMBERG sro (Чехия), флюс – ЭСАБ-СВЭЛ (Россия)

Окончание таблицы В.1

Назначение сварочных материалов	Класс прочности металла труб	Марка сварочных материалов	Диаметр, мм	Классификация	Производитель
Ручная аргонодуговая сварка неплавящимся электродом					
Сварка корневого слоя шва	до К60 включ.	OK Tigrod 12.60	2,0; 2,4	ER70S-3/ AWS A5.1	ESAB VAMBERG sro (Чехия)
		Boehler EMK-6*	2,0; 2,4	E R 70 S –6 по AWS A5.18	Böhler– Schweißtechnik Austria GmbH (Австрия)
		LNT 25*	2,0; 2,4	ER70S-3 по AWS A5.18	Lincoln Smitweld B.V. (Нидерланды)
Сварка корневого слоя шва	до К60 включ.	ULTRA 70S-G*	2,0; 2,4	E R 70 S –G по AWS A5.18	ООО «Свармонтажстрой» (Россия)
		ЕКАТЕРИНА 70S-6*	2,0; 2,4	Легированная по ГОСТ 2246	ООО «Судиславский завод сварочных материалов» (Россия)
		ЕКАТЕРИНА 100S-G*	2,0; 2,4	Легированная по ГОСТ 2246	ООО «Судиславский завод сварочных материалов» (Россия)
Сварка заполняющих и облицовочного слоев шва	св. К54 до К60 включ.	OK Tigrod 13.23	2,0; 2,4	ER80S-Ni1 по AWS A5.28	Trader S.p.A. (Италия)
		LNT Ni1*	2,0; 2,4	ER80S Ni1 по AWS A5.28	Lincoln Smitweld B.V. (Нидерланды)
		ЕКАТЕРИНА 100S-G*	2,0; 2,4	Легированная по ГОСТ 2246	ООО «Судиславский завод сварочных материалов» (Россия)
	до К54 включ.	OK Tigrod 13.23	2,0; 2,4	ER80S-Ni1 по AWS A5.28	Trader S.p.A. (Италия)
		LNT 25*	2,0; 2,4	ER70S-3 по AWS A5.18	Lincoln Smitweld B.V. (Нидерланды)
		Boehler EMK-6*	2,0; 2,4	E R 70 S –6 по AWS A5.18	Böhler– Schweißtechnik Austria GmbH (Австрия)
		ULTRA 70S-G*	2,0; 2,4	E R 70 S –G по AWS A5.18	ООО «Свармонтажстрой» (Россия)
		ЕКАТЕРИНА 100S-G*	2,0; 2,4	Легированная по ГОСТ 2246	ООО «Судиславский завод сварочных материалов» (Россия)
Автоматическая аргонодуговая сварка неплавящимся электродом					
Сварка корневого, заполняющих и облицовочного слоев шва	до К60 включ.	Bohler SG 3-P	0,9	ER70S –G по AWS A5.18	Böhler– Schweißtechnik Austria GmbH (Австрия)
		OK Autrod 13.23*	1,0	ER80S-Ni1 по AWS A5.28	ESAB Perstorp AB (Швеция)
		ПроТЭК 60*	0,9 1,0	E R 70 S –G по AWS A5.18	ООО «СварТЭК» (Россия)
		ULTRA 70S-G*	0,9	E R 70 S –G по AWS A5.18	ООО «Свармонтажстрой» (Россия)
		ЕКАТЕРИНА 100S-G*	0,9	Легированная по ГОСТ 2246	ООО «Судиславский завод сварочных материалов» (Россия)
<p>Примечание: * - рекомендуется к применению при наличии записи в «Реестре сварочных материалов» ОАО «Газпром» в том числе с соответствующей областью применения после получения положительных результатов квалификационных испытаний сварочных материалов в объеме требований аттестации технологии сварки на соответствие требований настоящих ТТ</p>					

Т а б л и ц а В.2 – Сварочные выпрямители тиристорного типа для автоматической, механизированной и ручной сварки

Марка	Технические характеристики					Производитель
	Номинальный сварочный ток	Пределы регулирования сварочного тока, А	Напряже-ние холо-стого хода, В	Номинальное рабочее напряжение, В	Способ сварки	
ВДУ-1250УЗ	1250 А, при ПВ 100 %	250-1250	55	44	АФ	ЗАО «НПФ «ИТС» (Россия)
ВД-306Д	300 А при ПВ 60%	50-350	не более	22-34	РД	ЗАО «НПФ «ИТС» (Россия)
		10-350	95	12-24	РАД	
ВД-306ДК серия 03	300 А при ПВ 60%	12-350	не более	17-34	РД	ЗАО «НПФ «ИТС» (Россия)
		50-350	85	11-24	РАД	
ВД-506Д	500 А при ПВ 60%	50-350	не более 95	22-40	РД	ЗАО «НПФ «ИТС» (Россия)
ВД-506ДК серия 04	500 А при ПВ 60%	50-500	не более 85	17-40	АПИ	ЗАО «НПФ «ИТС» (Россия)
				22-40	РД	
ВДУ 306 МТУЗ	315 А, при ПН 100 %	30-350	не более 100	21-32	РД	ЗАО «Уралтермосвар» (Россия)
				11-22	РАД	
ВДУ 506 МТУЗ	500 А, при ПН 60 %	30-500	не более 100	21-40	РД	ЗАО «Уралтермосвар» (Россия)
Idealarc DC 400	450 А, при ПВ 60 %	60-500	45	12-42	АПИ	The Lincoln Electric Company (США)
				54	12-42	
РАД						
Idealarc DC 600	680 А, при ПВ 60 %	70-850	не более 100	13-42	АФ	The Lincoln Electric Company (США)
		90-850		24-42	РД	
Idealarc DC 1000	1000 А, при ПВ 100 %	150-1300	не более 100	16-46	АФ	The Lincoln Electric Company (США)
Power Wave AC/DC 1000	1000 А, при ПВ 100 %	100-1000	не более 100	44	АФ	The Lincoln Electric Company (США)
LAF 1250	1250 А, при ПВ 100 %	40-1250	51	22-44	АФ	ESAB AB (Швеция)
LHF 400	315 А, при ПВ 60 %	8-400	80-87	20-36	РД	ESAB AB (Швеция)
					РАД	

П р и м е ч а н и е : – марки сварочного оборудования, приведенные в настоящих Технических требованиях, а также другие марки сварочного оборудования допускается применять при наличии записи в «Реестре сварочного оборудования и оборудования для термической резки» ОАО «Газпром с соответствующей областью применения и после получения положительных результатов квалификационных испытаний технологии сварки согласно требованиям раздела 6.

Т а б л и ц а В.3 – Сварочные выпрямители инверторного типа для автоматической, механизированной и ручной сварки

Марка	Технические характеристики				Производитель
	Номинальный сварочный ток	Пределы регулирования сварочного тока, А	Напряжение холостого хода, В	Способ сварки	
ДС 400.33 УКП	400 А, при ПН 60 %	30-150 (базовый) 200-500 (пиковый)	не более 113	АПГ	НПП «ТехноТрон», ООО (Россия)
				АПИ	
		50-400		РД	
ДС 250.33	250 А, при ПВ 60 %	25–250	не более 85	РД	НПП «ТехноТрон», ООО (Россия)
Pico 300VRD A, Pico 260 VRD A	260 А, при ПВ 60 %	10–260	99	РД	ООО «Инвертор- Плюс» (Россия)
УРАЛ-Мастер 300	300 А, при ПВ 100 %	6–300	не более 85	РД	ЗАО «Уралтермосвар» (Россия)
Магма-315	315 А, при ПН 60%	5–350	55–85	РД	ООО «НПП «ФЕБ» (Россия)
Miller XMT-350, XMT-350ET	350 А, при ПВ 100 %	5-425	не более 75	АПГ	Miller Electric Mfg Co (США)
				РД	
Invertec V350- PRO	350 А, при ПВ 60 %	5-350	80	ААДП	The Lincoln Electric Company (США)
				АПГ	
				АПИ	
				РД	
Invertec V450- PRO	500 А, при ПВ 60 %	5-570	76	РД	The Lincoln Electric Company (США)
Invertec STT II	350 А, при ПВ 60 %	0-150 (базовый) 0-450 (пиковый)	не более 85	МП	The Lincoln Electric Company (США)
Master 3500	285 А, при ПВ 60 %	10-350	70	РД	КЕМРРИ (Финляндия)
<p>П р и м е ч а н и е – конкретные марки сварочного оборудования должны быть аттестованы в соответствии с требованиями РД 03-614-03, пройти квалификационные испытания согласно требованиям приложения Б.</p>					

Таблица В.4 – Сварочные комплексы для автоматической односторонней сварки неповоротных кольцевых стыковых соединений труб

Марка		Технические характеристики									Производитель	
		Количество дуг на сварочной головке	Пределы регулирования сварочного тока на дуге, А	Пределы регулирования напряжения на дуге, В	Пределы регулирования скорости перемещения сварочной головки, м/мин	Пределы регулирования скорости подачи электродной проволоки, м/мин	Пределы регулирования амплитуды колебаний сварочной горелки, мм	Пределы регулирования частоты колебаний сварочной горелки, цикл/мин	Диаметр электродной проволоки, мм	Способ сварки		
CRC-Evans AW	Внутренняя машина IWM	1	280 max	24 max	0–1,27	2,54–12,7	–	–	0,9	ААДП	«CRC-Evans AW» (США)	
	Наружные головки	P200 P260	1	290 max	36 max	0,1–1,52	2,56–16,0	0–19,0	0–250	0,9		ААДП, АПГ
		P600	1*	290 max	36 max	0,1–1,54	2,56–16,0	0–50,4	0–220	1,0		АПГ
			2**									ААДП
P700	1*	400	–	0,127–1,52	2,54–15,24	0–50,4	0–240	0,9–1,4	ААДП			
Autoweld Systems	Внутренняя машина	1	280	19–21	0,76±18%	9,66±18%	–	–	0,9	ААДП	«Autoweld Systems» (Великобритания)	
	Наружные головки	1	290	17–28	0,12–3,12	6,36–15,24	0–12	0–240	0,9	АПГ		
Saturnax		2	50–500	10–30	0,15–3,0	2–20	0–4	0–220	0,6–2,0	АПГ	«Serimax» (Франция)	
CWS.02		1	0–400	0–32	0,01–1,6	0,1–16	0–32	2–360 см/мин	0,6–2,0	АПГ	«Pipe Welding Technology» (Италия)	
Veraweld Torch System S		1	250 max	–	0–3	0–30,5	0–42	0–200	0,6–2,0	ААДП, АПИ	«Vermaat Technics b.v.» (Нидерланды)	
Veraweld Torch System D		2	300 max	–	0–3	0–30,5	0–42	0–200	0,6–2,0	ААДП		
M300-C		1	290 max	28 max	0,1–1,54	2,56–16,0	0–19	0–250	1,2–1,4	АПИ	«CRC Evans AW» (США)	
M400		1	315 max	–	0,08–1,27	2,56–16,0	0–40	0–240	0,8–2,0	АПГ, АПИ, АПС	ООО «Нефтекамский завод трубопроводного оборудования»	

Таблица В.4 (окончание)

Марка	Технические характеристики									Производитель
	Количество дуг на сварочной головке	Пределы регулирования сварочного тока на дуге, А	Пределы регулирования напряжения на дуге, В	Пределы регулирования скорости перемещения сварочной головки, м/мин	Пределы регулирования скорости подачи электродной проволоки, м/мин	Пределы регулирования амплитуды колебаний сварочной горелки, мм	Пределы регулирования частоты колебаний сварочной горелки, цикл/мин	Диаметр электродной проволоки, мм	Способ сварки	
Полисвар	1	300 мах	–	0,03–1,00	0,85–18,5	0–50	2,5 мах (м/мин) (скорость колебаний горелки)	0,8–1,6	АПИ	ЗАО «Уралтермосвар» (Россия)
ПРОТЕУС	1	400 мах	32 мах	0,20–1,52	5–15	14 ° угол колебаний	0–5	0,9–1,6	АПИ	ЗАО «НПФ «ИТС» (Россия)
Восход	1	300 мах	–	0,1–1,15	2–12	±15°	0–19,7 (колебан./см)	0,8–1,6	АПИ	
АСТ-1	1	300 мах	36 мах	0,01–0,72	0,1–16	1,0–20	0,6–3,0 (м/мин) (скорость колебаний горелки)	0,8–2,0	АПГ, АПИ, АПС	НПП «Технотрон», ООО (Россия)
ОКА	1	10–200	7,0–15,0	0,006–0,456	0,3–2,4	0,5–20	0,3–3,0 (м/мин) (скорость колебаний горелки)	0,8–1,0	ААД	
Polysoude	1	10–240	5,0–35,0	0,031–0,667	0–2,552	0,05–30	0,01–1,0 (м/мин) (скорость колебаний горелки)	0,8–1,0	ААД	«Polysoude» (Франция)

* Для сварки горячего прохода.
 ** Для сварки заполняющих и облицовочного слоев шва.
 *** Для сварки заполняющих и облицовочного слоев шва.

Примечание: – марки сварочного оборудования, приведенные в настоящих Технических требованиях, а также другие марки сварочного оборудования допускается применять при наличии записи в «Реестре сварочного оборудования и оборудования для термической резки» ПАО «Газпром с соответствующей областью применения и после получения положительных результатов квалификационных испытаний технологии сварки согласно требованиям раздела 6.

Приложение Г (обязательное)

Форма заключения по результатам автоматизированного (механизированного) ультразвукового контроля стыкового сварного соединения трубопровода

Наименование лаборатории НК:	ЗАКЛЮЧЕНИЕ № ____	Объект: Трубопровод _____ (наименование, категория)
Номер свидетельства об аттестации:	от «__» _____ 20 г.	Наименование организации Заказчика Наименование организации Подрядчика
ПО АВТОМАТИЗИРОВАННОМУ (МЕХАНИЗИРОВАННОМУ) УЛЬТРАЗВУКОВОМУ КОНТРОЛЮ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ		
Шифр технологической карты на проведение контроля	_____ (указать шифр, номер карты)	
Нормативный документ (методика/инструкция по отбраковке)	_____ (указать нормативный документ)	
Средство автоматизированного (механизированного) ультразвукового контроля	_____ (указать тип, марку заводской номер, дату последней поверки)	
Типы применяемых ПЭП и призм		
СОП (калибровочный образец)	№ _____ (номер свидетельства об аттестации)	
Диаметр, толщина стенки свариваемых элементов, мм		
Тип сварного соединения, способ сварки		

Результаты контроля

Номер сварного соединения по журналу сварки	Шифр (клеймо) сварщика (бригады сварщиков)	Описание выявленных дефектов						ЗАКЛЮЧЕНИЕ («Годен», «Ремонт», «Вырезать»)	Примечания (Вид дефекта)
		Координата, мм	глубина залегания, мм	высота, мм	лина, мм	порог	Канал индикации		

Примечание. Форма содержит минимально допустимый объем информации по контролю. Организация, выполняющая АУЗК (МУЗК) имеет право дополнить форму

	Фамилия, инициалы	Уровень квалификации, удостоверение №	Подпись	Дата
Контроль произвел (оператор)				
Заключение выдал				
Строительный контроль подтверждает соответствие проведенного НК сварных соединений технологической карте контроля				
С результатами контроля ознакомлен и заключение получил. Производитель сварочно-монтажных работ				

Приложение Д (обязательное)

Нормы оценки качества кольцевых сварных соединений магистральных газопроводов при применении средств автоматизированного и механизированного ультразвукового контроля

Приведенные в Приложении Д нормы предназначены для оценки качества кольцевых сварных соединений магистральных газопроводов с рабочим давлением до 9,8 МПа включительно, спроектированных в соответствии с требованиями СП 36.13330.2012 и построенных в соответствии с настоящими требованиями, а также СП 86.13330.2014 средствами автоматизированного и механизированного ультразвукового контроля (АУЗК, МУЗК), обеспечивающими измерение длины и высоты дефекта.

Нормы оценки качества кольцевых сварных соединений МГ на участках с рабочим давлением 11,8 МПа (участок Благовещенск – граница КНР) при применении средств АУЗК и МУЗК подлежат уточнению по результатам механических испытаний, проводимых при квалификационных испытаниях технологий сварки, с учетом принятых проектных решений.

Настоящие нормы оценки качества сварных соединений распространяются на типоразмеры труб и классы прочности, приведенные в таблице Д.1.

Таблица Д.1 – Область применения норм

№ п.п.	Труба	Категория участка	Давление
1	1420x21,7-K60	III	9,8 МПа
2	1420x25,8-K60	I	9,8 МПа
3	1420x32,0-K60	I (зоны АТР)	9,8 МПа
4	1420x32,0-K60	B	9,8 МПа

Нормы предназначены для применения при использовании средств автоматизированного и механизированного ультразвукового контроля качества

сварных соединений обеспечивающих измерение условной высоты, глубины и протяженности дефектов.

Нормы разработаны с учетом оценки приборной погрешности измерения условной высоты и условной протяженности дефекта, определенной на основании результатов квалификационных испытаний средств контроля.

Нормы оценки качества сварных соединений, приведенные в приложении Д, применимы к сварным соединениям, выполненным автоматизированными способами сварки в специальную (зауженную) разделку кромок, и не распространяются на ремонтные участки сварных соединений.

По заявке строительной организации для оценки качества сварных соединений могут быть применены уточненные нормы на основе дополнительного анализа данных о механических свойствах сварных соединений, полученных по результатам испытаний, выполненных аккредитованной лабораторией, определенной ООО «Газпром ВНИИГАЗ».

Уточненные нормы разрабатывает ООО «Газпром ВНИИГАЗ» по поручению ПАО «Газпром».

Д.1 Расчетные значения допустимых дефектов для труб класса прочности К60 для расчетной ударной вязкости по Шарпи металла сварного соединения равной 75 Дж/см²

Приведенные в Д.1 требования к размерам дефектов применимы только при обеспечении минимального фактического значения KCV (здесь и далее под минимальным значением ударной вязкости металла сварного соединения понимается минимальное полученное значение ударной вязкости металла шва и линии сплавления) равного или более 85 Дж/см² при температуре испытаний минус 40 °С.

Минимальное значение ударной вязкости по Шарпи (KCV) подлежит определению по результатам аттестационных испытаний, выполненных в соответствии с положениями настоящих «Технических требований...», либо на основе дополнительных данных о свойствах металла сварного соединения,

предоставленных строительной организацией и согласованных ПАО «Газпром».

При оценке качества кольцевых сварных соединений подлежат фиксации внутренние и поверхностные дефекты с условной высотой более 0,5 мм и 0,3 мм, соответственно.

Д.1.1 Нормы оценки качества кольцевых сварных соединений труб 1420 x 21,7 мм

Максимально допустимые размеры внутренних и поверхностных дефектов в кольцевых сварных соединениях труб 1420 x 21,7 мм класса прочности К60 при ударной вязкости по Шарпи металла сварного соединения, равной 75 Дж/см², приведены в таблице Д.2 и Д.4, соответственно.

Таблица Д.2 - Максимальные допустимые размеры внутренних дефектов кольцевых сварных соединений труб 1420 x 21,7, КСV 75 Дж/см²

№	Условная высота дефекта, регистрируемая применяемым средством ультразвукового контроля, мм	Условная протяженность дефекта, регистрируемая применяемым средством ультразвукового контроля, мм
1	$2,5 < h \leq 3,0$	5
2	$2,0 < h \leq 2,5$	7
3	$1,5 < h \leq 2,0$	15
4	$1,0 < h \leq 1,5$	75
5	$0,5 < h \leq 1,0$	125

Примечания:

1 «Многоэтажные» дефекты любых размеров недопустимы (см. таблицу Д.3).
 2 Любые два внутренних дефекта, расположенные в одном сварочном слое на расстоянии меньше длины минимального из них, должны рассматриваться как один дефект с длиной равной сумме длин исходных дефектов плюс расстояние между ними и высотой равной максимальной из высот исходных дефектов (см. таблицу Д.3).

3 Любые два поверхностных дефекта, расположенные на расстоянии меньше длины минимального из них, должны рассматриваться как один дефект с длиной равной сумме длин исходных дефектов плюс расстояние между ними и высотой равной максимальной из высот исходных дефектов (см. таблицу Д.3).

4 Любые два внутренних дефекта, расположенные в разных сварочных слоях на расстоянии по оси шва меньше длины минимального из них и на расстоянии по высоте шва меньше полусуммы высот исходных дефектов, должны рассматриваться как один дефект с длиной равной сумме длин исходных дефектов плюс расстояние между ними. Высота объединенного дефекта равна сумме высот исходных дефектов плюс расстояние по высоте шва между ними (см. таблицу Д.3).

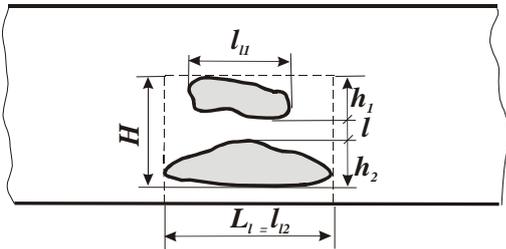
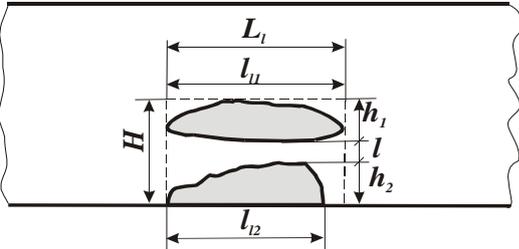
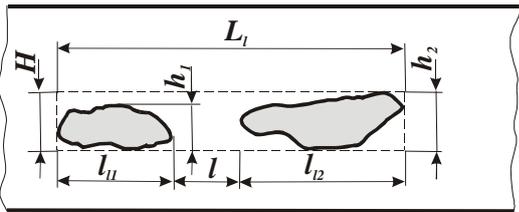
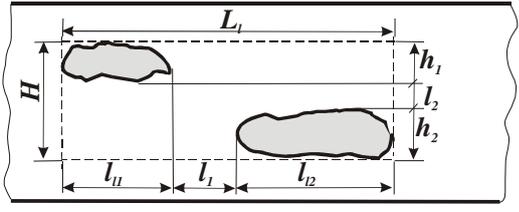
5 Если внутренний дефект расположен близко к поверхности (высота перемычки меньше половины высоты дефекта) высота перемычки между дефектом и поверхностью должна быть включена в высоту дефекта и данный дефект следует считать поверхностным.

6 Трещины любых размеров не допускаются.

7 Суммарная площадь всех выявленных дефектов на каждые 300 мм сварного шва не должна превышать 2% от площади сечения шва (для стенки 21,7 мм эта величина составляет $300 \cdot 21,7 \cdot 0,02 = 130,2 \text{ мм}^2$) на 300 мм.

Суммарную площадь выявленных дефектов следует определять по формуле $F_s = \sum_{i=1}^N h_i \cdot l_i$, где $h_i \cdot l_i$ – соответственно условная высота и условная протяженность i-го дефекта, показанные в таблице Д.3.

Таблица Д.3 - Схематизация близкорасположенных дефектов

№	Схематизируемые дефекты	Критерий взаимодействия	Эффективные размеры
1	 <p data-bbox="193 600 699 683">Объединение двух внутренних дефектов</p>	$l \leq (h_1 + h_2) / 2$	$H = h_1 + h_2 + l$ $L_i = \max(l_{11}, l_{12})$ <p data-bbox="1034 421 1401 495">Объединенный расчетный дефект</p>
		$\frac{h_1 + h_2}{2} \leq l$ $\leq 7,0 \text{ мм}$	<p data-bbox="1050 555 1385 629">Недопустимый многоэтажный дефекта</p>
		$l \geq 7,0 \text{ мм}$ <p data-bbox="794 696 954 757">и $\frac{h_1 + h_2}{2} \leq l$</p>	<p data-bbox="1050 674 1385 748">Невзаимодействующие расчетные дефекты</p>
2	 <p data-bbox="220 1072 675 1155">Объединение внутреннего и поверхностного дефекта</p>	$l \leq h_2 + h_1 / 2$	$H = h_1 + h_2 + l$ $L_i = \max(l_{11}, l_{12})$ <p data-bbox="1034 878 1401 969">Объединенный расчетный дефект</p>
		$\frac{h_1}{2} + h_2 \leq l$ $\leq 7,0 \text{ мм}$	<p data-bbox="1050 1034 1385 1108">Недопустимый многоэтажный дефекта</p>
		$l \geq 7,0 \text{ мм}$ <p data-bbox="794 1196 954 1256">и $\frac{h_1}{2} + h_2 \leq l$</p>	<p data-bbox="1050 1173 1385 1247">Невзаимодействующие расчетные дефекты</p>
3	 <p data-bbox="204 1536 691 1619">Внутренние дефекты в одном слое</p>	$l \leq \min(l_{11}, l_{12})$	$H = \max(h_1, h_2),$ $L_i = l_{11} + l_{12} + l$
4	 <p data-bbox="204 1868 691 1951">Внутренние дефекты в разных слоях</p>	$l_1 \leq \min(l_{11}, l_{12})$ <p data-bbox="863 1756 890 1785">и</p> $l_2 \leq (h_1 + h_2) / 2$	$H = h_1 + h_2 + l_2$ $L_i = l_{11} + l_{12} + l_1$

Продолжение таблицы Д.3

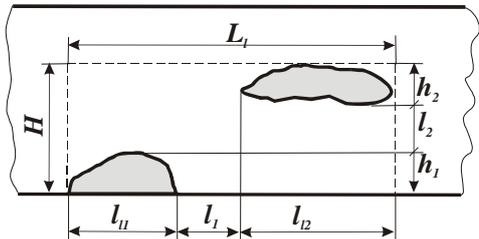
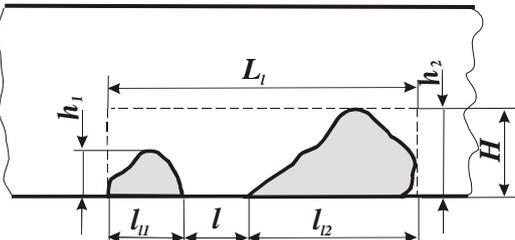
№	Схематизируемые дефекты	Критерий взаимодействия	Эффективные размеры
5	 <p>Внутренний и поверхностный дефекты</p>	$l_1 \leq \min(l_{11}, l_{12})$ <p style="text-align: center;">И</p> $l_2 \leq h_1 + h_2 / 2$	$H = h_1 + h_2 + l_2$ $L_1 = l_{11} + l_{12} + l_1$
6	 <p>Поверхностные дефекты в одном слое</p>	$l \leq \min(l_{11}, l_{12})$	$H = \max(h_1, h_2),$ $L_1 = l_{11} + l_{12} + l$

Таблица Д.4 - Максимальные допустимые размеры поверхностных дефектов кольцевых сварных соединений труб 1420 x 21,7, КСV 75 Дж/см²

№	Условная высота дефекта, регистрируемая применяемым средством ультразвукового контроля, мм	Условная протяженность дефекта, регистрируемая применяемым средством ультразвукового контроля, мм
1	$1,5 < h \leq 2,5$	6
2	$1,0 < h \leq 1,5$	8
3	$0,5 < h \leq 1,0$	11
4	$0,3 < h \leq 0,5$	125

Примечание: аналогично примечаниям таблицы Д.2.

Д.1.2 Нормы оценки качества кольцевых сварных соединений труб 1420 x 25,8 мм

Максимально допустимые размеры внутренних и поверхностных дефектов в кольцевых сварных соединениях труб 1420 x 25,8 мм класса прочности К60 при ударной вязкости по Шарпи металла сварного соединения, равной 75 Дж/см², приведены в таблице Д.5 и Д.6, соответственно.

Таблица Д.5 - Максимальные допустимые размеры внутренних дефектов кольцевых сварных соединений труб 1420 x 25,8 мм, KCV 75 Дж/см²

№	Условная высота дефекта, регистрируемая применяемым средством ультразвукового контроля, мм	Условная протяженность дефекта, регистрируемая применяемым средством ультразвукового контроля, мм
1	$2,5 < h \leq 3,0$	5
2	$2,0 < h \leq 2,5$	7
3	$1,5 < h \leq 2,0$	10
4	$1,0 < h \leq 1,5$	40
5	$0,5 < h \leq 1,0$	125

Примечание: аналогичны примечаниям таблицы Д.2.

Таблица Д.6 - Максимальные допустимые размеры поверхностных дефектов кольцевых сварных соединений труб 1420 x 25,8, KCV 75 Дж/см²

№	Условная высота дефекта, регистрируемая применяемым средством ультразвукового контроля, мм	Условная протяженность дефекта, регистрируемая применяемым средством ультразвукового контроля, мм
1	$1,0 < h \leq 2,0$	6
2	$0,5 < h \leq 1,0$	8
3	$0,4 < h \leq 0,5$	20
4	$0,3 < h \leq 0,4$	125

Примечание: аналогичны примечаниям таблицы Д.2.

Д.2 Расчетные значения допустимых дефектов для труб класса прочности К60 для расчетной ударной вязкости по Шарпи металла сварного соединения равной 100 Дж/см²

Приведенные в Д.2 требования к размерам дефектов применимы только при обеспечении минимального фактического значения KCV сварного соединения равного или более 110 Дж/см² при температуре испытаний минус 40 °С.

Минимальное значение ударной вязкости по Шарпи (KCV) подлежит определению по результатам аттестационных испытаний, выполненных в соответствии с положениями настоящих «Технических требований...», либо на основе дополнительных данных о свойствах металла сварного соединения, предоставленных строительной организацией и согласованных ПАО «Газпром».

При оценке качества кольцевых сварных соединений подлежат фиксации

внутренние и поверхностные дефекты с условной высотой более 0,5 мм и 0,3 мм, соответственно.

Д.2.1 Нормы оценки качества кольцевых сварных соединений труб 1420 х 21,7 мм

Максимально допустимые размеры внутренних и поверхностных дефектов в кольцевых сварных соединениях труб 1420 х 21,7 мм класса прочности К60 при ударной вязкости по Шарпи металла сварного соединения равной 100 Дж/см², приведены в таблице Д.7 и Д.8, соответственно.

Таблица Д.7 - Максимальные допустимые размеры внутренних дефектов кольцевых сварных соединений труб 1420 х 21,7, КСV 100 Дж/см²

№	Условная высота дефекта, регистрируемая применяемым средством ультразвукового контроля, мм	Условная протяженность дефекта, регистрируемая применяемым средством ультразвукового контроля, мм
1	$2,5 < h \leq 3,0$	15
2	$2,0 < h \leq 2,5$	30
3	$1,5 < h \leq 2,0$	50
4	$0,5 < h \leq 1,5$	125

Примечание: аналогичны примечаниям таблицы Д.2.

Таблица Д.8 - Максимальные допустимые размеры поверхностных дефектов кольцевых сварных соединений труб 1420 х 21,7, КСV 100 Дж/см²

№	Условная высота дефекта, регистрируемая применяемым средством ультразвукового контроля, мм	Условная протяженность дефекта, регистрируемая применяемым средством ультразвукового контроля, мм
1	$2,0 < h \leq 2,5$	10
2	$1,5 < h \leq 2,0$	15
3	$1,0 < h \leq 1,5$	20
4	$0,5 < h \leq 1,0$	75
5	$0,3 < h \leq 0,5$	125

Примечание: аналогичны примечаниям таблицы Д.2.

Д.2.2 Нормы оценки качества кольцевых сварных соединений труб 1420 х 25,8 мм

Максимально допустимые размеры внутренних и поверхностных дефектов в кольцевых сварных соединениях труб 1420 х 25,8 мм класса

прочности К60 при ударной вязкости по Шарпи металла сварного соединения равной 100 Дж/см², приведены в таблице Д.9 и Д.10, соответственно.

Таблица Д.9 - Максимальные допустимые размеры внутренних дефектов кольцевых сварных соединений труб 1420 x 25,8 мм, KCV 100 Дж/см²

№	Условная высота дефекта, регистрируемая применяемым средством ультразвукового контроля, мм	Условная протяженность дефекта, регистрируемая применяемым средством ультразвукового контроля, мм
1	$2,5 < h \leq 3,0$	10
2	$2,0 < h \leq 2,5$	15
3	$1,5 < h \leq 2,0$	50
4	$0,5 < h \leq 1,5$	125

Примечание: аналогичны примечаниям таблицы Д.2.

Таблица Д.10 - Максимальные допустимые размеры поверхностных дефектов кольцевых сварных соединений труб 1420 x 25,8 мм, KCV 100 Дж/см²

№	Условная высота дефекта, регистрируемая применяемым средством ультразвукового контроля, мм	Условная протяженность дефекта, регистрируемая применяемым средством ультразвукового контроля, мм
1	$1,5 < h \leq 2,5$	10
2	$1,0 < h \leq 1,5$	12
3	$0,5 < h \leq 1,0$	30
4	$0,3 < h \leq 0,5$	125

Примечание: аналогичны примечаниям таблицы Д.2.

Д.3 Объединенные нормы оценки качества кольцевых сварных соединений труб класса прочности К60 с расчетными значениями ударной вязкости по Шарпи металла сварного соединения равной 75 и 100 Дж/см²

По решению Заказчика для оценки качества кольцевых сварных соединений могут быть применены объединенные нормы для типоразмеров труб, приведенных в таблице Д.1 (за исключением труб на участках пересечения активных тектонических разломов, на участках прокладки в многолетнемерзлых грунтах в районах с сейсмичностью свыше 8 баллов по шкале MSK-64, а также на участках переходов через железные дороги и для подводных переходов).

Максимально допустимые размеры внутренних дефектов в кольцевых сварных соединениях труб класса прочности К60 при ударной вязкости по Шарпи металла сварного соединения равной 75 и 100 Дж/см², приведены в таблице Д.11 и Д.12, соответственно.

Таблица Д.11 - Максимальные допустимые размеры внутренних дефектов кольцевых сварных соединений труб с KCV 75 Дж/см²

№	Условная высота дефекта, регистрируемая применяемым средством ультразвукового контроля, мм	Условная протяженность дефекта, регистрируемая применяемым средством ультразвукового контроля, мм
1	$2,5 < h \leq 3,0$	5
2	$2,0 < h \leq 2,5$	7
3	$1,5 < h \leq 2,0$	10
4	$1,0 < h \leq 1,5$	40
5	$0,5 < h \leq 1,0$	125

Примечание: аналогичны примечаниям таблицы Д.2.

Таблица Д.12 - Максимальные допустимые размеры внутренних дефектов кольцевых сварных соединений труб с KCV 100 Дж/см²

№	Условная высота дефекта, регистрируемая применяемым средством ультразвукового контроля, мм	Условная протяженность дефекта, регистрируемая применяемым средством ультразвукового контроля, мм
1	$2,5 < h \leq 3,0$	10
2	$2,0 < h \leq 2,5$	15
3	$1,5 < h \leq 2,0$	50
4	$0,5 < h \leq 1,5$	125

Примечание: аналогичны примечаниям таблицы Д.2.

Д.4 Нормы оценки качества кольцевых сварных соединений труб на участках пересечения активных тектонических разломов, а также на участках прокладки в многолетнемерзлых грунтах в районах с сейсмичностью свыше 8 баллов по шкале MSK-64

Максимально допустимые размеры дефектов в кольцевых сварных соединениях труб 1420 x 32,0 мм класса прочности К60 на участках пересечения активных тектонических разломов, а также на участках прокладки в многолетнемерзлых грунтах в районах с сейсмичностью свыше 8 баллов по шкале MSK-64 при минимальном значении критического раскрытия в вершине

трещины (CTOD) металла шва не ниже 0,20 мм и линии сплавления не ниже 0,15 мм, приведены в таблице Д.13 и Д.14, соответственно.

Таблица Д.13 - Максимальные допустимые размеры внутренних дефектов кольцевых сварных соединений труб 1420 x 32,0 мм

№	Условная высота дефекта, регистрируемая применяемым средством ультразвукового контроля, мм	Условная протяженность дефекта, регистрируемая применяемым средством ультразвукового контроля, мм
1	$2,0 < h \leq 2,5$	7
2	$1,5 < h \leq 2,0$	10
3	$1,0 < h \leq 1,5$	30
4	$0,5 < h \leq 1,0$	125

Примечание: аналогичны примечаниям таблицы Д.2.

Таблица Д.14 - Максимальные допустимые размеры поверхностных дефектов кольцевых сварных соединений труб 1420 x 32,0 мм

№	Условная высота дефекта, регистрируемая применяемым средством ультразвукового контроля, мм	Условная протяженность дефекта, регистрируемая применяемым средством ультразвукового контроля, мм
1	$1,0 < h \leq 1,5$	6
2	$0,5 < h \leq 1,0$	8
3	$0,4 < h \leq 0,5$	20
4	$0,3 < h \leq 0,4$	125

Примечание: аналогичны примечаниям таблицы Д.2.

Д.5 Нормы оценки качества кольцевых сварных соединений труб на участках переходов через железные дороги и для подводных переходов

Приведенные в Д.15-Д.16 требования к размерам дефектов применимы только при обеспечении минимального фактического значения KCV сварного соединения равного или более 85 Дж/см^2 при температуре испытаний минус 40 °С.

Приведенные в Д.17-Д.18 требования к размерам дефектов применимы только при обеспечении минимального фактического значения KCV сварного соединения равного или более 110 Дж/см^2 при температуре испытаний минус 40 °С.

Минимальное значение ударной вязкости сварного соединения по Шарпи (KCV) подлежит определению по результатам аттестационных испытаний, выполненных в соответствии с положениями настоящих «Технических

требований...», либо на основе дополнительных данных о свойствах металла сварного соединения, предоставленных строительной организацией и согласованных ПАО «Газпром».

При оценке качества кольцевых сварных соединений подлежат фиксации внутренние и поверхностные дефекты с условной высотой более 0,5 мм и 0,3 мм, соответственно.

Таблица Д.15 - Максимальные допустимые размеры внутренних дефектов кольцевых сварных соединений труб 1420 x 32,0 мм (КСV 75)

№	Условная высота дефекта, регистрируемая применяемым средством ультразвукового контроля, мм	Условная протяженность дефекта, регистрируемая применяемым средством ультразвукового контроля, мм
1	$1,5 < h \leq 2,5$	6
3	$1,0 < h \leq 1,5$	10
4	$0,5 < h \leq 1,0$	125

Примечание: аналогичны примечаниям таблицы Д.2.

Таблица Д.16 - Максимальные допустимые размеры поверхностных дефектов кольцевых сварных соединений труб 1420 x 32,0 (КСV 75)

№	Условная высота дефекта, регистрируемая применяемым средством ультразвукового контроля, мм	Условная протяженность дефекта, регистрируемая применяемым средством ультразвукового контроля, мм
1	$0,5 < h \leq 1,5$	6
2	$0,4 < h \leq 0,5$	12
3	$0,3 < h \leq 0,4$	125

Примечание: аналогичны примечаниям таблицы Д.2.

Таблица Д.17 - Максимальные допустимые размеры внутренних дефектов кольцевых сварных соединений труб 1420 x 32,0 мм (КСV 100)

№	Условная высота дефекта, регистрируемая применяемым средством ультразвукового контроля, мм	Условная протяженность дефекта, регистрируемая применяемым средством ультразвукового контроля, мм
1	$2,0 < h \leq 2,5$	8
2	$1,5 < h \leq 2,0$	15
3	$1,0 < h \leq 1,5$	40
4	$0,5 < h \leq 1,0$	125

Примечание: аналогичны примечаниям таблицы Д.2.

Таблица Д.18 - Максимальные допустимые размеры поверхностных дефектов кольцевых сварных соединений труб 1420 x 32,0 (КСV 100)

№	Условная высота дефекта, регистрируемая применяемым средством ультразвукового контроля, мм	Условная протяженность дефекта, регистрируемая применяемым средством ультразвукового контроля, мм
1	$1,0 < h \leq 1,5$	8
2	$0,5 < h \leq 1,0$	12

Окончание таблицы Д.18

№	Условная высота дефекта, регистрируемая применяемым средством ультразвукового контроля, мм	Условная протяженность дефекта, регистрируемая применяемым средством ультразвукового контроля, мм
3	$0,3 < h \leq 0,5$	125

Примечание: аналогичны примечаниям таблицы Д.2.

Библиография

- [1] Стандарт международной организации по стандартизации ИСО 5173:2009* (ISO 5173:2009) Испытания разрушающие на сварных швах в металлических материалах. Испытания на загиб (Destructive tests on welds in metallic materials - Bend tests)
- [2] Стандарт международной организации по стандартизации ИСО 6507-1:2005 Металлы и сплавы. Измерение твердости по Виккерсу часть 1 (Metallic materials - Vickers hardness test - Part 1: Test method)
- [3] Британский стандарт BS 7448-2:1997 Испытание на вязкость разрушения. Часть 2. Метод определения K_{Ic} , критических значений CTOD (раскрытия в вершине трещины) и критических значений J для сварных швов в металлических материалах (Fracture mechanics toughness tests. Method for determination of K_{Ic} , critical CTOD and critical J values of welds in metallic materials)
- [4] Руководящий документ Госгортехнадзора России РД 03–613–03 Порядок применения сварочных материалов при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов (утвержден постановлением Госгортехнадзора России от 19.06.03 г. № 101)
- [5] Руководящий документ Госгортехнадзора России РД 03–614–03 Порядок применения сварочного оборудования при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов

- [6] Руководящий документ Госгортехнадзора России РД 03–615–03 Порядок применения сварочных технологий при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов (утвержден постановлением Госгортехнадзора России от 19.06.03 г. № 103)
- [7] Правила Госгортехнадзора России ПБ 03-273-99 Правила аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства
- [8] Руководящий документ Госгортехнадзора России РД 03-495-02 Технологический регламент проведения аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства
- [9] Специальные технические условия ОАО «Газпром» Специальные технические условия на проектирование и строительство объекта «Расширение ЕСГ для обеспечения подачи газа в газопровод «Южный поток»
- [10] Правила Госгортехнадзора России ПБ 03-372-00 Правила аттестации и основные требования к лабораториям неразрушающего контроля (утверждены постановлением Госгортехнадзора России от 02.06.00 г. № 29)
- [11] Ведомственный руководящий документ ОАО «Газпром» ВРД 39-1.13-061-2002 Положение о службе радиационной безопасности ОАО «Газпром»
- [12] Ведомственный руководящий документ ОАО «Газпром» ВРД 39-1.13-062-2002 Концепция обеспечения радиационной безопасности в дочерних обществах и организациях ОАО «Газпром»
- [13] Правила Госгортехнадзора России Правила аттестации персонала в области неразрушающего контроля (утверждены

ПБ 03-440-02	постановлением Госгортехнадзора России от 23.01.02 г. № 3)
[14] Руководящий документ РД 03-606-03	Инструкция по визуальному и измерительному контролю
[15] Руководящий документ РД-13-06-2006	Методические рекомендации о порядке проведения капиллярного контроля технических устройств и сооружений, применяемых и эксплуатируемых на опасных производственных объектах
[16] Руководящий документ РД-13-05-2006	Методические рекомендации о порядке проведения магнитопоршкового контроля технических устройств и сооружений, применяемых и эксплуатируемых на опасных производственных объектах
[17] Международный стандарт ISO 6847:2000	Материалы расходные сварочные. Наплавка слоя металла для химического анализа (Welding consumables - Deposition of a weld metal pad for chemical analysis)
[18] Санитарные правила СП 2.6.1.1283-03	Санитарные правила. Обеспечение радиационной безопасности при рентгеновской дефектоскопии (утверждены Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 10 апреля 2003 г.)
[19] Санитарные правила СП 2.6.1.1284-03	Санитарные правила. Обеспечение радиационной безопасности при радионуклидной дефектоскопии (утверждены Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 10 апреля 2003 г.)

- [20] Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности ОС-ПОРБ-99 СП 2.6.1.799-99 Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (утверждены Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 27 декабря 1999 г.)
- [21] Нормы радиационной безопасности НРБ-99 СП 2.6.1.758-99 Нормы радиационной безопасности (утверждены Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 2 июля 1999 г.)
- [22] Европейские нормы EN 1712:1997* Неразрушающий контроль сварных швов. Ультразвуковой контроль сварных соединений. Уровни приемки
- [23] Европейские нормы EN 1714:1998* Неразрушающий контроль сварных швов. Ультразвуковой контроль сварных соединений.
- [24] Европейские нормы BS EN ISO 15653:2010* Материалы металлические. Метод определения квазистатической трещиностойкости (вязкости разрушения) сварных швов (Metallic materials. Method of test for the determination of quasistatic fracture toughness of welds)
- [25] 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»
- [26] Положение об аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства, производственной аттестации технологий сварки, сварочного оборудования и сварочных материалов на объектах ОАО «Газпром»

* Оригинал стандарта находится в ФГУП «Стандартинформ».

- [27] Технологическая инструкция по дуговой штифтовой пайке выводов электрохимической защиты газопроводов с применением установок производства компании «Safetrack Vaavhammar AB»
- [28] Технологическая инструкция по дуговой штифтовой пайке выводов электрохимической защиты газопроводов с применением установок производства компании ЗАО «Химсервис»
- [29] Технологическая инструкция по контактной точечной (конденсаторной) сварке выводов электрохимической защиты газопроводов с применением оборудования компании ООО «ВЕЛД-ФОРС»