НАЦИОНАЛЬНОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ СТРОИТЕЛЕЙ

Рекомендации

СВАРОЧНЫЕ РАБОТЫ

Технологические инструкции по сварке и технологические карты сварки. Разработка и подготовка к аттестации

Р НОСТРОЙ 2.10.12-2014

ИЗДАНИЕ ОФИЦИАЛЬНОЕ

Москва 2018

gost.e-ecolog.ru

НАЦИОНАЛЬНОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ СТРОИТЕЛЕЙ

Рекомендации

Сварочные работы

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИНСТРУКЦИИ ПО СВАРКЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КАРТЫ СВАРКИ

Разработка и подготовка к аттестации

Р НОСТРОЙ 2.10.12-2014

Издание официальное

Общество с ограниченной ответственностью
«Национальная Экспертно-Диагностическая Компания»

Акционерное общество
«Центральный институт типового проектирования
им. Г.К. Орджоникидзе»

Москва 2018

Предисловие

1	РАЗРАБОТАНЫ	Обществом с ограниченной ответственностью «Национальная Экспертно-Диагностическая Компания»
2	ПРЕДСТАВЛЕНЫ НА УТВЕРЖДЕНИЕ	Комитетом по промышленному строительству Национального объединения строителей, протокол от 17 ноября 2014 г. № 30
3	УТВЕРЖДЕНЫ И ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ	Решением Совета Национального объединения строителей, протокол от 11 декабря 2014 г. № 62
4	ВВЕДЕНЫ	ВПЕРВЫЕ

© Национальное объединение строителей, 2014

Распространение настоящих рекомендаций осуществляется в соответствии с действующим законодательством и с соблюдением правил, установленных Национальным объединением строителей

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 2
4 Обозначения и сокращения 3
5 Разработка технологических инструкций по сварке и технологических карт сварки 5
5.1 Разработка технологической инструкции по сварке 5
5.2 Разработка технологических карт сварки 11
6 Подготовка к аттестации сварочных технологий 13
Приложение А (рекомендуемое) Технологическая инструкция «Ручная дуговая сварка покрытыми электродами трубопроводов тепловых сетей» (ТИ-РД-СК3) 17
Приложение Б (рекомендуемое) Технологическая инструкция «Ручная дуговая сварка покрытыми электродами наружных и внутренних газопроводов из углеродистой стали диаметром от 50 до 150 мм» (ТИ-РД-ГО) 41
Приложение В (рекомендуемое) Технологическая инструкция «Ручная аргонодуговая сварка неплавящимся электродом технологических трубопроводов из аустенитных сталей диаметром от 20 до 120 мм» (ТИ-РАД-ОХНВП) 63
Приложение Г (рекомендуемое) Технологическая инструкция «Ручная дуговая сварка покрытыми электродами металлических строительных конструкций» (ТИ-РД-СК2) 88
Приложение Д (рекомендуемое) Технологическая инструкция «Механизированная сварка плавящимся электродом в среде активных газов вертикальных цилиндрических резервуаров из углеродистых и низколегированных сталей» (ТИ-МП-ОХНВП) 108

Приложение Е (рекомендуемое) Технологическая инструкция «Ручная дуговая сварка покрытыми электродами соединений арматуры, арматурных и закладных изделий железобетонных конструкций» (ТИ-РД-СК2) 138

Приложение Ж (рекомендуемое) Технологическая инструкция «Ручная дуговая сварка покрытыми электродами листов и труб из углеродистой стали для сосудов, работающих под давлением» (ТИ-РД-КО) 158

Приложение И (рекомендуемое) Технологическая инструкция «Ручная аргонодуговая сварка неплавящимся электродом труб паровых и водогрейных котлов с температурой воды плюс 115 °С и выше» (ТИ-РАД-КО) 181

Приложение К (рекомендуемое) Технологическая инструкция «Сварка нагретым инструментом труб из полипропилена для внутренних систем холодного и горячего водоснабжения» (ТИ-НИ-СК-ВС) 199

Приложение Л (рекомендуемое) Технологическая инструкция «Сварка нагретым инструментом трубопроводов внутренних и наружных сетей водоснабжения и канализации из напорных полиэтиленовых труб» (ТИ-НИ-СК-ВК) 212

Приложение М (рекомендуемое) Технологическая инструкция «Сварка трубопроводов водоснабжения и канализации из полиэтилена соединительными деталями с закладными нагревателями» (ТИ-ЗН-СК) 227

Приложение Н (рекомендуемое) Наименование и обозначения способов Сварки 244

Приложение П (рекомендуемое) Группы и марки свариваемых материалов 248

Приложение Р (рекомендуемое) Подготовка к аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства 251
Библиография 253

Введение

Настоящие рекомендации разработаны в соответствии с Программой стандартизации Национального объединения строителей и направлены на реализацию положений Градостроительного кодекса Российской Федерации, Федерального закона от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», Федерального закона от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», Федерального закона от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», Федерального закона от 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений», постановления Правительства Российской Федерации от 15сентября 2009 г. № 753 Об утверждении технического регламента «О безопасности машин и оборудования» и Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Требования к производству сварочных работ на опасных производственных объектах».

Целью настоящих рекомендаций является обеспечение требуемого уровня подготовки технологической документации для выполнения сварочных работ в строительстве.

Рекомендации разработаны в развитие положений СТО НОСТРОЙ 2.10.64-2012 «Сварочные работы. Правила, контроль выполнения и требования к результатам работ», устанавливающих документацию, в соответствии с которой выполнены сварочные работы.

Авторский коллектив: канд. техн. наук *Ю.В. Арефьев* (НТЦ «Сварка и контроль в строительстве» НИИЖБ им. А.А. Гвоздева); канд. техн. наук *Н.Д. Курносова* *В.В. Шефель* (ООО «АНТЦ Энергомонтаж»); *С.М. Чупрак* (ООО «НЭДК»).

РЕКОМЕНДАЦИИ НАЦИОНАЛЬНОГО ОБЪЕДИНЕНИЯ СТРОИТЕЛЕЙ

СВАРОЧНЫЕ РАБОТЫ

Технологические инструкции по сварке и технологические карты сварки. Разработка и подготовка к аттестации

Welding works. Technological instructions for welding and technological cards of welding. Development and preparation for certification.

1 Область применения

Объектом рекомендаций является производственно-технологическая документация по сварке (далее – ПТД) для выполнения сварочных работ строительными организациями.

Рекомендации предназначены для применения при разработке производственно-технологической документации по сварке, необходимой для производства сварочных работ, и при производственной аттестации сварочных технологий.

2 Нормативные ссылки

В настоящих рекомендациях использованы нормативные ссылки на следующие стандарты и своды правил:

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

ГОСТ 11969–79 Сварка плавлением. Основные положения и их обозначения

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

Издание официальное

ГОСТ 19521–74 Сварка металлов. Классификация

ГОСТ Р 52779–2007 Детали соединительные из полиэтилена для газопроводов. Общие технические условия

ГОСТ Р ИСО 857-1–2009 Сварка и родственные процессы. Словарь. Часть 1. Процессы сварки металлов. Термины и определения

ГОСТ Р ИСО 4063–2010 Сварка и родственные процессы. Перечень и условные обозначения процессов

ГОСТ Р ИСО 6520-1–2012 Сварка и родственные процессы. Классификация дефектов геометрии и сплошности в металлических материалах. Часть 1. Сварка плавлением

ГОСТ Р ИСО 14175–2010 Материалы сварочные. Газы и газовые смеси для сварки плавлением и родственных процессов

СТО НОСТРОЙ 2.10.64-2012 Сварочные работы. Правила, контроль выполнения и требования к результатам работ

Примечание – При пользовании настоящими рекомендациями целесообразно проверить действие ссылочных стандартов и сводов правил в информационной системе общего пользования – на официальных сайтах национального органа Российской Федерации по стандартизации и НОСТРОЙ в сети Интернет или по ежегодно издаваемым информационным указателям, опубликованным по состоянию на 01 января текущего года. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящими рекомендациями следует руководствоваться новым (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящих рекомендациях применены термины в соответствии с ГОСТ 2601, ГОСТ 11969, ГОСТ 19521, ГОСТ 16504, ГОСТ Р ИСО 6520-1, ГОСТ Р ИСО 857-1, ГОСТ Р 52779, СТО НОСТРОЙ 2.10.64, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **технологическая инструкция по сварке**: Документ, предназначенный для выполнения сварочных работ и содержащий описание технологических процессов подготовки, сборки, сварки и сопутствующих процессов, требования к персоналу, оборудованию, материалам и контролю, а также порядок исправления дефектов сварных соединений.

3.2 **технологическая карта сварки:** Документ, содержащий в краткой форме информацию о сварке конкретных или однотипных сварных соединений с указанием их характеристик, применяемого сварочного оборудования, параметров сборки, сварки и требований к контролю, позволяющий выполнить сварное соединение в соответствии с требованиями нормативной документации.

3.3 **однотипные сварные соединения:** Группа производственных сварных соединений, выполненных одним способом сварки, из материала одной группы (сочетания групп) и имеющих общие технологические характеристики.

4 Обозначения и сокращения

4.1 Общие обозначения

ВИК – визуальный и измерительный контроль;

КСС – контрольное сварное соединение;

НД – нормативная документация;

ПВК – контроль проникающими веществами, капиллярный;

ПВТ – контроль проникающими веществами, течеискание;

ППР – проект производства работ;

ППСР – проект производства сварочных работ;

ПТД – производственно-технологическая документация;

РК – радиографический контроль;

ТУ – технические условия;

УЗК – ультразвуковой контроль;

ФНП – федеральные нормы и правила.

4.2 Вид покрытия электродов для ручной дуговой сварки

А – кислое покрытие;

Б – основное покрытие;

Ц – целлюлозное покрытие;

Р – рутиловое покрытие;

РА – кисло-рутиловое покрытие;

РБ – рутил-основное покрытие;

РЦ – рутил-целлюлозное покрытие.

4.3 Виды сварных соединений

ос – сварные соединения, выполняемые с одной стороны (односторонняя сварка);

дс – сварные соединения, выполняемые с двух сторон (двусторонняя сварка);

сп – сварные соединения, выполняемые на съемной или остающейся подкладке, подкладном кольце;

бп – сварные соединения, выполняемые без подкладки;

зк – сварные соединения, выполняемые с зачисткой корня шва;

бз – сварные соединения, выполняемые без зачистки корня шва;

гз – сварные соединения, выполняемые с газовой защитой корня шва (поддувом газа);

иф – сварные соединения, выполняемые в съемных или подвижных инвентарных формах (медных, графитовых, керамических);

сн – сварные соединения, выполняемые в стальных остающихся скобах-накладках;

кф – сварные соединения, выполняемые в комбинированных формирующих элементах (стальная остающаяся полускоба-накладка плюс съемная медная полуформа).

4.4 Положения свариваемых материалов при сварке

Н1 – нижнее стыковое и в «лодочку»;

Н2 – нижнее тавровое;

Г – горизонтальное;

П1 – потолочное стыковое;

П2 – потолочное тавровое;

В1 – вертикальное снизу вверх;

В2 – вертикальное сверху вниз;

Н45 – под углом 45°.

4.5 Тип сварного шва

СШ – стыковой шов;

УШ – угловой шов.

4.6 Тип сварного соединения

С – стыковое соединение;

Т – тавровое соединение;

У – угловое соединение;

Н – нахлесточное соединение.

4.7 Вид свариваемых деталей

Л – лист;

Т – труба;

С – стержень;

О – отвод;

М – муфта.

5 Разработка технологических инструкций по сварке и технологических карт сварки

5.1 Разработка технологической инструкции по сварке и технологических карт сварки

5.1.1 Сварочные работы должны быть выполнены в соответствии с технологической документацией по сварке, оформленной в виде проекта производства

сварочных работ (ППСР), раздела по сварке в проекте производства работ (ППР) или в виде технологической инструкции по сварке СТО НОСТРОЙ 2.10.64-2012 (подраздел 4.1).

5.1.2 Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности (ФНП) Требования [1] устанавливают необходимость для обеспечения работ по сварке разработки ПТД в составе производственных инструкций и технологических карт сварки.

Основанием для разработки ПТД по сварке должны служить нормативные документы, определяющие общие требования к сварной конструкции, проект производства работ, чертежи с указаниями технических требований по сварке.

5.1.3 Технологические инструкции должны быть разработаны для конкретного способа сварки или комбинации способов и для конкретной сварной конструкции. Инструкции длжны быть разработаны на основе стандартов, сводов правил, руководящих документов, технических условий и иной действующей нормативной документации.

Нормативные документы по сварке в зависимости от вида сварной конструкции приведены в приложениях А – М с учетом СТО НОСТРОЙ 2.10.64-2012 (приложение Г).

5.1.4 В технологической инструкции по сварке должны быть отражены требования к квалификации персонала, свариваемым и сварочным материалам, оборудованию, приспособлениям и инструменту для сборки и сварки, технологии и технике сварки и контролю сварных соединений.

5.1.5 Наименование технологической инструкции определяет организация-разработчик в соответствии с областью ее применения. Технологическая инструкция может быть разработана для конкретного объекта строительства, название которого отражено в наименовании инструкции.

Для обозначения (шифра) технологической инструкции рекомендуется использовать буквенные и цифровые обозначения способа сварки, групп

свариваемых материалов, видов деталей и др. Обозначение инструкции должно обеспечивать возможность ее идентификации.

5.1.6 Технологическая инструкция по сварке состоит из разделов и приложений. Она должна содержать следующие разделы:

- область применения;
- нормативные ссылки;
- подготовка сварочного производства;
- сборка под сварку;
- требования к сварке;
- требования к термической обработке (при ее выполнении);
- контроль сварочных работ и сварных соединений;
- исправление дефектов сварных соединений.

Наименования разделов могут быть изменены в зависимости от специфики технологического процесса сварки конкретных сварных конструкций. Приложения могут включать технологические карты сварки, формы производственно-технологических документов (например, форму допускного листа сварщика, форму журнала сварочных работ и др.), справочную информацию.

В технологических инструкциях должны быть приведены требования в последовательности соответствующей технологическому процессу, подробно описаны основные и вспомогательные операции в соответствии с нормативной документацией по сварке и в зависимости от назначения сварной конструкции.

5.1.7 Технологическая инструкция по сварке должна быть разработана квалифицированными специалистами в области сварки, имеющими высшее образование по сварочному производству и стаж работы в области сварки.

Технологическую инструкцию по сварке утверждает руководитель или заместитель руководителя организации, выполняющей сварочные работы.

5.1.8 Технологические инструкции следует разрабатывать на основе требований нормативных документов, технических условий, стандартов организаций, проектов или конструкторской документации.

Примеры технологических инструкций по сварке конструкций, наиболее часто производимых в строительстве, приведены в приложениях А – М.

5.1.9 Раздел «Область применения».

5.1.9.1 Раздел должен содержать:

- наименование и обозначение способа сварки или комбинации способов;

Примечание – Наименования и обозначения способов сварки, учитывающие требования ГОСТ Р ИСО 4063, приведены в приложении Н.

- группы (марки), класс свариваемых материалов (например, марку стали, класс арматуры);

Примечание – Группирование свариваемых материалов по их маркам приведено в приложении П.

- вид и размеры свариваемых деталей (лист, труба, стержень, толщины, диаметры);

- назначение сварной конструкции.

5.1.9.2 В области применения инструкции могут быть указаны ограничения по эксплуатационным параметрам свариваемых изделий (например, температура и давление среды – для оборудования и трубопроводов, минимальная температура эксплуатации – для металлоконструкций) и по наличию специальных требований (например, к межкристаллитной коррозии).

5.1.9.3 Область применения инструкции должна быть сформирована на основании данных проектной документации и нормативных документов, регламентирующих сварку конкретной конструкции. Сведения в разделе следует приводить в произвольном порядке.

5.1.10 Раздел «Нормативные ссылки» должен содержать регистрационные номера и наименования нормативных документов, в соответствии с которыми

разработана технологическая инструкция по сварке и на которые имеются ссылки в тексте инструкции.

5.1.11 Раздел «Подготовка сварочного производства».

5.1.11.1 Раздел должен содержать требования к персоналу сварочного производства, сварке допускных сварных соединений, свариваемым и сварочным материалам, заготовкам и деталям, к сварочному и вспомогательному оборудованию, к сварочным технологиям, а также требования к входному контролю.

5.1.11.2 Требования к квалификации персонала, выполняющего сварочные работы, необходимость и условия проведения сварки допускных сварных соединений сварщиками следует устанавливать в зависимости от выполняемых персоналом обязанностей, вида работ и ответственности сварной конструкции.

5.1.11.3 Применяемые сварочные материалы должны соответствовать требованиям проектной документации и стандартов или технических условий на их изготовление. Для всех видов применяемых сварочных и свариваемых материалов следует определять порядок проведения входного контроля, условия хранения, учета, подготовки к работе и выдачи в производство.

5.1.11.4 Критерием выбора сварочного и вспомогательного оборудования с учетом его безопасной эксплуатации является обеспечение заданных условий и режимов сварки.

5.1.11.5 Для подтверждения того, что качество сварных соединений, выполненных в условиях конкретного производства, соответствует требованиям технических регламентов, организация – производитель сварочных работ на опасных производственных объектах, должна пройти проверку готовности на использование аттестованной производственной сварочной технологии, установленной технологической документацией по сварке.

5.1.12 Раздел «Сборка под сварку».

5.1.12.1 В разделе должен быть определен порядок подготовки элементов конструкции к сварке: маркировка и контроль геометрических размеров собираемых

элементов конструкции, зачистка деталей под сварку, необходимость применения сборочных приспособлений.

5.1.12.2 Раздел должен содержать порядок сборки под сварку, требования к прихваткам, приспособлениям для сборки и средствам измерений.

5.1.13 Раздел «Требования к сварке» должен содержать:

- требования нормативной документации к собранной под сварку конструкции;

- требования по защите рабочего места от ветра и атмосферных осадков и допустимую минимальную температуру воздуха при сварке;

- технологические особенности применяемых способов сварки;

- особенности сварки применяемых материалов;

- порядок и последовательность выполнения сварных швов;

- порядок выполнения швов, имеющих значительную протяженность, и многослойных швов одним или несколькими сварщиками;

- предварительный и сопутствующий подогрев;

- требования к контролю межслойной температуры;

- требования к проведению операционного контроля процесса сварки;

- допустимые предельные отклонения размеров шва;

- порядок клеймения сварных швов;

- требования к подготовке сварных соединений для термообработки и контроля.

5.1.14 Раздел «Требования к термической обработке» должен содержать наименование оборудования для термообработки и (или) термической правки, предварительного и сопутствующего подогрева, а также режимы, последовательность проведения и контроль выполнения операций.

5.1.15 Раздел «Контроль сварочных работ и сварных соединений».

5.1.15.1 Раздел должен содержать виды контроля (входной, операционный), объем и методы контроля (визуальный и измерительный, ультразвуковой, радиографический и др.), нормы оценки качества, виды испытаний.

5.1.15.2 В разделе должны быть определены порядок проведения (методику) контроля и нормы оценки качества сварных соединений.

Виды и объемы контроля, нормы оценки качества следует определять в соответствии с проектной документацией. При необходимости нужно определить объем, виды и методику механических испытаний допускных образцов, виды и порядок испытаний сварной конструкции.

5.1.15.3 Раздел «Исправление дефектов сварных соединений» должен содержать:

- виды дефектов, допустимых для исправления, с наименованием и обозначением дефектов в соответствии с ГОСТ Р ИСО 6520-1;

- способы исправления дефектов, допустимое количество исправлений дефектов одного сварного соединения;

- виды, формы и размеры выборок дефектных участков шва, порядок выполнения выборки дефектных участков шва (инструмент, контроль полноты выборки);

- требования к контролю исправленных участков шва.

5.2 Разработка технологических карт сварки

5.2.1 Для выполнения сварных соединений следует разработать технологические карты сварки. В картах необходимо установить качественные и количественные характеристики и показатели всех операций, режимы сварки, последовательность операций, технические приемы, а также технологические особенности процесса сварки, методы и объемы контроля и нормы оценки качества сварных соединений.

Технологические карты сварки могут быть приложениями к технологической инструкции или к иной ПТД по сварке.

5.2.2 При разработке технологической карты следует принимать исходные данные с привязкой к конкретному объекту и условиям строительства.

Карты следует разрабатывать на основании проектной и нормативной документации, и они должны охватывать весь комплекс работ по подготовке к сварке, сварке и контролю.

5.2.3 Технологические карты сварки производственных сварных соединений должны содержать следующую информацию:

- способ сварки (комбинация способов);
- вид свариваемых деталей;
- размеры свариваемых деталей;
- свариваемый материал (группа, марка, класс);
- сварочные материалы (марка);
- тип шва;
- тип соединения;
- вид соединения;
- условное обозначение соединения по нормативному документу;
- положение при сварке;
- эскизы соединения (конструкция собранного соединения, конструктивные элементы шва, порядок сварки шва);
- метод подготовки и очистки кромок;
- способ сборки;
- требования к прихваткам;
- сварочное оборудование (вид, марка);
- требования к подогреву (если выполняется);
- технологические параметры сварки (например, последовательность наложения слоев, их количество и допустимый временной интервал между их выполнением, род и полярность тока, диаметр проволоки, сила тока, напряжение, скорость подачи проволоки, направление сварки, скорость сварки, расход защитного газа, вылет и угол наклона электрода);
- дополнительные технологические требования к сварке;
- требования к термообработке (если выполняется);
- специальные требования (например, условия удаления центратора);

- требования к контролю (метод контроля, объем контроля, нормативный документ на методику контроля, нормативный документ по оценке качества);

- должность, фамилия, имя, отчество и подпись разработчика технологической карты сварки, проверившего и утвердившего ее.

5.2.4 Карты должны иметь соответствующие обозначения (шифры).

5.2.5 Технологические карты следует разрабатывать на все однотипные сварные соединения.

6 Подготовка к аттестации сварочных технологий

6.1 Производственную аттестацию сварочной технологии следует осуществлять в соответствии с требованиями РД 03-615-03 [2].

6.2 Производственную аттестацию сварочной технологии следует выполнять перед началом производства сварочных работ на объекте строительства в целях проверки готовности организации к выполнению сварочных работ по заявленной технологии, представленной в производственно-технологической документации.

Для производственной аттестации сварочной технологии необходимо подготовить от организации заявку (по форме, приведенной в РД 03-615-03 [2, приложение 2], с приложением следующих документов:

- ПТД или разделы, необходимые для составления программы производственной аттестации заявленной технологии, включая сведения о нормативной документации, регламентирующей применение аттестуемой сварочной технологии;

- копии документов, подтверждающих наличие аттестованного сварочного оборудования, аттестованных сварщиков и специалистов сварочного производства, аттестованной лаборатории и специалистов по контролю сварных соединений;

- данные о предыдущей аттестации и справка о результатах контроля производственных сварных соединений (при периодической аттестации).

В случае когда ПТД предусматривает применение нескольких способов сварки, заявки следует оформлять отдельно по каждому способу сварки, за исключением комбинации способов в случае последовательного их выполнения при сварке одного соединения.

6.3 При проверке готовности организации на использование аттестованной производственной сварочной технологии следует оценить наличие технических, кадровых и организационных возможностей для выполнения сварочных работ и способность выполнить в производственных условиях сварные соединения, соответствующие требованиям, устанавливаемым нормативной или проектной документацией.

Производственную аттестацию сварочной технологии следует начинать с проверки наличия у организации-заявителя технических, кадровых и организационных возможностей, в том числе:

- квалифицированных кадров (аттестованные сварщики и специалисты сварочного производства в соответствии с ПБ 03-273-99 [3] и РД 03-495-02 [4]);

- оборудования для производства сварки (аттестованное сварочное оборудование в соответствии с РД 03-614-03 [5]) и контроля по заявленной технологии;

- ПТД по сварке, утвержденной руководителем организации-заявителя: технологических инструкций по сварке, технологических карт сварки (при необходимости операционных карт) с указанием методов, объемов контроля и норм оценки качества.

Область аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства и сварочного оборудования должна соответствовать заявленной области аттестации сварочной технологии.

Примечание – Порядок подготовки к аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства приведен в приложении Р.

При подготовке ПТД по сварке следует руководствоваться положениями раздела 5 и примерами технологических инструкций по сварке, приведенными в приложениях А – М.

6.4 Аттестацию следует производить для каждого способа сварки отдельно или для комбинации способов в случае последовательного их выполнения при сварке одного соединения.

6.5 Производственную аттестацию сварочной технологии следует проводить для каждой группы однотипных сварных соединений, выполняемых организацией, в соответствии с представленной к аттестации ПТД.

В одну группу однотипных сварных соединений входят производственные сварные соединения, выполняемые одним способом сварки. Производственные сварные соединения, выполняемые комбинацией способов сварки, при аттестации должны быть выделены в отдельные группы однотипных сварных соединений.

6.6 После проверки наличия у организации-заявителя технических, кадровых и организационных возможностей аттестационный центр совместно с организацией-заявителем формирует программу производственной аттестации, на основании которой должна быть оценена способность организации выполнить в производственных условиях сварные соединения, соответствующие требованиям, устанавливаемым нормативной или проектной документацией. Для этого следует выполнить сварку контрольных сварных соединений (КСС) в соответствии с разработанными технологическими картами сварки КСС.

6.7 КСС следует выполнять в производственных условиях (на месте фактического выполнения производственных сварных соединений или на производственной базе организации-заявителя в условиях, соответствующих условиям производства) для практического подтверждения возможности выполнения соответствующих сварочных работ с качеством, регламентированным нормативной документацией. При сварке на открытом воздухе необходимо соблюдать требования ПТД по защите места сварки от воздействия атмосферных осадков и ветра.

6.8 КСС выполняют сварщики организации-заявителя, аттестованные в соответствии с требованиями ПБ 03-273–99 [3] и РД 03-495–02 [4] на тот способ сварки, который предусмотрен аттестуемой технологией. Если производственные

сварные соединения по аттестуемой технологии подлежат выполнению двумя или несколькими сварщиками, то и КСС сваривают два или несколько сварщиков.

6.9 Контроль всех операций по подготовке, сборке, подогреву, сварке и термической обработке КСС следует выполнять в объеме, предусмотренном картой технологического процесса. Сертификаты на свариваемые и сварочные (наплавочные) материалы должны быть приложены к технологическим картам сварки КСС.

6.10 Для выполнения КСС следует применять укомплектованные и исправные сварочные установки, источники питания и приспособления, обеспечивающие соблюдение требований нормативной документации и ПТД по сварке, а также контроль режимов сварки, заданных ПТД.

Сварочное оборудование должно соответствовать требованиям РД 03-614-03 [5]. Контрольно-измерительные приборы сварочного оборудования и установок должны быть поверенными в установленные сроки, сварочные материалы подготовлены к сварке в соответствии с требованиями действующей нормативной документации.

Сварочные материалы должны соответствовать требованиям РД 03-613-03 [6].

6.11 Сварку КСС следует выполнять в том же положении, что и производственные сварные соединения. Если производственные соединения выполнены в различных пространственных положениях, то сварку контрольных соединений при аттестации технологии нужно выполнять в наиболее трудных положениях.

6.12 В случае выполнения производственных соединений комбинацией способов этим же способом надо сваривать и КСС.

6.13 Контроль всех КСС следует выполнять в объеме, предусмотренном программой производственной аттестации.

6.14 По результатам производственной аттестации должно быть оформлено заключение о готовности организации к использованию аттестованной сварочной технологии.

Приложение А

(рекомендуемое)

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ[1]

«Ручная дуговая сварка покрытыми электродами трубопроводов тепловых сетей»

(ТИ-РД-СК3)

2014 г.

[1] Примеры типовых документов оформлены в соответствии с требованиями внутренних документов.

Содержание

1 Область применения 19
2 Нормативные ссылки 19
3 Подготовка сварочного производства 19
4 Сборка под сварку 22
5 Требования к сварке 25
6 Контроль сварочных работ и сварных соединений 27
7 Исправление дефектов сварных соединений 30
Приложение 1 Технологическая карта вварки штуцера диаметром до 100 мм в трубопровод (РД 01-СК/У7) 33
Приложение 2 Технологическая карта сварки вертикального неповоротного стыка труб диаметром до 89 мм (РД 02-СК/У17) 35
Приложение 3 Технологическая карта сварки горизонтального стыка труб диаметром свыше 108 мм (РД 03-СК/С17) 37
Библиография 40

1 Область применения

Технологическую инструкцию следует применять для выполнения сборочно-сварочных работ трубопроводов тепловых сетей диаметром от 25 до 1420 мм и толщиной стенки от 3 до 14 мм из углеродистых и низколегированных конструкционных сталей в соответствии с таблицей 3.1. Параметры среды: горячая вода с температурой не более плюс 200 °С и давлением $P_y \leq 2,5$ МПа.

Инструкция включает требования к подготовке труб под сварку, сборке стыков, ручной дуговой сварке покрытыми электродами, контролю сварных соединений в соответствии с РД 153-34.1-003-01 [1] и СП 74.13330.

2 Нормативные ссылки

В настоящей инструкции использованы нарматичные ссылки на следующие стандарты и своды правил:

ГОСТ 7512–82 Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Радиографический контроль

ГОСТ 10243–75 Сталь. Методы испытаний и оценки макроструктуры

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

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

СП 74.13330.2012 «СНиП 3.05.03-85 Тепловые сети»

3 Подготовка сварочного производства

3.1 Требования к квалификации сварщиков, специалистов сварочного производства и контролеров

3.1.1 Сварку должны проводить сварщики, аттестованные в соответствии с ПБ 03-273-99 [2] и РД 03-495-02 [3].

Сварщики должны иметь II квалификационную группу по электробезопасности и сдать испытания по противопожарным мероприятиям и технике безопасности.

3.1.2 Сварщик, впервые приступающий в данной организации к сварке труб трубопроводов тепловых сетей, должен перед допуском к работе пройти проверку на сварке и контроле допускных стыков. Методы и объемы контроля допускных стыков должны соответствовать требованиям РД 153-34.1-003-01 [1] и СП 74.13330.

3.1.3 Руководство сварочными работами имеет право выполнять специалист сварочного производства, имеющий аттестационное свидетельство не ниже II уровня профессиональной подготовки.

3.1.4 К контролю сварных соединений труб физическими методами допускаются специалисты по контролю сварных соединений, аттестованные в соответствии с ПБ 03-440-02 [4].

3.2 Свариваемые материалы

Входной контроль металла труб и конструктивных элементов включает следующие операции:

а) проверку наличия документа о качестве или сертификата и полноты приведенных в нем данных;

б) проверку наличия соответствующей маркировки;

в) осмотр металла для выявления поверхностных дефектов и повреждений.

При отсутствии сертификата или иного документа о качестве или при неполноте представленных в нем данных применение этого металла может быть разрешено только после проведения испытаний, подтверждающих соответствие металла всем требованиям нормативной документации.

3.3 Электроды для ручной дуговой сварки

3.3.1 Перед использованием электроды должны пройти входной контроль:

- на наличие документа о качестве электродов и полноту приведенных в нем данных;

- наличие на каждом упаковочном месте (пачке, коробке, ящике и др.) соответствующих этикеток (ярлыков) или бирок с проверкой полноты указанных в них данных;

- сохранность упаковок и самих материалов.

При отсутствии сертификата или иного документа о качестве партии электродов, или неполноте приведенных в нем данных электроды данной партии могут быть допущены к использованию после проведения испытаний и получения положительных результатов по всем показателям, установленным соответствующим нормативным документом – стандартом, ТУ или паспортом на данный вид материала.

К использованию допускаются сварочные материалы (электроды), удовлетворяющие данным требованиям и аттестованные в соответствии с РД 03-613-03 [5].

3.3.2 Марку электродов следует выбирать в соответствии с рекомендациями, приведенными в таблице 3.1. Режимы прокалки электродов приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.1 – Области применения электродов для сварки различных классов и марок стали

Характеристика свариваемой стали		Марка электродов
Тип, класс стали	Марка стали	
Углеродистая	08, 10, 20, Ст2сп, Ст3сп, Ст3пс	АНО-4, МР-3, ОЗС-4, ОЗС-6, ОЗС-12, АНО-18, АНО-24, УОНИ-13/45, УОНИ-13/55, ИТС-4С, ТМУ-21У, ЦУ-5, ЦУ-7, ЦУ-8, ЦУ-6, ТМУ-46, ТМУ-50, АНО-11, МТГ-01К, МТГ-02
Углеродистая	15Л, 20Л, 25Л	УОНИ-13/45, УОНИ-13/55, ИТС-4С, ЦУ-5, ТМУ-21У, ЦУ-7, ЦУ-8, ТМУ-46,ТМУ-50, АНО-11, МТГ-01К, МТГ-02
Низколегированная конструкционная	15ГС, 16ГС, 17ГС, 09Г2С, 17Г1С, 17Г1СУ	ЦУ-5, УОНИ-13/55, ТМУ-21У, ЦУ-7, ЦУ-8, ИТС-4С, АНО-11, МТГ-01К, МТГ-02
Примечание – Электроды МР-3, ОЗС-4, ОЗС-6, ОЗС-12 предназначены для сварки на переменном и постоянном токе обратной полярности (плюс на электроде), АНО-4 и АНО-24 – на переменном и постоянном токе любой полярности, АНО-18 – на переменном и постоянном токе прямой полярности. Электроды остальных марок – на постоянном токе обратной полярности.		

Таблица 3.2 – Режимы прокалки электродов

Марка электродов	Режим прокалки электродов		
	Температура, °С		Продолжительность, ч (допуск +0,5 ч)
	номинальная	предельное отклонение	
ТМУ-21У, ЦУ-5, ЦУ-6, ЦУ-7, ЦУ-8, ИТС-4С, УОНИ-13/45, УОНИ-13/55, ТМУ-46, ТМУ-50, АНО-11, МТГ-01К, МТГ-02	360	±20	2,0
МР-3, АНО-4, ОЗС-4, ОЗС-6, ОЗС-12, АНО-18, АНО-24	170	±20	1,0

3.3.3 Каждая партия электродов, независимо от наличия сертификата, должна быть проконтролирована на сварочно-технологические свойства, контроль должен быть проведен в соответствии с требованиями РД 153-34.1-003-01 [1, подпункт 5.4.65.4.13].

3.4 Сварочное оборудование

3.4.1 Оборудование для сварки, контрольно-измерительные приборы, поставляемые отдельно от оборудования, должны иметь паспорт завода-изготовителя.

3.4.2 Для ручной дуговой сварки в качестве источников питания следует применять однопостовые генераторы и выпрямители, инверторные источники. Оборудование для ручной дуговой сварки должно быть аттестовано в соответствии с РД 03-614-03 [6].

3.5 Требования к организации сварочного производства

Организация – производитель сварочных работ должна пройти процедуры проверки готовности на использование аттестованной сварочной технологии в соответствии с РД 03-615-03 [7].

4 Сборка под сварку

4.1 Перед сборкой необходимо проверить наличие сертификатов завода-изготовителя, подтверждающих соответствие блоков, труб и деталей их назначению. На всех блоках, трубах и деталях должна быть маркировка. При отсутствии маркировки или сертификатов блоки, трубы и детали к сварке не допускаются.

4.2 Перед сборкой стыков труб следует проверить:

- соответствие формы, размеров и качества подготовки кромок требованиям проектной и нормативной документации;

- качество зачистки наружной и внутренней поверхностей концов труб (патрубков, штуцеров);

- соответствие минимальной фактической толщины стенки собираемых элементов требованиям конструкторской документации.

4.3 Стыкуемые элементы (трубы, арматура, тройники, отводы), свариваемые без подкладных колец с односторонней разделкой кромок, должны иметь одинаковые внутренние диаметры.

Допускается смещение (несовпадение) внутренних поверхностей свариваемых элементов не более $(0{,}02S_н + 0{,}4)$ мм, где $S_н$ – номинальная толщина более толстой из свариваемых деталей в месте их стыковки, но не более 1 мм; для стыков трубопроводов с рабочим давлением до 2,2 МПа (22 кгс/см^2) при диаметре труб более 200 мм величина смещения может быть увеличена до значений: при толщине стенки трубы до 4 мм – $0{,}2S$, при большей толщине трубы – $0{,}15S$, но не более 2 мм.

4.4 Если требования 4.3 не могут быть выполнены из-за большей разности внутренних диаметров стыкуемых элементов, то для их соединения может быть выбран один из следующих способов:

а) раздача (без нагрева или с нагревом) конца трубы с меньшим внутренним диаметром (см. рисунок 4.1, *а)*). После раздачи необходимо проверить, соответствует ли толщина стенки трубы минимально допустимому расчетному значению;

б) механическая обработка (расточка) по внутренней поверхности конца трубы с меньшим диаметром (см. рисунок 4.1, *б)*) при условии, что толщина стенки трубы после расточки будет не меньше допустимой. Угол β должен быть не более 15°;

в) наплавка на внутреннюю поверхность трубы, имеющей больший внутренний диаметр, слоя металла с последующей его обработкой резцом или абразивным камнем для снятия неровностей и обеспечения плавного перехода к поверхности трубы (см. рисунок 4.1, *в)*). Такой способ можно применять для труб диаметром 159 мм и более из углеродистых и низколегированных

конструкционных сталей. После механической обработки длина наплавки *l* должна быть не менее представленной в таблице 4.1.

Таблица 4.1

Диаметр трубы, мм	Длина наплавки *l*, мм
До 219	20
Свыше 219 до 273	30
Более 273	50

Толщина наплавки должна быть не более 6 мм. Наплавку можно выполнять ручной дуговой сваркой. Наплавку следует производить кольцевыми (спиральными) валиками в направлении изнутри трубы к ее торцу. Термообработку места наплавки перед сваркой стыка не производят.

4.5 При стыковке элементов трубопровода с разными наружными диаметрами размер *h* (см. рисунок 4.2, *а)*) должен быть не более 30 % толщины более тонкого элемента, но не более 5 мм.

Если размер *h* превышает указанные величины, конец элемента с большим наружным диаметром должен быть обработан механическим способом (обточкой) (см. рисунок 4.2, *б)*).

4.6 При сборке стыков труб под сварку следует пользоваться центровочными приспособлениями, обеспечивающими соосность собираемых труб. В собранном стыке (до его сварки) просвет между концом металлической линейки и поверхностью трубы на расстоянии 200 мм от стыка должен быть не более 1,5 мм (после сварки не более 3 мм).

4.7 При сборке стыков трубопроводов необходимо предусмотреть возможность свободной усадки металла шва в процессе сварки. Не допускается выполнять сборку стыков с натягом.

4.8 Количество прихваток и их протяженность должны соответствовать нормам, приведенным в таблице 4.2.

Прихватки рекомендуется выполнять тем же способом сварки, которым будет выполнен корневой слой шва.

Высота прихваток при их выполнении ручной дуговой сваркой на стыках труб с толщиной стенки S = 3 мм и менее должна быть равна толщине стенки трубы; с толщиной стенки более 3 до 10 мм высота должна быть (0,6 – 0,7)S, но не менее 3 мм; с толщиной стенки более 10 мм высота должна быть от 5 до 6 мм.

4.9 Прихватки необходимо выполнять с полным проваром и, по возможности, переплавлять при наложении основного шва.

4.10 Для выполнения прихваток должен быть применен тот же присадочный материал, который будет использован для сварки корневого слоя.

Таблица 4.2 – Количество и протяженность прихваток при сборке стыков трубопроводов

Диаметр труб, мм	До 50	Свыше 50 до 100	Свыше 100 до 426	Свыше 426
Количество прихваток по периметру, шт.	1 – 2	1 – 3	3 – 4	Через 300 – 400 мм
Протяженность одной прихватки, мм	5 – 20	20 – 30	30 – 40	40 – 60

Прихватки должны быть равномерно расположены по периметру стыка. Не рекомендуется накладывать прихватки на потолочном участке стыка.

К качеству прихваток следует предъявлять такие же требования, как и к сварному шву. Прихватки, имеющие недопустимые дефекты, обнаруженные при визуальном и измерительном контроле, следует удалять механическим способом.

4.11 Блоки (узлы) трубопроводов, в которых элементы соединены только прихватками или корневыми швами, запрещается перемещать, транспортировать, подвергать воздействию каких-либо нагрузок во избежание образования трещин в швах.

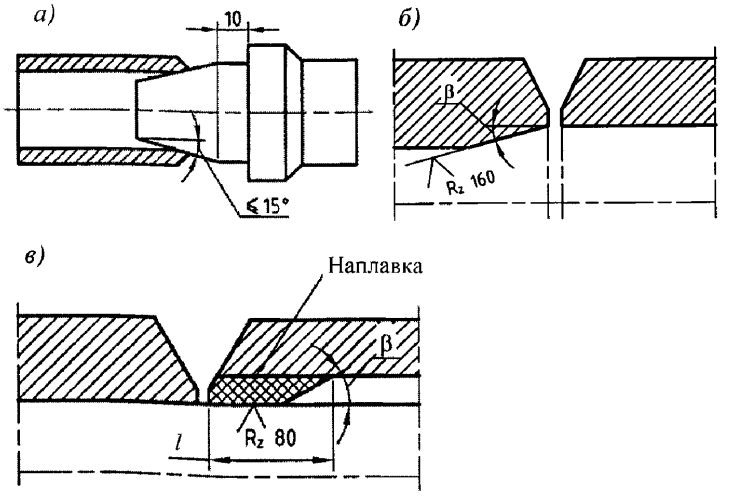


Рисунок 4.1 – Способы обработки концов труб при стыковке элементов, имеющих разные внутренние диаметры

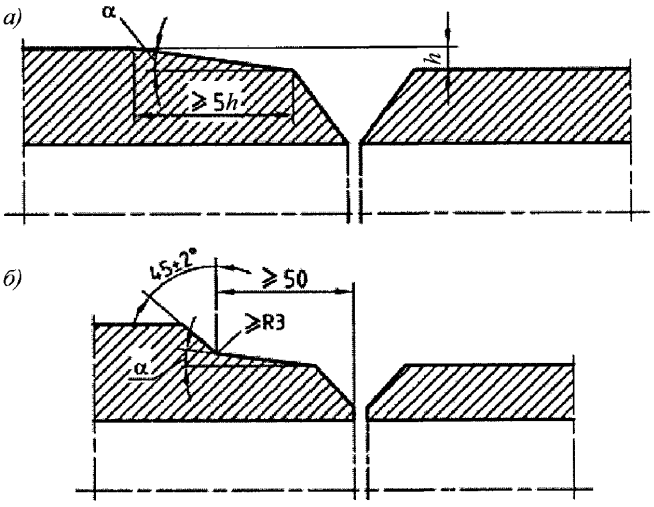


Рисунок 4.2 – Схема обработки концов труб при стыковке элементов, имеющих разные наружные диаметры; угол α не более (15±2)°

5 Требования к сварке

5.1 Сварку стыков труб следует начинать сразу после прихватки. Непосредственно перед сваркой сварщик должен проверить состояние поверхности стыка, убедиться в отсутствии недопустимых дефектов в прихватках.

5.2 Во всех случаях многослойной сварки разбивать шов на участки следует с таким расчетом, чтобы стыки участков («замки» швов) в соседних слоях не совпадали, а были смещены один относительно другого на расстояние от 12 до 18 мм.

5.3 По окончании наплавки каждого валика необходимо полностью удалить шлак после его охлаждения (потемнения). При обнаружении на поверхности шва дефектов (трещин, скоплений пор и др.) дефектное место следует удалить механическим способом до «здорового» металла и при необходимости заварить вновь.

5.4 При температуре окружающего воздуха ниже 0 °С сваривать и прихватывать стыки трубопроводов необходимо с соблюдением следующих требований:

а) металл в зоне сварного соединения перед прихваткой и сваркой должен быть просушен и подогрет с доведением его температуры до положительной;

б) во время всех операций стыки труб должны быть защищены от воздействия осадков, ветра и сквозняков до полного их остывания.

5.5 Необходимость и режим предварительного и сопутствующего подогревов стыка должны быть выдержаны в соответствии с требованиями технологической карты.

Подогревать стык можно индуктором, радиационными нагревателями сопротивления, газовым пламенем, обеспечивая равномерный нагрев стыка по всему периметру. Ширина зоны равномерного нагрева до температуры, указанной в технологической карте, должна быть для стыков труб с толщиной стенки до 30 мм не менее 100 мм (по 50 мм с каждой стороны от стыка).

Температуру подогрева следует контролировать с помощью термоэлектрических преобразователей, термокарандашей или термокрасок. При положительной температуре окружающего воздуха температуру трубы можно замерять с помощью спички: воспламенение спички (без ее трения о трубу) происходит при температуре металла около плюс 270 °С.

5.6 Ручную дуговую сварку стыков труб диаметром от 219 до 630 мм выполняет один сварщик. При сварке труб диаметром до 219 мм корневой и последующие слои шва следует выполнять длиной, равной половине окружности трубы; при сварке труб диаметром свыше 219 до 630 мм корневой шов сварщик сваривает обратноступенчатым способом участками длиной от 200 до 250 мм, а последующие слои сварщик выполняет длиной, равной половине окружности трубы.

5.7 Ручную дуговую сварку стыков труб диаметром более 630 мм могут выполнять одновременно два сварщика. В этом случае должны быть приняты меры для защиты каждого сварщика от брызг расплавленного металла и шлака. Кроме того, нужно следить за тем, чтобы металл труб в месте стыка не нагревался выше плюс 450 °С, так как при этом затрудняется процесс формирования шва из-за чрезмерной жидкотекучести сварочной ванны. Корень шва (один слой) сварщики сваривают обратноступенчатым способом участками длиной от 200 до 250 мм, а последующие слои – по половине длины окружности трубы.

5.8 Сварку стыков труб диаметром свыше 630 мм из малоуглеродистых сталей допускается выполнять одному сварщику, при этом корень шва сварщик сваривает обратноступенчатым способом участками длиной от 200 до 250 мм, а последующие слои – по половине длины окружности трубы.

5.9 При сварке стыков труб с внутренним диаметром 900 мм и более возможно выполнять подварку корня шва, при этом перед подваркой корень шва должен быть обработан абразивным инструментом.

5.10 Для сварных соединений штуцеров с трубопроводами требования к отклонению оси штуцера от перпендикуляра к оси трубопровода должны быть указаны в конструкторской документации. В случае отсутствия таких указаний отклонение не должно превышать ± 1,5°.

5.11 Перед допуском к сварке производственных соединений штуцеров (труб) с трубопроводом каждый сварщик должен сварить как минимум одно допускное штуцерное соединение, однотипное производственному.

5.12 Качество допускных сварных соединений следует проверять визуальным и измерительным контролем и путем исследования макроструктуры шва и околошовной зоны.

5.13 Штуцер (трубу) в отверстие трубопровода нужно устанавливать без натяга с требуемым зазором между штуцером и отверстием. Прихватку штуцера (трубы) к трубопроводу следует производить в двух-трех точках швами длиной от 10 до 15 мм. Для прихватки и приварки штуцеров (труб) нужно использовать электроды диаметром не более 3 мм, а для сварки следует применять электроды типа Э50А.

Приварку штуцеров (труб) необходимо производить многослойным швом.

5.14 Заваренные сварные соединения на трубах с толщиной стенки 6 мм и более сварщик должен заклеймить присвоенным ему клеймом. Клеймо нужно ставить на трубе на расстоянии от 30 до 40 мм от шва (на вертикальном стыке вблизи верхнего «замка», на горизонтальном – в любом месте).

Для стыков труб из углеродистой стали с рабочим давлением до 2,2 МПа (22 кгс/см^2) клеймо можно наплавлять сваркой. При зачистке стыка для ультразвукового контроля место расположения клейма не зачищается.

На трубах с толщиной стенки менее 6 мм клейма должны быть нанесены несмываемой краской. В случае выполнения сварного соединения двумя сварщиками необходимо указывать шифры клейм каждого из них.

6 Контроль сварочных работ и сварных соединений

6.1 Контроль сварочных работ

6.1.1 В процессе выполнения сварочных работ следует осуществлять входной и операционный контроль. Входной контроль следует выполнять в соответствии с 3.2 – 3.4.

6.1.2 Операционный контроль включает:

- контроль сборочно-сварочного оборудования, аппаратуры и приспособлений;
- контроль подготовки и сборки труб под сварку;
- контроль процесса сварки.

6.1.3 При контроле сборочно-сварочного оборудования, аппаратуры и приспособлений следует проверять:

- исправность и комплектность сборочно-сварочного оборудования и приспособлений, а также соответствие их геометрических и технологических параметров предстоящим операциям по сборке и сварке трубопроводов;

- отсутствие повреждения (недопустимого износа) токоподводящих кабелей и газоподводящих труб и шлангов;

- состояние резаков, шлангов редукторов.

6.1.4 При подготовке деталей под сварку необходимо контролировать:

- наличие маркировки, подтверждающей соответствие детали требованиям чертежа;

- качество и чистоту подлежащих сварке кромок (поверхностей), а также прилегающих к ним участков основного металла;

- форму и размеры кромок;

- форму и размеры расточки или раздачи труб.

6.1.5 При сборке деталей под сварку нужно контролировать:

- марки сварочных материалов, предназначенных для выполнения прихваток;

- допуск сварщиков к выполнению прихваток;

- правильность сборки и крепления деталей в сборочных приспособлениях;

- чистоту кромок и прилегающих к ним поверхностей;

- качество, размеры и расположение прихваток;

- величину зазора в соединениях;

- величину смещения кромок, перелом осей соединяемых труб;

- размеры собранного под сварку узла.

6.1.6 Перед началом сварки следует контролировать:

- соответствие квалификации сварщика выполняемым работам;

- чистоту кромок и поверхностей, подготовленных под сварку;

- марку применяемых сварочных материалов;

- чистоту поверхности присадочных материалов (электродов).

6.1.7 В процессе сварки необходимо контролировать:

- режимы сварки и последовательность выполнения операций (по сварке, зачистке, контролю);

- последовательность выполнения сварных швов;

- температуру окружающей среды;

- последовательность наложения валиков и слоев;

- корневую часть шва визуальным и измерительным контролем.

6.1.8 Корневая часть шва должна быть подвергнута визуальному и измерительному контролю до заполнения остальной части шва. Этот контроль проводит сварщик после зачистки поверхности корня шва. Результаты контроля считаются удовлетворительными, если не обнаружены трещины, незаваренные прожоги и кратеры, скопления включений, превышающие нормы, и другие дефекты, свидетельствующие о нарушении режима сварки или о недоброкачественности сварочных материалов. При обнаружении недопустимых дефектов вопрос о продолжении сварки или способе исправления дефектов должен решать руководитель сварочных работ.

6.1.9 После окончания сварки необходимо контролировать наличие и правильность маркировки выполненных сварных швов.

6.2 Контроль сварных соединений

6.2.1 Сварные швы должны быть подвергнуты визуальному и измерительному контролю (ВИК) и контролю физическими методами: радиографическому (РК) или ультразвуковому (УЗК) дефектоскопистами, аттестованными в соответствии с требованиями ПБ 03-440-02 [4].

Объемы и методы контроля сварных соединений трубопроводов тепловых сетей следует назначать в зависимости от параметров рабочей среды в соответствии с требованиями СП 74.13330.

Оценка качества сварных соединений должна быть произведена по нормам РД 153-34.1-003-01 [1] и СП 74.13330.

6.2.2 Перед визуальным и измерительным контролем сварные швы и прилегающая к ним поверхность основного металла шириной не менее 20 мм (по обе стороны шва) должны быть очищены от шлака, брызг расплавленного металла, окалины и других загрязнений.

6.2.3 Визуальный и измерительный контроль следует производить невооруженным глазом или с помощью лупы от четырех- до семикратного увеличения для участков, требующих уточнения характеристик обнаруженных дефектов, с применением, при необходимости, переносного источника света.

6.2.4 Недопустимыми дефектами, выявленными при визуальном и измерительном контроле сварных соединений, являются трещины всех видов и направлений; непровары (несплавления) между основным металлом и швом, а также между валиками шва; наплывы (натеки) и брызги металла; незаваренные кратеры; свищи; прожоги; скопления включений.

6.2.5 Визуальный и измерительный контроль сварных соединений (определение размеров швов, смещения кромок, переломов осей, углублений между валиками, чешуйчатости поверхности швов и др.) следует выполнять в местах, где допустимость этих показателей вызывает сомнения при визуальном контроле, если нет других указаний. Размеры и форму шва

следует проверяють с помощью шаблонов, размеры дефекта – с помощью измерительных инструментов.

6.2.6 Выявленные при визуальном и измерительном контроле дефекты, которые могут быть исправлены (удалены) без последующей заварки выборок, должны быть исправлены до проведения контроля другими методами.

6.2.7 Ультразвуковому контролю должны быть подвергнуты только соединения с полным проплавлением (без конструктивного непровара). Ультразвуковой контроль сварных стыков должен быть выполнен в соответствии с требованиями ГОСТ Р 55724 и РД 34.17.302-97 [8].

6.2.8 Радиографический контроль следует проводить согласно требованиям ГОСТ 7512 и РД 34.10.068-91 [9].

6.2.9 Для сварных соединений следует производить контроль трубопроводов тепловых сетей, на которые распространяются правила Ростехнадзора, дополнительно металлографические исследования угловых и тавровых сварных соединений (в том числе соединений штуцеров с трубопроводами), а также тройниковых соединений.

6.2.10 Число сварных соединений, контролируемых в соответствии с 6.2.9, должно быть не менее одного на все однотипные производственные сварные соединения, выполненные каждым сварщиком в течение 6 месяцев.

6.2.11 Для трубопроводов тепловых сетей с параметрами $P \le 0{,}07$ МПа (0,7 кгс/см^2) и $t \le 115$ °С механические испытания следует выполнять только на допускных стыках. Допускные стыки тепловых сетей нужно проверять путем визуального и измерительного контроля, радиографии и механических испытаний (два образца на растяжение и два образца на изгиб). Оценка качества допускных стыков должна быть произведена по нормам, которые предусмотрены для таких же производственных стыков.

7 Исправление дефектов сварных соединений

7.1 Выявленные дефекты подлежат исправлению (ремонту) до начала эксплуатации трубопровода.

7.2 Поверхностные и подповерхностные дефекты в стыках трубопроводов должны быть исправлены следующим образом:

- чрезмерные выпуклости сварных швов удалить механическим способом, недостаточные выпуклости – исправить подваркой предварительно зачищенного шва;

- наплывы удалить механическим способом и, при необходимости, подварить;

- подрезы и углубления между валиками подварить, предварительно зачистив места подварки;

- поверхностные поры удалить механическим способом до «здорового» металла и места удаления дефектного участка подварить. Трещины необходимо засверливать по концам, вырубать, тщательно зачищать и заваривать в несколько слоев.

7.3 Сварные соединения трубопроводов пара и горячей воды тепловых сетей следует ремонтировать путем подварки выборки поврежденного участка при условии, что размеры выборки отвечают требованиям таблицы 7.1.

Сварные стыки, в швах которых для исправления дефектного участка требуется произвести выборку размерами более допускаемых по таблице 7.1, должны быть полностью удалены.

Таблица 7.1

Глубина выборки, % номинальной толщины стенки свариваемых труб (расчетной высоты сечения шва)	Длина, % номинального наружного периметра трубы (патрубка)
До 25	Любая
Свыше 25 до 50	Не более 50
Свыше 60	Не более 25
Примечание – При исправлении в одном соединении нескольких участков их суммарная протяженность может превышать указанную не более чем в 1,5 раза при тех же нормах по глубине.	

7.4 Все исправленные участки сварных стыков должны быть проверены визуальным и измерительным контролем, радиографическим или ультразвуковым контролем.

7.5 Если дефектный участок сварного шва удален газовой резкой, то последующая механическая обработка должна быть выполнена с удалением следов резки до чистого металла и на глубину не менее 1 мм.

7.6 Кромки выборки следует плавно вывести на поверхность трубы или шва; в поперечном сечении выборка должна иметь чашеобразную форму разделки. Исправляемый участок после выборки в целях проверки полноты удаления дефекта следует контролировать визуальным и измерительным контролем, а при исправлении трещины – путем травления соответствующим реактивом, капиллярным или магнитопорошковым методом контроля.

7.7 Если исправлен стык с трещиной, то ее концы должны быть точно определены путем травления или капиллярным методом и засверлены сверлом диаметром на 2 – 3 мм больше ширины трещины, после чего дефектный металл нужно удалить полностью. При сквозной трещине целесообразно оставлять слой металла толщиной от 2 до 2,5 мм в качестве подкладки нового шва (эту толщину следует проверить несколькими сквозными сверлениями). Подварку в этом случае нужно начинать с переплавления оставшейся части стенки с трещиной, причем сварщик должен следить за полным (сквозным) расплавлением стенки: если перед электродом

перемещается маленькое сквозное отверстие, то это означает, что сварка идет с полным проваром.

7.8 Подварку выборки следует выполнять в соответствии со специально разработанной технологической картой исправления дефектов сварных соединений.

7.9 Один и тот же участок может быть исправлен не более трех раз.

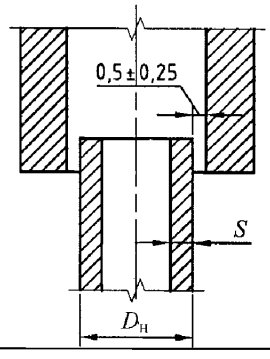
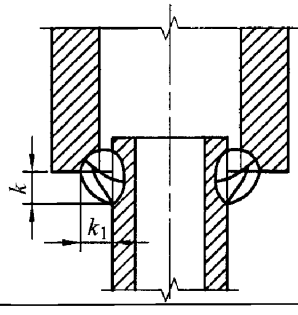
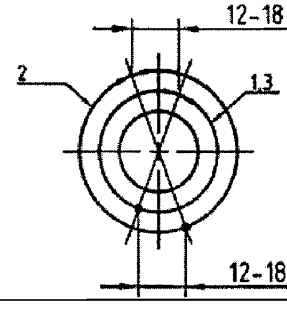
7.10 При ремонте сварных соединений следует оформлять ту же документацию, что и в процессе сварки трубопроводов, а в журнале сварочных работ делать запись о выполненном ремонте стыка.

Приложение 1

Технологическая карта вварки штуцера диаметром до 89 мм в трубопровод (РД-01-СК/У17)

Наименование	Обозначения (показатели)
Нормативный документ	РД 153-34.1-003-01 [1]
Способ сварки	РД
Вид свариваемых деталей	Т
Основной материал (марки)	Ст3сп, 10, 20, 10Г2, 15ГС, 16ГС, 17ГС, 17Г1С, 17Г1С-У, 09Г2С
Основной материал (группа)	1
Сварочные материалы (марки)	ЦУ-5, ТМУ-21У, УОНИ-13/55
Вид покрытия электродов	Б
Толщина свариваемых деталей, мм	3,0 – 4,5
Диаметр свариваемых деталей, мм	25 – 89
Тип шва	УШ
Тип соединения	У
Вид соединения	ос(бп)
Условное обозначение соединения	У17 по ГОСТ 16037
Положение при сварке	П2

Эскиз сварного соединения

Конструкция соединения	Конструктивные элементы шва	Порядок сварки
		

Диаметр и толщина штуцера ($D_H \times S$)	K_1, мм	K, мм	Число слоев
(25 – 76)3,0	6,0	8,0	2 – 3
(57 – 76)3,5	6,5	8,5	2 – 3
89 × 4,5	7,5	9,5	2 – 3

Сварочное оборудование (тип): ВДУ-506У, АДД-4001У1, АДД-4002У1, АДД-4004П, АДД-305У1.

Метод подготовки и очистки: поверхности штуцера и трубы (ствола тройника) зачистить механическим способом до металлического блеска. Наружную поверхность штуцера зачистить

на расстояние от 20 до 25 мм от кромки, внутреннюю поверхность отверстия и наружную поверхность трубы вокруг места установки штуцера – на 15-20 мм.

Требования к прихватке: две прихватки длиной от 5 до 10 мм, высотой от 3 до 4 мм в диаметрально противоположных сторонах.

Технологические параметры сварки

Номер валика	Диаметр электрода, мм	Род и полярность тока	Сварочный ток, А	Напряжение дуги, В
1	2,5	Постоянный, обратная	75 – 85	22 – 24
2	2,5 3,0		75 – 85 85 – 95	

Технологические требования к сварке:

Сварку выполнять на минимальном токе, обеспечивающем нормальное ведение сварки и устойчивое горение дуги.

Каждый слой шва сваривать в одном выбранном направлении узкими валиками с минимальными поперечными колебаниями электрода. Высота каждого слоя должна быть не более 4 мм. Количество слоев должно быть не менее двух. «Замки» швов в соседних слоях должны быть смещены друг относительно друга на 12 – 18 мм.

После сварки каждого валика шов зачищать от шлака и брызг металла и проверять на отсутствие наружных дефектов и нарушений геометрических размеров сварного шва.

Прерывание и возбуждение сварочной дуги осуществлять только на наплавленном металле шва в месте сопряжения штуцера с трубой.

Катеты углового шва должны иметь размеры: $K_1=(S+3)$ мм; $K=(S+5)$ мм.

Глубина западания между валиками не должна быть более 1 мм.

Сварные соединения клеймить присвоенным сварщику клеймом.

Требования к контролю сварных соединений

Метод контроля	Наименование (шифр) НД		Объем контроля	
	по методике контроля	по оценке качества	%	кол-во образцов
Визуальный и измерительный	РД 03-606-03 [10]	РД 153-34.1-003-01 [1, пункт 18.3]	100	–
Металлографические исследования	ГОСТ 10243	РД 153-34.1-003-01 [1, пункты 18.6.4, 18.6.24]	–	1

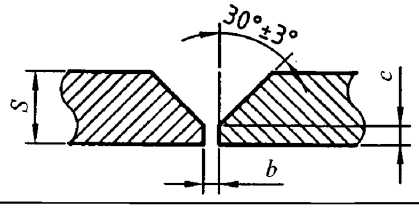
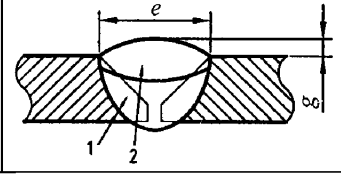
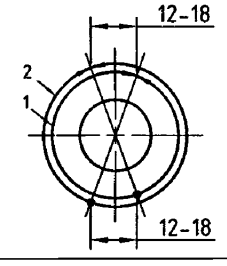
Организация (предприятие)		ФИО	Подпись	Дата
Утвердил	Главный инженер			
Проверил	Ведущий инженер			
Разработал	Технолог			

Приложение 2

Технологическая карта сварки вертикальных неповоротных стыков труб диаметром до 89 мм (РД-02-СК/С17)

Наименование	Обозначения (показатели)
Нормативный документ	РД 153-34.1-003-01 [1]
Способ сварки	РД
Вид свариваемых деталей	Т
Основной материал (марки)	Ст3сп, 10, 20, 10Г2, 15ГС, 16ГС, 17ГС, 17Г1С, 17Г1С-У, 09Г2С
Основной материал (группа)	1
Сварочные материалы (марки)	ЦУ-5, ТМУ-21У, УОНИ-13/55
Вид покрытия электродов	Б
Толщина свариваемых деталей, мм	3,0 – 6,0
Диаметр свариваемых деталей, мм	25 – 89
Тип шва	СШ
Тип соединения	С
Вид соединения	ос(бп)
Условное обозначение соединения	С17 по ГОСТ 16037; Тр-2 по РД 153-34.1-003-01 [1]
Положение при сварке	В1

Эскиз сварного соединения

Конструкция соединения	Конструктивные элементы шва	Порядок сварки
		

Толщина стенки трубы S, мм	e, мм	g, мм	Число слоев	b, мм	c, мм
3,0 – 4,0	8,0+2,0	0,5+2,0	2	1,0+0,5	0,5+0,5
4,5 – 5,0	9,0+2,0	$1,5^{+1,5}_{-1,0}$	2	1,5+0,5	1,0+0,5
5,5 – 6,0	11,0+2,0		2 – 3		

Сварочное оборудование (тип): ВДУ-506У, АДД-4001У1, АДД-4002У1, АДД-4004П, АДД-305У1. Метод подготовки и очистки: поверхности трубы зачистить механическим способом до металлического блеска. Наружную поверхность труб зачистить не менее чем на 20 мм от кромки, внутреннюю поверхность – не менее чем на 10 мм от кромки.

Требования к прихватке: две-три прихватки в диаметрально противоположных сторонах длиной от 10 до 20 мм для диаметра до 50 мм и от 20 до 30 мм при диаметре более 50 мм, высотой (0,6 – 0,7) *S*, но не менее 3 мм.

Технологические параметры сварки

Номер слоя	Диаметр электрода, мм	Род и полярность тока	Сварочный ток, А	Напряжение дуги, В
1	2,5	Постоянный, обратная	75 – 85	22 – 25
2, 3	2,5 3,0		75 – 85 85 – 95	

Технологические требования к сварке:

Сварку начинать в нижней точке, отступив от вертикальной оси стыка на расстояние от 5 до 10 мм. Сварку выполнять на минимальном токе, обеспечивающем нормальное ведение сварки и устойчивое горение дуги. Каждый слой шва сваривать снизу вверх, «на подъем», начиная с потолочной части стыка, участками, равными половине длины окружности трубы. При сварке потолочной части корня шва выполнять минимальные поперечные колебания электродом. Высота каждого слоя должна составлять не более 4 мм. Количество слоев должно быть не менее двух.

«Замки» швов в соседних слоях должны быть смещены друг относительно друга на расстояние от 12 до 18 мм.

После сварки каждого валика шов следует зачистить от шлака и брызг металла и произвести визуальный и измерительный контроль поверхности на отсутствие наружных дефектов и нарушений геометрических размеров сварного шва.

Зажигание и гашение сварочной дуги осуществлять только на наплавленном металле шва или в разделке кромок стыка. Облицовочный слой должен перекрывать кромку трубы на величину от 1 до 2 мм в каждую сторону. Минимальная высота выпуклости шва должна быть 0,5 мм.

Сварные соединения клеймить присвоенным сварщику клеймом.

Требования к контролю сварных соединений

Метод контроля	Наименование (шифр) НД		Объем контроля	
	по методике контроля	по оценке качества	%	кол-во образцов
Визуальный и измерительный	РД 03-606-03 [10]	РД 153-34.1-003-01 [1, пункт 18.3]	100	–
Металлографические исследования	ГОСТ Р 55724 РД 34 17.302-97 [8]	РД 153-34.1-003-01 [1, пункт 18.5]	–	1

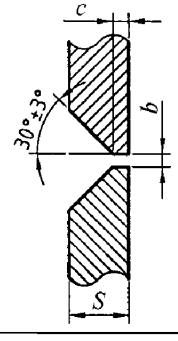
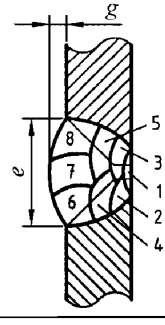
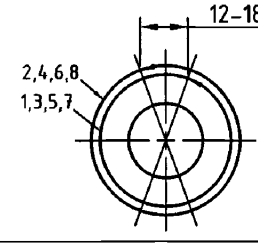
Организация (предприятие)		ФИО	Подпись	Дата
Утвердил	Главный инженер			
Проверил	Ведущий инженер			
Разработал	Технолог			

Приложение 3

Технологическая карта сварки горизонтального стыка труб диаметром свыше 108 мм (РД-03-СК/С17)

Наименование	Обозначения (показатели)
Нормативный документ	РД 153-34.1-003-01 [1]
Способ сварки	РД
Вид свариваемых деталей	Т
Основной материал (марки)	Ст3сп, 10, 20, 10Г2, 15ГС, 16ГС, 17ГС, 17Г1С, 17Г1С-У, 09Г2С
Основной материал (группа)	1
Сварочные материалы (марки)	ЦУ-5, ТМУ-21У, УОНИ-13/55
Вид покрытия электродов	Б
Толщина свариваемых деталей, мм	4,5 – 12,0
Диаметр свариваемых деталей, мм	108 – 1420
Тип шва	СШ
Тип соединения	С
Вид соединения	ос(бп)
Условное обозначение соединения	С17 по ГОСТ 16037; Тр-2 по РД 153-34.1-003-01 [1]
Положение при сварке	Г

Эскиз сварного соединения

Конструкция соединения	Конструктивные элементы шва	Порядок сварки
		

Диаметр и толщина трубы ($D_н \times S$)	Число слоев шва	Диаметр и толщина трубы ($D_н \times S$)	Число слоев шва
(108 – 159)4,5	3 – 4	(630 – 1220)10,0(11,0)	7 – 8
(219 – 426)6,0	3 – 4	(1220 – 1420)12,0(14,0)	8 – 9
(325 – 530)8,0	4 – 5		

Сварочное оборудование (тип): ВДУ-506У, АДД-4001У1, АДД-4002У1, АДД-4004П, АДД-305У1. Метод подготовки и очистки: поверхности трубы зачистить механическим

способом до металлического блеска. Наружную поверхность труб зачистить не менее чем на 20 мм от кромки, внутреннюю поверхность – не менее чем на 10 мм от кромки.

Требования к прихватке: при диаметре более 100 до 426 мм три-четыре прихватки ставить длиной от 30 до 40 мм, высотой от 3 до 4 мм в диаметрально противоположных сторонах; при диаметре более 426 мм прихватки ставить через промежутки от 300 до 400 мм, равномерно по периметру стыка длиной от 40 до 60 мм.

Технологические параметры сварки

Номер слоя	Диаметр электрода, мм	Род и полярность тока	Сварочный ток, А	Напряжение дуги, В
1	2,5	Постоянный, обратная	75 – 85	22 – 25
2, 3	2,5 3,0		75 – 85 85 – 95	
4 и др.	3,0 4,0		85 – 95 110 – 130	

Технологические требования к сварке:

Сварку выполнять на минимальном токе, обеспечивающем нормальное ведение сварки и устойчивое горение дуги. Высота корневой части и облицовочных слоев должна быть не более 4 мм, ширина – не более 6 мм.

При сварке корня шва выполнять спиралеобразные манипуляции электродом, ограничивая манипуляции электродом поперек шва. Каждый последующий валик должен перекрывать предыдущий на величину от 12 до 18 мм, образуя «замки» швов.

Сварку каждого слоя выполнять в одном направлении, «замки» участков швов в облицовочных слоях должны быть смещены друг относительно друга на расстояние от 12 до 18 мм.

При сварке стыков труб диаметром более 630 мм корень шва следует сваривать обратноступенчатым способом, участками от 200 до 250 мм, выполняя спиралеобразные манипуляции электродом; заполняющие и облицовочные слои – по половине длины окружности стыка.

«Замки» швов в соседних слоях должны быть смещены друг относительно друга на расстояние от 12 до 18 мм.

После сварки каждого валика шов следует зачистить от шлака и брызг металла и произвести визуальный и измерительный контроль поверхности на отсутствие наружных дефектов и нарушений геометрических размеров сварного шва.

Зажигание и гашение сварочной дуги осуществлять только на наплавленном металле шва или в разделке кромок стыка.

Облицовочные слои должны перекрывать кромку трубы на величину от 1 до 3 мм в каждую сторону, обеспечивая плавный переход от металла шва к основному металлу.

Глубина западаний между валиками должна быть не более 1,5 мм.

Сварные соединения клеймить присвоенным сварщику клеймом.

Требования к контролю сварных соединений

Метод контроля	Наименование (шифр) НД		Объем контроля	
	по методике контроля	по оценке качества	%	кол-во образцов
Визуальный и измерительный	РД 03-606-03 [10]	РД 153-34.1-003-01 [1, пункт 18.3]	100	–
Ультразвуковой или радиографический	УЗК – ГОСТ Р 55724, РД 34 17.302-97 [8] РК – ГОСТ 7512, РД 34 10.068-91 [9]	РД 153-34.1-003-01 [1, пункт 18.5]	В соответствии с нормативным документом	

Организация (предприятие)		ФИО	Подпись	Дата
Утвердил	Главный инженер			
Проверил	Ведущий инженер			
Разработал	Технолог			

Библиография

[1]	РД 153-34.1-003-01	Сварка, термообработка и контроль трубных систем котлов и трубопроводов при монтаже и ремонте энергетического оборудования
[2]	ПБ 03-273-99	Правила аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства
[3]	РД 03-495-02	Технологический регламент проведения аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства
[4]	ПБ 03-440-02	Правила аттестации персонала в области неразрушающего контроля
[5]	РД 03-613-03	Порядок применения сварочных материалов при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов
[6]	РД 03-614-03	Порядок применения сварочного оборудования при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов
[7]	РД 03-615-03	Порядок применения сварочных технологий при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов
[8]	РД 34.17.302-97	Котлы паровые и водогрейные. Трубопроводы пара и горячей воды. Сосуды. Сварные соединения. Контроль качества. Ультразвуковой контроль. Основные положения
[9]	РД 34.10.068-91	Соединения сварные оборудования тепловых электростанций. Радиографический контроль
[10]	РД 03-606-03	Инструкция по визуальному и измерительному контролю

Приложение Б

(рекомендуемое)

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ

«Ручная дуговая сварка покрытыми электродами наружных и внутренних газопроводов из углеродистой стали диаметром от 50 до 150 мм»

(ТИ-РД-ГО)

2014 г.

Содержание

1 Область применения 43
2 Нормативные ссылки 43
3 Подготовка сварочного производства 44
4 Сборка под сварку 47
5 Требования к сварке 51
6 Контроль сварочных работ и сварных соединений 54
7 Исправление дефектов сварных соединений 58
Приложение 1 Технологическая карта ручной дуговой сварки газопроводов (РД 01-ГО/С17) 59
Библиография 62

1 Область применения

Технологическую инструкцию следует применять для выполнения сборочно-сварочных работ на наружных и внутренних стальных газопроводах диаметром от 50 до 150 мм, с давлением до 1,2 МПа, на которые распространены требования СП 62.13330, ГОСТ Р 55472, ГОСТ Р 55474, СП 42-102, СП 42-101, РД 01-001-06 [1].

Инструкция включает требования к подготовке, сборке, ручной дуговой сварке покрытыми электродами и контролю.

2 Нормативные ссылки

В настоящей инструкции использованы нормативные ссылки на следующие стандарты и своды правил:

ГОСТ 380–2005 Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки

ГОСТ 1050–2013 Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия

ГОСТ 6996–66 Сварные соединения. Методы определения механических свойств

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

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

ГОСТ 9467–75 Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей. Типы

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

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

ГОСТ 23055–78 Контроль неразрушающий. Сварка металлов плавлением. Классификация сварных соединений по результатам радиографического контроля

ГОСТ 24297–2013 Верификация закупленной продукции. Организация проведения и методы контроля. Пересмотр (ГОСТ 24297–87)

ГОСТ Р 54808–2011 Арматура трубопроводная. Нормы герметичности затворов

ГОСТ Р 55472–2013 Системы газораспределительные. Требования к сетям газораспределения. Часть 0. Общие положения

ГОСТ Р 55474–2013 Системы газораспределительные. Требования к сетям газораспределения. Часть 2. Стальные газопроводы

СП 42-101-2003 Общие положения по проектированию и строительству газораспределительных систем из металлических и полиэтиленовых труб

СП 42-102-2004 Проектирование и строительство газопроводов из металлических труб

СП 62.13330.2011 «СНиП 42-01-2002 Газораспределительные системы»

СТО 3135730-08-001-2011 Инструкция по сварке стальных газопроводов и газового оборудования при строительстве и ремонте сетей газораспределения и газопотребления

3 Подготовка сварочного производства

3.1 Требования к квалификации сварщиков, специалистов сварочного производства и контролеров

3.1.1 Сварку газопроводов должны проводить сварщики, аттестованные в соответствии с ПБ 03-273-99 [2] и РД 03-495-02 [3].

Сварщики должны иметь II квалификационную группу по электробезопасности и сдать испытания по противопожарным мероприятиям и технике безопасности.

3.1.2 Сварщик перед допуском к работе должен сварить допускные образцы. Сварку допускных образцов следует проводить в условиях, идентичных производственным, в присутствии лица, ответственного за сварочные работы. Допускные образцы должны быть идентичными производственным сварным соединениям.

Методы и объемы контроля допускных стыков труб должны отвечать требованиям СТО 3135730-08-001.

3.1.3 Руководство сварочными работами имеет право выполнять специалист сварочного производства, имеющий аттестационное свидетельство не ниже II уровня профессиональной подготовки.

3.1.4 К контролю сварных соединений труб физическими методами следует допускать специалистов по контролю сварных соединений, аттестованных в соответствии с ПБ 03-440-02 [4].

3.2 Свариваемые материалы

3.2.1 Требования к сетям газораспределения, области применения и типы стальных труб для наружных газопроводов из углеродистых сталей с учетом давления газа, диаметра, толщины стенки и минимальной температуры эксплуатации установлены ГОСТ Р 55472 и ГОСТ Р 55474.

Для стальных газопроводов следует применять трубы и соединительные детали с толщинами стенок – не менее: 3 мм – для подземных; 2 мм – для надземных и внутренних газопроводов. Для импульсных газопроводов следует принимать толщину стенки трубы не менее 1,2 мм.

Как правило, должна быть применена бесфланцевая (приварная) арматура. Запорная арматура для всех газопроводов должна соответствовать классу А герметичности затвора по ГОСТ Р 54808.

3.2.2 Входной контроль металла труб и конструктивных элементов газопроводов включает следующие операции:

- проверку наличия сертификата, паспорта или иного документа о качестве и полноты приведенных в нем данных;

- проверку наличия заводской маркировки и соответствия ее документу о качестве;

- осмотр металла и конструктивных элементов для выявления поверхностных дефектов и повреждений.

3.2.3 Входной контроль свариваемых материалов (металла) следует осуществлять в соответствии с ГОСТ 24297.

3.2.4 При отсутствии документа о качестве, сертификатов или неполноте представленных в них данных применение материала может быть допущено только после проведения испытаний, подтверждающих соответствие материала всем требованиям стандарта или технических условий.

3.2.5 Все поступающие в производство трубы, полуфабрикаты и изделия должны быть до начала сборки проверены ответственным лицом на наличие маркировки. При отсутствии маркировки или выявленных несоответствиях элементы к дальнейшей обработке не допускаются.

3.3 Электроды для ручной дуговой сварки

3.3.1 Перед использованием электроды должны пройти входной контроль:

- на наличие документа о качестве электродов и полноту приведенных в нем данных;

- наличие на каждом упаковочном месте (пачке, коробке, ящике, мотке, бухте и др.) соответствующих этикеток (ярлыков) или бирок с проверкой полноты указанных в них данных;

- сохранность упаковок и самих материалов.

При отсутствии сертификата или документа о качестве или неполноте представленных в нем данных сварочный материал данной партии может быть допущен к использованию после проведения испытаний и получения положительных результатов по всем показателям, установленным соответствующим нормативным документом, – стандартом, ТУ или паспортом на данный вид материала.

К использованию следует допускать сварочные материалы (электроды), удовлетворяющие данным требованиям и аттестованные в соответствии с РД 03-613-03 [5].

3.3.2 Для ручной дуговой сварки стыков газопроводов из углеродистых сталей необходимо применять электроды типов Э42, Э42А, Э46, Э46А, Э50А, удовлетворяющие требованиям ГОСТ 9466 и ГОСТ 9467, либо их зарубежные аналоги.

3.3.3 Электроды перед сваркой производственных стыков и испытаниями должны быть прокалены по режиму, приведенному в сертификате или в паспорте завода-изготовителя. В случае отсутствия этих данных режим прокалки следует выбирать по данным таблицы 3.1.

Таблица 3.1 – Режим прокалки электродов

Марка электродов	Температура прокалки, °С	Продолжительность, ч
Электроды с основным покрытием: УОНИ-13/45, УОНИ-13/55, ТМУ-21У, ИТС-4С, ЦУ-6, ЦУ-7, ЦУ-8, МТГ-01К, МТГ-02	360+20	2,0+0,5
Электроды с рутиловым покрытием: ОЗС-12, МР-3, ОЗС-4	170+20	1,0+0,5

3.3.4 Для хранения электродов должен быть оборудован склад, в котором должна быть поддержана температура не ниже плюс 15 °С при относительной влажности не более 50 %. Электроды следует хранить на стеллажах раздельно по маркам и партиям.

На складе должны быть печь для прокалки электродов при температуре до плюс 400 °С и сушильный шкаф с температурой от плюс 80 °С до плюс 115 °С, обеспечивающие потребность производства в электродах. Покрытые электроды после прокалки следует хранить в закрытой таре или в сушильных шкафах при температуре не менее плюс 50 °С.

3.3.5 Электроды с основным покрытием (УОНИ-13/45, УОНИ-13/55, МТГ-01К, МТГ-02, ТМУ-21У), предназначенные для сварки углеродистых сталей, следует использовать в течение трех суток после прокалки, электроды рутиловые (ОЗС-12, МР-3, ОЗС-4) в течение 15 суток. По истечении указанного срока электроды перед применением необходимо вновь прокалить. В случае хранения электродов в сушильном шкафу при температуре от плюс 80 °С до плюс 115 °С срок их годности не ограничен.

3.3.6 Электроды следует выдавать в количестве, необходимом для одной смены работы каждого сварщика, если не оговорены более жесткие требования. При выдаче должна быть проверена марка электродов по этикеткам или биркам и по окраске торца. Перед выдачей электродов сварщику необходимо убедиться в том, что они были прокалены и срок действия прокалки не истек.

3.3.7 Электроды на рабочем месте сварщика должны находиться в переносном ящике-пенале или термосе емкостью на одну–две пачки электродов и быть защищены от попадания на них воды, грязи, нефтепродуктов, источников огня.

3.3.8 Перед применением каждой партии электродов, независимо от наличия сертификата, должны быть проконтролированы сварочно-технологические свойства.

Примечание – При наличии на этикетках пачек номеров замесов электродов (в пределах одной партии) рекомендуется проводить указанный контроль каждого замеса.

3.3.9 Сварочно-технологические свойства электродов должны удовлетворять требованиям ГОСТ 9466.

3.3.10 При неудовлетворительных сварочно-технологических свойствах электродов они должны быть повторно прокалены. Если после этого проверка сварочно-технологических свойств показала неудовлетворительные результаты, то данная партия электродов должна быть забракована.

3.4 Сварочное оборудование

3.4.1 Оборудование для сварки, контрольно-измерительные приборы, поставляемые отдельно от оборудования, должны иметь паспорт завода-изготовителя, подтверждающий пригодность данного экземпляра оборудования для предназначенной работы.

3.4.2 Для ручной дуговой сварки в качестве источников питания сварочным током следует применять однопостовые генераторы и выпрямители. Оборудование для ручной дуговой сварки должно быть аттестовано в соответствии с РД 03-614-03 [6].

3.5 Требования к организации сварочного производства

Организация – производитель сварочных работ должна пройти процедуры проверки готовности на использование аттестованной сварочной технологии в соответствии с РД 03-615-03 [7].

4 Сборка под сварку

4.1 Типы, конструктивные элементы и размеры при сборке сварных соединений стальных газопроводов, выполняемых ручной дуговой сваркой покрытыми электродами, должны соответствовать требованиям ГОСТ 16037: С2, С8, С17, С19, У17, У18, У19, У5, У7, Н1, Н4.

4.2 Перед сборкой стыков труб следует проверять:

- соответствие формы, размеров и качества подготовки кромок требованиям проектной документации;

- качество зачистки наружной и внутренней поверхностей концов труб (патрубков);

- соответствие минимальной фактической толщины стенки концов собираемых элементов требованиям проектной или нормативной документации.

4.3 Отклонение плоскости реза от угольника (см. рисунок 4.1, размер *е*) должно быть не выше следующих значений для бесшовных труб:

Номинальный наружный диаметр трубы, штуцера или патрубка, мм	До 76 включительно	77 – 133	Свыше 133
Допускаемый перекос плоскости *e*, мм	0,5	1,0	2,0

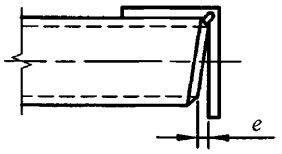


Рисунок 4.1 – Схема проверки перпендикулярности торцов труб

4.4 Подготовку кромок под стандартную разделку (см. рисунок 4.2) следует выполнять механической обработкой или газовой резкой с последующей зачисткой шлифмашинкой, при этом металл кромок должен быть удален на глубину не менее 1 мм от поверхности реза.

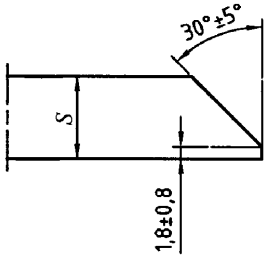


Рисунок 4.2 – Схема обработки кромки

4.5 Перед сборкой труб необходимо:

- очистить внутреннюю полость труб и деталей от грунта, грязи, снега и других загрязнений;

- очистить щеткой (в т.ч. дисковой) до металлического блеска кромки и прилегающие к ним внутреннюю и наружную поверхности труб, деталей газопроводов, патрубков, арматуры на ширину не менее 10 мм;

- проверить геометрические размеры кромок, выправить плавные вмятины на концах труб глубиной до 3,5 % наружного диаметра трубы.

Концы труб, имеющие трещины, надрывы, забоины, задиры фасок глубиной более 5 мм, следует обрезать.

При температуре воздуха ниже плюс 5 °С правку концов труб без их подогрева производить не рекомендуется.

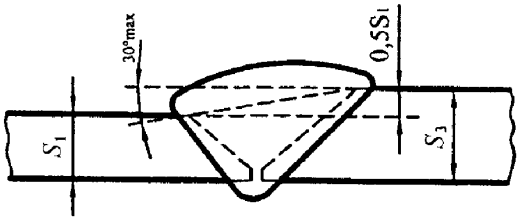
4.6 Сборку стыков труб следует производить на инвентарных лежках с использованием наружных или внутренних центраторов.

Допускаемое смещение кромок свариваемых труб не должно превышать (0,15S + 0,5) мм, где S – наименьшая из толщин стенок свариваемых труб.

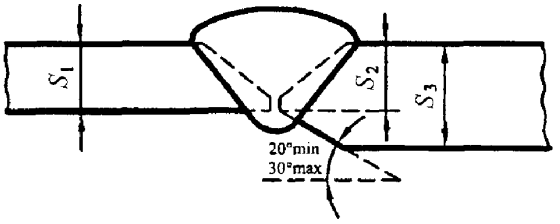
4.7 Сварка стыков разнотолщинных труб или труб с соединительными деталями и патрубками арматуры допускается без специальной обработки кромок при толщине стенок менее 12,5 мм (если разность толщин не превышает 2,0 мм).

Сварку труб или труб с соединительными деталями и патрубками арматуры с большей разнотолщинностью следует осуществлять стандартным переходом длиной не менее 250 мм или обработкой кромок в соответствии с рисунком 4.3.

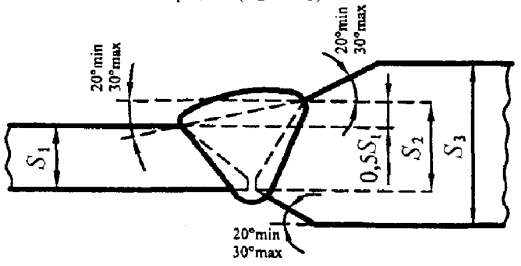
При этом после специальной подготовки толщина более толстого свариваемого элемента не должна превышать 1,5 толщины менее толстого элемента S_1.



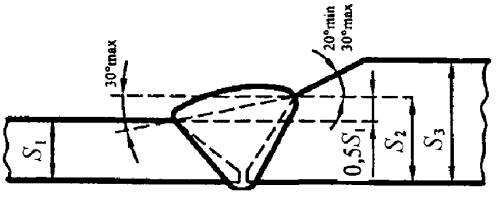
1) соединение $S_2 \le 1{,}5S$ без обработки свариваемых торцов ($S_2 = S_3$)



2) обработка с внутренней стороны толщины S_3 до $S_2 = S_1$



3) обработка с внутренней и наружной сторон толщины S_3 до $S_2 \le 1{,}5S_1$



4) обработка с наружной стороны толщины S_3 до $S_2 \le 1{,}5S_1$

Рисунок 4.3 – Схема обработки концов труб и элементов труба – деталь газопровода, имеющих разные наружные диаметры

4.8 Сборку под сварку труб с односторонним продольным или спиральным швом следует производить со смещением швов в местах стыковки труб не менее чем:

- на 15 мм – для труб диаметром до 50 мм;
- 50 мм – для труб диаметром от 50 до 100 мм;
- 100 мм –для труб диаметром свыше 100 мм.

4.9 Перед началом выполнения сварочных работ поворотных и неповоротных стыков труб следует производить просушку или подогрев торцов труб и прилегающих к ним участков.

Просушку торцов труб путем нагрева на плюс 50 °С рекомендуется производить:

- при наличии влаги на трубах – независимо от температуры окружающего воздуха;

- при температуре окружающего воздуха ниже плюс 5 °С.

4.10 Сварочные работы на открытом воздухе во время дождя, снегопада, тумана и при ветре скоростью свыше 10 м/с можно выполнять при условии защиты места сварки от влаги и ветра.

4.11 Необходимость предварительного подогрева стыков следует определять в зависимости от марок стали свариваемых труб, подразделяющихся на следующие группы:

- I трубы из спокойных (сп) и полуспокойных (пс) сталей марок Ст2сп, Ст2пс, Ст3сп, Ст3пс по ГОСТ 380; 08, 10, 15 и 20 по ГОСТ 1050;

- II– трубы из кипящих (кп) сталей марок Ст2кп, Ст3кп по ГОСТ 380.

Для труб I и II групп предварительный подогрев стыков следует производить при сварке труб с толщиной стенки от 5 до 10 мм электродами с рутиловым покрытием при температуре наружного воздуха ниже минус 20 °С.

При сварке при температуре минус 10 °С подогрев труб с толщиной стенки более 10 мм обязателен.

Минимальная температура подогрева должна составлять плюс 100 °С и быть измерена на расстоянии от 5 до 10 мм от кромки трубы.

Температуру предварительного подогрева следует контролировать контактными термометрами или термокарандашами по ТУ 6-10-1110-76 [8].

Место замера температуры контактными термометрами нужно предварительно зачистить металлической щеткой.

4.12 Не рекомендуется зажигать дугу с поверхности трубы. Дугу следует зажигать с поверхности разделки кромок или же с поверхности металла уже выполненного шва.

4.13 При сборке стыков труб под сварку следует пользоваться центровочными приспособлениями, обеспечивающими прямолинейность собираемых труб. В собранном стыке (до его сварки) просвет между концом металлической линейки и поверхностью трубы на расстоянии 200 мм от стыка должен быть не более 1,5 мм (после сварки – не более 3 мм).

4.14 При сборке стыков трубопроводов необходимо предусмотреть возможность свободной усадки металла шва в процессе сварки; не допускается выполнять сборку стыков с натягом

4.15 Количество прихваток и их протяженность приведены в таблице 4.1.

Прихватки рекомендуется выполнять тем же способом сварки, которым будет выполнен корневой слой шва.

Высота прихваток при их выполнении ручной дуговой сваркой должна быть равна:

- на стыках труб с толщиной стенки S = 3 мм и менее – толщине стенки трубы;

- с толщиной стенки от 3 до 10 мм – (0,6 – 0,7)S, но не менее 3 мм;

- с толщиной стенки более 10 мм – от 5 до 6 мм.

Таблица 4.1 – Количество и протяженность прихваток при сборке стыков газопроводов

Диаметр труб, мм	До 80	Свыше 80 до 150
Количествоо прихваток по периметру, шт.	2	3
Протяженность одной прихватки, выполняемой ручной дуговой сваркой, мм	20 – 30 при диаметре до 50 мм	50 – 60 при диаметре свыше 50

4.16 Прихватки необходимо выполнять с полным проваром и по возможности переплавлять при наложении основного шва.

Для выполнения прихваток должен быть применен тот же присадочный материал, который будет использован (или может быть использован) для сварки корневого слоя.

Прихватки должны быть равномерно расположены по периметру стыка. Не рекомендуется накладывать прихватки на потолочном участке стыка.

К качеству прихваток нужно предъявлять такие же требования, как и к сварному шву. Прихватки, имеющие недопустимые дефекты, обнаруженные при визуальном и измерительном контроле, следует удалять механическим способом.

4.17 Блоки (узлы) трубопроводов, в которых элементы соединены только прихватками или корневыми швами, запрещается перемещать, транспортировать, подвергать воздействию каких-либо нагрузок во избежание образования трещин в швах.

5 Требования к сварке

5.1 Общие положения

5.1.1 Сварка стыков труб должна быть выполнена в соответствии с требованиями РД 01-001-06 [1] или действующей нормативной документации заказчика.

5.1.2 Сварку стыков труб следует начинать сразу после прихватки. Непосредственно перед сваркой сварщик должен проверить состояние поверхности стыка, убедиться в отсутствии недопустимых дефектов в прихватках.

5.1.3 До полного завершения корневого слоя шва не рекомендуется перемещать свариваемый стык.

5.1.4 Для предупреждения образования дефектов между слоями сварного шва перед выполнением каждого последующего слоя поверхность предыдущего слоя нужно очистить от шлака и брызг. Для облегчения удаления шлака рекомендуется подбирать режимы сварки,

обеспечивающие вогнутую (менискообразную) форму поверхности корневого и заполняющих слоев.

При обнаружении на поверхности шва дефектов (трещин, скоплений пор и др.) дефектное место следует удалить механическим способом до «здорового» металла и при необходимости заварить вновь.

5.1.5 Начало и конец кольцевого сварного шва следует выполнять от заводского шва трубы (детали, арматуры) не ближе 50 мм для диаметров менее 400 мм.

5.1.6 Во всех случаях многослойной сварки разбивать шов на участки следует с таким расчетом, чтобы стыки участков («замки» швов) в соседних слоях не совпадали, а были смещены один относительно другого на величину от 12 до 18 мм.

5.1.7 Ручную дуговую сварку неповоротных и поворотных стыков труб при толщине стенок до 6 мм следует выполнять не менее чем в два слоя, при толщине стенок более 6 мм – не менее чем в три слоя. Рекомендуемое число слоев приведено в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Рекомендуемое число слоев шва и диаметр применяемых электродов

Толщина стенки трубы, мм	Число слоев	Номер слоев	Диаметр электрода, мм
3 – 4	2	1 2	2,5 2,5 – 3,0
5 – 6	2	1 2	2,5 – 3,0 3,0 – 4,0
7 – 12	3	1 2 – 3	2,5 – 3,0 3,0 – 4,0
13 – 16	4	1 2 – 4	2,5 – 3,0 3,0 – 4,0

5.1.8 При температуре эксплуатации ниже минус 40 °С сварку труб из углеродистой стали надо выполнять только электродами с основным покрытием.

5.1.9 Минимальная температура окружающего воздуха, при которой могут быть выполнены прихватка и сварка стыков трубопроводов, приведена в таблице 5.2. При более низкой температуре воздуха сварка должна быть выполнена в помещении или укрытии (кабине, палатке), где поддерживается температура выше 0 °С.

Таблица 5.2 – Требования к температуре окружающего воздуха при прихватке и сварке стыков газопроводов

Сталь свариваемых труб	Номинальная толщина металла, мм	Минимальная температура окружающего воздуха, °С
Углеродистая: Ст2кп; Ст2пс; Ст2сп; Ст3сп; Ст3пс; 08; 10; 15; 20	Независимо	– 20

5.1.10 При температуре окружающего воздуха ниже 0 °С сваривать и прихватывать стыки трубопроводов необходимо с соблюдением следующих требований:

- металл в зоне сварного соединения перед прихваткой и сваркой должен быть просушен и подогрет с доведением его температуры до положительной;

- во время всех операций прихватки и сварки стыки труб должны быть защищены от воздействия осадков, ветра, сквозняков до полного их остывания.

5.1.11 Размеры каждого валика (слоя) при сварке стыков из углеродистых сталей должны составлять:

- при ручной дуговой сварке вертикального неповоротного стыка: высота от 6 до 10 мм, ширина не более 35 мм;

- при ручной дуговой сварке горизонтального стыка: высота от 4 до 6 мм, ширина (наибольший размер в поперечном сечении) от 8 до 14 мм.

Примечание – Горизонтальными называются стыки, шов которых расположен в горизонтальной плоскости или отклонен от нее на угол не более 45°.

5.1.12 В процессе сварки должны быть обеспечены полный провар корня шва и заделка кратера. Облицовочный шов должен отвечать следующим требованиям:

- иметь равномерную чешуйчатость с размером чешуек от 1,0 до 1,5 мм;

- отсутствие западаний между валиками;

- перекрытие кратными валиками кромок труб должно быть от 1 до 3 мм;

- иметь плавный переход от одного валика к другому и к поверхности трубы;

- ширина облицовочного валика должна быть по возможности не более 16 мм;

- выпуклость шва должна составлять: для труб с толщиной стенки до 10 мм – не более 3 мм; с толщиной стенки свыше 10 мм – не более 3,5 мм.

5.1.13 Сваренный и зачищенный стык труб сварщик должен заклеймить присвоенным ему клеймом на расстоянии от 50 до 100 мм от сваренного им стыка со стороны, доступной для осмотра. При зачистке стыка для ультразвукового контроля место расположения клейма не зачищается.

5.2 Ручная дуговая сварка

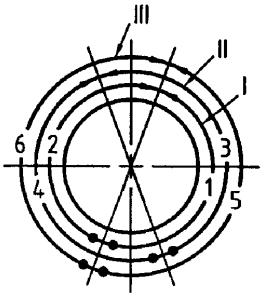
5.2.1 Ручную дуговую сварку следует выполнять возможно короткой дугой, особенно при использовании электродов с основным покрытием, для которых длина дуги должна быть не более диаметра электрода. В процессе сварки необходимо как можно реже обрывать дугу. Перед гашением дуги сварщик должен заполнить кратер путем постепенного отвода электрода и вывода дуги назад на расстояние от 15 до 20 мм на только что наложенный шов.

Последующее зажигание дуги следует производить на кромке трубы или на металле шва на расстоянии от 20 до 25 мм от кратера.

5.2.2 Во избежание зашлаковки металла шва около кромок труб следует выполнять возможно более плоский валик, избегая выпуклого валика. Для этого нужно несколько задерживать электрод у кромки трубы или отводить его немного назад.

5.2.3 Величина сварочного тока должна быть подобрана в зависимости от диаметра электрода, типа покрытия (основное или рутиловое) и положения шва. При вертикальном и потолочном положениях шва ток должен быть уменьшен на 10 % – 0 % по сравнению со сваркой в нижнем положении. Потолочные участки шва следует выполнять электродами диаметром не более 4 мм.

5.2.4 Вертикальные неповоротные стыки следует сваривать в направлении снизу вверх. Начиная сварку слоя в потолочной части стыка, следует отступить на расстояние от 10 до 30 мм от нижней точки. Порядок наложения слоев, когда вертикальный стык сваривает один сварщик без поворота труб, показан на рисунке 5.1.



1 – 6 — последовательность наложения участков (слоев); I – III — слои шва

Рисунок 5.1 – Порядок наложения слоев при сварке одним сварщиком вертикальных неповоротных стыков труб диаметром до 150 мм

5.2.5 Горизонтальные стыки труб диаметром до 150 мм сваривает один сварщик с учетом правил смещения «замков» в соседних слоях или участках.

6 Контроль сварочных работ и сварных соединений

6.1 Входной и операционный контроль

6.1.1 В процессе выполнения сварочных работ следует осуществлять входной и операционный контроль. Входной контроль следует выполнять в соответствии с 3.2.2, 3.2.3, 3.3.1.

6.1.2 Операционный контроль включает:

- контроль сборочно-сварочного оборудования, аппаратуры и приспособлений;

- контроль подготовки и сборки труб под сварку;

- контроль процессов сварки.

6.1.3 При контроле сборочно-сварочного оборудования, аппаратуры и приспособлений следует проверять:

- исправность и комплектность сборочно-сварочного оборудования и приспособлений, а также соответствие их геометрических и технологических параметров предстоящим операциям по сборке и сварке трубопроводов;

- отсутствие повреждения (недопустимого износа) токоподводящих кабелей;

- наличие проверенных амперметров и балластных реостатов на постах для ручной дуговой сварки (допустимо применение переносных амперметров для периодического контроля величины сварочного тока);

- соответствие типа (марки) сварочного оборудования требованиям нормативной документации;

- состояние электрододержателей.

6.1.4 При контроле подготовки и сборки деталей под сварку следует проверять соблюдение требований проектной документации на трубопроводы.

6.1.5 При подготовке деталей под сварку следует контролировать:

- соответствие детали требованиям чертежа;

- качество и чистоту подлежащих сварке кромок (поверхностей), а также прилегающих к ним участков основного металла;

- форму и размеры кромок.

6.1.6 При сборке деталей под сварку следует контролировать:

- марки и сортамент сварочных материалов, предназначенных для выполнения прихваток;

- допуск сварщиков к выполнению прихваток;

- правильность сборки и крепления деталей в сборочных приспособлениях;

- чистоту кромок и прилегающих к ним поверхностей;

- качество, размеры и расположение прихваток;

- величину зазора в соединениях;

- величину смещения кромок, перелом осей соединяемых труб;

- размеры собранного под сварку узла.

6.1.7 В процессе сварки следует контролировать:

- режимы сварки и последовательность выполнения операций (по сварке, зачистке, контролю);

- очередность выполнения сварных швов;

- температуру окружающей среды;

- очередность наложения валиков и слоев.

6.1.8 После окончания сварки следует проконтролировать наличие и правильность маркировки (клеймения) выполненных сварных швов.

6.2 Контроль сварных соединений

6.2.1 Контроль готовых сварных соединений нужно выполнять по нормам оценки качества в соответствии с СП 62.13330, СП 42-102, РД 01-001-06 [1].

6.2.2 Визуальный и измерительный контроль

6.2.2.1 Визуальным и измерительным контролем следует проверять тип, размер и наличие дефектов на каждом из сварных стыковых соединений газопроводов.

6.2.2.2 Сварные швы должны удовлетворять следующим требованиям:

а) форма и размеры швов должны соответствовать ГОСТ 16037;

б) поверхность шва должна быть мелкочешуйчатой; ноздреватость, свищи, скопления пор, прожоги, незаплавленные кратеры, наплывы в местах перехода сварного шва к основному металлу не допускаются;

в) переход от наплавленного металла к основному должен быть плавным. Подрезы в местах перехода от шва к основному металлу допускаются по глубине не более 5 % толщины стенки трубы, но не более 0,5 мм. При этом общая протяженность подреза на одном сварном соединении не должна превышать 30 % длины шва (более 150 мм);

г) трещины в шве, в зоне термического влияния и в основном металле не допускаются;

д) отклонения от прямолинейности сваренных встык труб не должны превышать величин, установленных в нормативных документах.

6.2.2.3 Дефекты сварных соединений, указанные в 6.2.2.2 б), в), подлежат исправлению; сварные соединения с дефектами, указанными в 6.2.2.2 г), д), считают негодными.

6.2.3 Механические испытания

6.2.3.1 Механическим испытаниям необходимо подвергать:

- допускные сварные стыки (испытания следует проводить для проверки сварочной технологии стальных газопроводов);

- сварные стыки стальных газопроводов, не подлежащие контролю физическими методами. Образцы стыковых соединений надо отбирать в период производства сварочных работ в количестве 0,5 % общего числа стыковых соединений, сваренных каждым сварщиком, (но не менее двух стыков диаметром 50 мм и менее), и не менее одного стыка диаметром свыше 50 мм из сваренных им в течение календарного месяца.

Стыки стальных газопроводов следует испытывать на статическое растяжение и статический изгиб по ГОСТ 6996.

6.2.3.2 При неудовлетворительных испытаниях хотя бы одного стыка следует проводить повторно этот вид испытаний на удвоенном количестве стыков.

В случае получения при повторных испытаниях неудовлетворительных результатов хотя бы на одном стыке все стыки, сваренные данным сварщиком дуговой сваркой в течение календарного месяца на конкретном объекте, должны быть проверены радиографическим методом контроля.

6.2.4 Контроль физическими методами

6.2.4.1 Контролю физическими методами подлежат стыки законченных участков стальных газопроводов, выполненных ручной дуговой сваркой.

Контроль стыков стальных газопроводов следует проводить радиографическим по ГОСТ 7512 и ультразвуковым по ГОСТ Р 55724 методами.

6.2.4.2 Ультразвуковой метод контроля сварных стыков стальных газопроводов следует применять при условии проведения выборочной проверки не менее 10 % стыков радиографическим методом. При получении неудовлетворительных результатов радиографического контроля хотя бы на одном стыке объем контроля следует увеличить до 50 % общего числа стыков. В случае повторного выявления дефектных стыков все стыки, сваренные конкретным сварщиком на объекте в течение календарного месяца и проверенные ультразвуковым методом, должны быть подвергнуты радиографическому контролю.

6.2.4.3 При неудовлетворительных результатах контроля ультразвуковым методом стыковых соединений стальных газопроводов следует проводить проверку удвоенного числа стыков на участках, которые к моменту обнаружения брака не были приняты по результатам этого вида контроля. Если при повторной проверке качество хотя бы одного из проверяемых стыков окажется неудовлетворительным, то все стыки, сваренные данным сварщиком на объекте, должны быть проверены ультразвуковым методом.

6.2.4.4 По результатам проверки радиографическим методом стыки следует браковать при наличии следующих дефектов:

- трещин, прожогов, незаваренных кратеров;

- непровара по разделке шва;

- непровара в корне шва и между валиками глубиной более 10 % толщины стенки трубы;

- непровара в корне шва и между валиками свыше 25 мм на каждые 300 мм длины сварного соединения или свыше 10 % периметра при длине сварного соединения менее 300 мм;

- непровара в корне шва в сварных соединениях, выполненных с подкладным кольцом;

- если размеры дефектов стыков (пор, шлаковых и других включений) превышают установленные для класса 6 по ГОСТ 23055.

7 Исправление дефектов сварных соединений

7.1 Исправлению, в соответствии с РД 01-001-06 [1], путем местной вышлифовки и подварки (без переварки всего стыка) с помощью ручной дуговой сварки подлежат дефекты в сварных соединениях, выполненных в условиях монтажа и ремонта.

7.2 Обнаруженные при визуальном контроле, ультразвуковой дефектоскопии или радиографии поверхностные и подповерхностные дефекты в стыках газопроводов должны быть исправлены следующим образом:

- чрезмерные выпуклости сварных швов удалить механическим способом, недостаточные выпуклости исправить подваркой предварительно зачищенного шва;

- наплывы удалить механическим способом и, при необходимости, подварить;

- подрезы и углубления между валиками подварить, предварительно зачистив места подварки;

- дефектные участки (трещины, незаплавленные кратеры, поры, неметаллические включения, несплавления и непровары) удалить до «здорового» металла, не оставляя острых углов, и подварить до получения шва нормального размера. Дефектные стыки газопроводов, которые нельзя исправить местной подваркой, следует вырезать. Исправление дефектов подчеканкой не допускается, а исправленные сварные соединения следует подвергнуть контролю радиографическим методом всего сварного стыка;

- сквозной прожог или непровар в корневом слое (до заполнения остальной части разделки) исправить ручной дуговой сваркой с применением сварочных материалов, используемых для сварки корневого шва.

7.3 Поврежденный металл сварного соединения следует удалять механическим способом (абразивным инструментом, резанием или вырубкой).

Допускается удаление дефектного металла воздушно-дуговой, воздушно-плазменной или кислородной строжкой (резкой) с последующей обработкой поверхности выборки механическим способом и с удалением слоя металла на сварных соединениях из углеродистых сталей до полной ликвидации следов строжки (резки).

7.4 Исправленные с помощью сварки стыки нужно подвергнуть 100 %-ному визуальному и измерительному контролю, ультразвуковой дефектоскопии или радиографии.

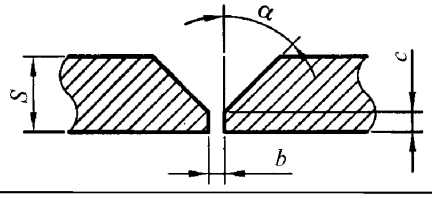
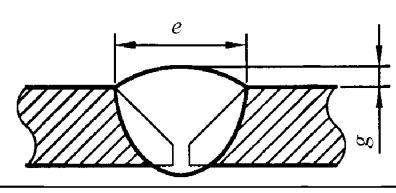
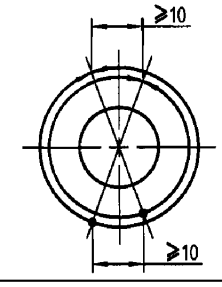
Контролируемая зона должна включать место заварки и прилегающие к нему участки шириной не менее 20 мм сварного шва и 10 мм основного металла.

Приложение 1

Технологическая карта ручной дуговой сварки газопроводов (РД-01-ГО/С17)

Наименование	Обозначения (показатели)
Нормативный документ	СП 62.13330, СП 42-102, РД 01-001-06 [1]
Способ сварки	РД
Вид свариваемых деталей	Т
Основной материал (марки)	Ст3сп, 10, 20
Основной материал (группа)	1
Сварочные материалы (марки)	УОНИ-13/55, МТГ-01К
Вид покрытия электрода	Б
Толщина свариваемых деталей, мм	5 – 14
Диаметр свариваемых деталей, мм	57 – 133
Тип шва	СШ
Тип соединения	С
Вид соединения	ос(бп)
Условное обозначение соединения	С17 по ГОСТ 16037
Положение при сварке	В1, П1, Н45

Эскиз сварного соединения

Конструкция соединения	Конструктивные элементы шва	Порядок сварки
		

Размеры сварного соединения, мм				Угол разделки кромок α, град	Размеры сварного шва, мм		Число слоев шва
D_H	S	b	c		e	g	
57 – 133	5,0 – 6,0	1,5+0,5	1,0±0,5	30±3	(9,0 – 11,0)+ +2,0	$1,5^{+1,5}_{-1,0}$	2 – 3(2 – 3)
	7,0	1,5+0,5			12,0+3,0		
	8,0	2,0+1,0			13,0+3,0		3 – 4 (2 – 3)
	9,0 – 14,0	2,0+1,0			(16,0–21,0)+ +4,0	$2,0^{+2,0}_{-1,5}$	4 – 5 (3 – 4)

Способ подготовки кромок: механическая обработка или термическая резка (кислородная, плазменно-дуговая) с последующей зачисткой кромок режущим или абразивным инструментом до удаления следов огневой резки. Концы трубы от разделки кромок на ширину не менее 10 мм

с наружной и с внутренней сторон должны быть зачищены до металлического блеска с удалением следов краски, грязи и масла.

Способ сборки: на прихватках. Требования к прихваткам: одна–две штуки, длина 15 – 20 мм; высота 3 – 4 мм, но не более 0,7*S* равномерно по периметру.

Сварочное оборудование (тип): А3, выпрямители ВД-201У3, ВД-306У3 и др.

Технологические параметры сварки

Номер слоя	Диаметр электрода, мм	Род тока, полярность	Сварочный ток, А	Напряжение дуги, В
1	2,5 3,0	Постоянный, обратная	80 – 100	Не более 24
2 и др.	3,0 4,0		110 – 170	Не более 25

Технологические требования к сварке

Сборку труб под сварку следует производить на инвентарных центраторах, прихватки должны быть выполнены без дефектов. Снятие центраторов допускается после сварки 50 % стыка.

Прихватки следует наносить равномерно, по окружности трубы. Зажигание и гашение сварочной дуги следует производить по кромкам. После первого слоя выполнить визуальный контроль шва. Устранение мелких поверхностных дефектов следует производить ручным абразивным инструментом.

Перед сваркой необходимо прокалить электроды МТГ-01К при t = плюс (380±20) °С в течение одного часа, УОНИ-13/55 при t = плюс 350 °С – плюс 400 °С в течение одного–двух часов.

Сварку проводить в два-пять слоев. Первый слой накладывать двумя участками снизу вверх в разные стороны с перекрытием 30 – 50 мм. Второй и последующие слои выполнять с колебаниями поперек шва в направлении снизу вверх. Участки перекрывать на 50 – 70 мм.

Исправление дефектов шва, выполненного дуговой сваркой, допускается производить путем удаления дефектной части и заварки ее заново с последующей проверкой всего сварного стыка радиографическим методом. Подрезы следует исправлять наплавкой ниточных валиков высотой не более 3 мм, при этом высота ниточного валика не должна превышать высоту шва.

Возбуждение и гашение дуги следует осуществлять в разделке кромок или на ранее наплавленном металле шва. Сварочный ток должен быть минимальным, обеспечивающим нормальное ведение сварки и стабильное горение дуги.

После сварки каждого валика шов надо зачиститът от шлака и брызг металла и выполнить визуальный контроль поверхностей на отсутствие дефектов. При наложении облицовочного слоя (сварка в потолочном и вертикальном положениях должна быть проведена электродами

диаметром не более 3 мм) ширина валиков не должна быть более 16 мм. Выполненный шов должен перекрывать кромки труб на 1 – 3 мм.

При минусовой температуре воздуха (металла) металл в зоне сварного шва перед прихваткой и сваркой должен быть просушен и прогрет до положительной температуры.

Клеймить ударным способом стыки труб на шве либо на трубе на расстоянии 50 – 100 мм от шва.

Перед сваркой контролировать: конструктивные элементы подготовки кромок, чистоту кромок и прилегающих к ним поверхностей деталей, зазор и смещение кромок, перелом осей, качество, количество, размеры и расположение прихваток. В процессе сварки контролю подлежат: температура деталей и окружающего воздуха, порядок сварки соединения, режим сварки, толщина и ширина валика шва, технологические параметры процесса сварки. После сварки контролю подлежат сварные соединения и их клеймение.

Требования к контролю сварных соединений

Метод контроля	Наименование (шифр) НД		Объем контроля	
	По методике контроля	По оценке качества	%	Кол-во образцов, шт.
Визуальный и измерительный	РД 03-606-03 [9]	РД 01-001-06 [1]	100	–
Радиографический	ГОСТ 7512	РД 01-001-06 [1]	50*	–
На статическое растяжение	ГОСТ 6996, тип XIII	СП 62.13330	–	3
На сплющивание**	ГОСТ 6996, тип XXX	СП 62.13330	–	3
На статический изгиб	ГОСТ 6996, тип XXVII	СП 62.13330	–	3

* Подземные газопроводы давлением свыше 0,005 до 0,3 МПа включительно.
** Для труб диаметром менее 100 мм.

Примечание – Механическим испытаниям должны быть подвергнуты стальные стыки, не подлежащие контролю физическими методами.

Организация (предприятие)		ФИО	Подпись	Дата
Утвердил	Главный инженер			
Проверил	Ведущий инженер			
Разработал	Технолог			

Библиография

[1]	РД 01-001-06	Сварка стальных газопроводов и газового оборудования в городском коммунальном хозяйстве и энергетических установках
[2]	ПБ 03-273-99	Правила аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства
[3]	РД 03-495-02	Технологический регламент проведения аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства
[4]	ПБ 03-440-02	Правила аттестации персонала в области неразрушающего контроля
[5]	РД 03-613-03	Порядок применения сварочных материалов при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов
[6]	РД 03-614-03	Порядок применения сварочного оборудования при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов
[7]	РД 03-615-03	Порядок применения сварочных технологий при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов
[8]	ТУ 6-10-1110-76	Карандаши термоиндикаторные
[9]	РД 03-606-03	Инструкция по визуальному и измерительному контролю

Приложение В

(рекомендуемое)

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ

«Ручная аргонодуговая сварка неплавящимся электродом технологических трубопроводов из аустенитных сталей диаметром от 20 до 120 мм»

(ТИ-РАД-ОХНВП)

2014 г.

Содержание

1 Область применения 65
2 Нормативные ссылки 65
3 Подготовка сварочного производства 66
4 Сборка под сварку 70
5 Требования к сварке 73
6 Требования к термообработке 77
7 Контроль сварочных работ и сварных соединений 78
8 Исправление дефектов сварных соединений 81
Приложение 1 Технологическая карта ручной аргонодуговой сварки технологических трубопроводов диаметром от 108 до 120 мм (РАД-01-ОХНВП/С17) 84
Библиография 87

1 Область применения

Технологическую инструкцию следует применять для выполнения сборочно-сварочных работ технологических трубопроводов и деталей трубопроводов диаметром от 20 до 120 мм оборудования химических, нефтехимических, нефтеперерабатывающих и взрывопожароопасных производств с давлением до 10 МПа.

Требования инструкции распространяются на технологические трубопроводы и их детали, сварку которых следует производить в соответствии с требованиями Рекомендаций [1], ГОСТ 32569, СТО 38.17.003, СТО 00220368-013.

Инструкция включает требования к подготовке труб под сварку, сборке стыков, ручной аргонодуговой сварке неплавящимся электродом и контролю сварных соединений

2 Нормативные ссылки

В настоящей инструкции использованы нормативные ссылки на следующие стандарты и своды правил:

ГОСТ 2246–70 Проволока стальная сварочная. Технические условия

ГОСТ 6032–2003 Стали и сплавы коррозионно-стойкие. Методы испытаний на стойкость к межкристаллитной коррозии

ГОСТ 6996–66 Сварные соединения. Методы определения механических свойств

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

ГОСТ 10157–2016 Аргон газообразный и жидкий. Технические условия

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

ГОСТ 23949–80 Электроды вольфрамовые сварочные неплавящиеся. Технические условия

ГОСТ 24297–2013 Верификация закупленной продукции. Организация проведения и методы контроля. Пересмотр (ГОСТ 24297–87)

ГОСТ 2789–73 Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики

ГОСТ 32569–2013 Трубопроводы технологические стальные. Требования к устройству и эксплуатации на взрывопожароопасных и химически опасных производствах

СТО 00220368-013-2009 Сварка сосудов, аппаратов и трубопроводов из высоколегированных сталей

СТО 38.17.003-2009 Сварка технологических трубопроводов и печных змеевиков при ремонте и реконструкции нефтеперерабатывающих и нефтехимических установок

3 Подготовка сварочного производства

3.1 Требования к квалификации сварщиков, специалистов сварочного производства и контролеров

3.1.1 Сварку трубопроводов должны проводить сварщики, аттестованные в соответствии с ПБ 03-273-99 [2] и РД 03-495-02 [3].

Сварщики должны иметь II квалификационную группу по электробезопасности и сдать испытания по противопожарным мероприятиям и технике безопасности.

3.1.2 Сварщик перед допуском к работе должен сварить допускные образцы. Сварку допускных образцов следует проводить в условиях, идентичных производственным, в присутствии лица, ответственного за сварочные работы. Допускные образцы должны быть идентичными производственным сварным соединениям.

Контроль допускных образцов следует проводить по нормам, предусмотренным для производственных соединений.

3.1.3 Руководство сварочными работами имеет право выполнять специалист сварочного производства, имеющий аттестационное свидетельство не ниже II уровня профессиональной подготовки.

3.1.4 К контролю сварных соединений труб физическими методами допущены специалисты по контролю сварных соединений, аттестованные в соответствии с ПБ 03-440-02 [4].

3.2 Свариваемые материалы

3.2.1 Входной контроль металла труб и конструктивных элементов трубопроводов включает следующие операции:

а) проверку наличия сертификата, паспорта или другого документа о качестве, полноты приведенных в них данных и соответствия этих данных требованиям стандарта, технических условий или конструкторской документации;

б) проверку наличия заводской маркировки и соответствия ее данным сертификата или паспорта;

в) осмотр металла и конструктивных элементов для выявления поверхностных дефектов и повреждений.

3.2.2 Материалы и изделия, не имеющие паспортов или сертификатов, допускается применять только для трубопроводов II категории и ниже и после их проверки и испытаний.

Входной контроль свариваемых материалов (металла и конструктивных элементов) следует осуществлять в соответствии с ГОСТ 24297.

Согласно ГОСТ 32569 применение импортных полуфабрикатов и материалов допускается, если это предусмотрено международными стандартами ASME, EN.

3.3 Сварочные материалы

3.3.1 Для ручной аргонодуговой сварки необходимо применять сварочную проволоку, удовлетворяющую требованиям ГОСТ 2246.

3.3.2 Сварочную проволоку для аргонодуговой сварки необходимо выбирать в соответствии с таблицей 3.1.

Таблица 3.1 – Сварочные материалы для сварки в защитных газах (аргоне) высоколегированных аустенитных сталей

Марка свариваемой стали	Марка сварочной проволоки по ГОСТ 2246 или ТУ (защитный газ Ar)	Допускаемая температура эксплуатации и условия применения	
		Без требования стойкости к МКК	С требованием стойкости к МКК
08Х18Н10Т 12Х18Н10Т 12Х18Н12Т 08Х18Н12Т	Св-08Х20Н9Г7Т	До +610 °С	Не допускается
	Св-07Х18Н9ТЮ Св-06Х19Н9Т Св-07Х19Н10Б Св-05Х20Н9ФБС		До +610 °С, свыше +350 °С – после стабилизирующего отжига
03Х18Н11	Св-01Х18Н10 по ТУ 14-1-2795 [5]	До +450 °С	До +450 °С
10Х17Н13М2Т 10Х17Н13М3Т	Св-06Х19Н10М3Т Св-06Х20Н11М3ТБ Св-08Х19Н10М3Б, Св-01Х19Н18Г10АМ4 по ТУ 14-1-4981 [6]	До +700 °С	До +350 °С
08Х17Н15М3Т	Св-01Х19Н18Г10АМ4 по ТУ 14-1-4981 [6] Св-06Х19Н10М3Т	До +600 °С	Не допускается
	Св-06Х20Н11М3ТБ Св-08Х19Н10М3Б		До +350 °С
03Х17Н14М3	Св-01Х17Н14М2 по ТУ 14-1-2795 [5] Св-01Х19Н18Г10АМ4 по ТУ 14-1-4981 [6] Св-01Х23Н28М3Д3Т	До +450 °С	До +350 °С

Зарубежные аналоги отечественных сварочных проволок для сварки в защитных газах (Ar) приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Зарубежные аналоги отечественных сварочных проволок для сварки в защитных газах

Марка сварочной проволоки по ГОСТ 2246 или ТУ	Импортные сварочные проволоки		
	Марка		Тип по AWS A5.9
	ESAB	BOHLER	
Св-06Х19Н9Т Св-07Х19Н10Б Св-05Х20Н9ФБС	OK Autrod 347 S, OK Tigrod 308H OK Tigrod 347 OK Tigrod 347 Si	–	ER 347 Si
Св-01Х18Н10 по ТУ 14-1-2795 [5]	OK Autrod 308 LSi	EAS2-IG(Si)	ER 308L Si
Св-06Х19Н10М3Т Св-06Х20Н11М3ТБ Св-08Х19Н10М3Б	OK Autrod 318 Si	SAS4-IG(Si)	ER 318 Si
Св-01Х17Н14М2 по ТУ 14-1-2795 [5]	OK Autrod 316 L OK Autrod 316 LSi	EAS4M-IG(Si)	ER 316 L ER 316 LSi
Св-01Х23Н28М3Д3Т	OK Autrod 385	CN20/25M-IG(Si) CN20/25M-IG	ER 385

3.3.3 Поверхность проволоки должна быть чистой, без окалины, ржавчины, масла и грязи. При необходимости ее следует очистить согласно требованиям СТО 00220368-013.

3.3.4 При наличии требований по стойкости сварных соединений против межкристаллитной коррозии (МКК) аустенитные сварочные материалы необходимо испытывать на склонность к МКК в соответствии с ГОСТ 6032.

3.3.5 В качестве защитного газа следует применять аргон высшего и первого сортов по ГОСТ 10157. Допускается использовать газообразный и жидкий аргон.

3.3.6 Перед использованием аргона из каждого баллона следует проверить качество газа, для чего надо наплавить на пластину или трубу валик длиной 100 – 150 мм и по внешнему виду поверхности наплавки определить ее качество. При обнаружении пор в металле шва газ, находящийся в данном баллоне, следует браковать.

3.3.7 Для ручной аргонодуговой сварки в качестве неплавящегося электрода следует применять прутки лантанированного или иттрированного вольфрама марок ЭВЛ, ЭВИ-1, ЭВИ-2, ЭВИ-3 диаметром 2 – 4 мм по ГОСТ 23949.

3.3.8 Для легкого возбуждения дуги и повышения стабильности ее горения конец вольфрамового электрода следует затачить на конус; длина конической части должна составлять 6 – 10 мм, а диаметр притупления 0,2 – 0,5 мм.

3.3.9 Для хранения сварочной проволоки должен быть оборудован склад. В нем должна быть поддержана температура не ниже плюс 15 °С при относительной влажности не более 50 %. Проволоку следует хранить на стеллажах раздельно по маркам и партиям.

3.3.10 Каждая часть сварочной проволоки, отделенная от бухты (мотка), должна быть снабжена биркой, на которой указаны марка, номер плавки и диаметр проволоки.

3.3.11 Каждая партия сварочной проволоки перед выдачей на производственный участок должна быть проконтролирована путем осмотра поверхности проволоки в каждой бухте (мотке, катушке). На поверхности проволоки не должно быть следов смазки, задиров, вмятин и других дефектов и загрязнений.

3.3.12 При отсутствии сертификатов или других документов о качестве или неполноте представленных в них данных сварочные материалы допускается использовать только после проверки химического состава и механических свойств наплавленного металла на соответствие требованиям стандартов или ТУ.

3.3.13 К применению следует допускать сварочные материалы, аттестованные в соответствии с РД 03-613-03 [7].

3.3.14 Применение импортных материалов и изделий допускается, если характеристики этих материалов соответствуют требованиям отечественных нормативных документов и подтверждены заключением специализированной (экспертной) организации.

3.4 Сварочное оборудование

3.4.1 Оборудование для сварки, контрольно-измерительные приборы, поставляемые отдельно от оборудования, должны иметь паспорт завода-изготовителя, подтверждающий пригодность оборудования для предназначенной работы.

3.4.2 Для ручной аргонодуговой сварки неплавящимся электродом рекомендуется использовать однопостовой источник постоянного тока, оснащенный устройством бесконтактного или контактного возбуждения дуги на малых токах и плавного снижения сварочного тока при заварке кратера шва (в частности, ТИР-300ДМ1, УДГ-350, УПС-301), или многопостовой источник с балластным реостатом для регулирования сварочного тока и обеспечения стабильного горения сварочной дуги.

Для обеспечения стабильного режима сварки стыков источники электропитания целесообразно подсоединять к отдельным силовым трансформаторам, к которым не должны быть подключены другие потребители. Колебания напряжения питающей сети не должны превышать ±5 % от номинального значения.

3.4.3 Аргон из баллона должен поступать в горелку через редуктор с дозирующим устройством, могут быть также применены редукторы-расходомеры АР-40, АР-10, РК-50 или РК-53 с ротаметром типа РМ.

3.4.4 Для ручной сварки неплавящимся электродом в среде аргона стыков труб в монтажных и ремонтных условиях рекомендуется применять малогабаритные горелки МАГ-3, АГМ-2.

Оборудование для ручной аргонодуговой сварки неплавящимся электродом должно быть аттестовано в соответствии с требованиями РД 03-614-03 [8].

3.5 Требования к организации сварочного производства

Организация – производитель сварочных работ должна пройти процедуры проверки готовности на использование аттестованной сварочной технологии в соответствии с РД 03-615-03 [9].

4 Сборка под сварку

4.1 На всех поступающих в работу блоках, трубах и деталях до начала сборки должно быть проверено наличие клейм, маркировки, а также сертификатов завода-изготовителя, подтверждающих соответствие блоков, труб и деталей их назначению.

4.2 Перед сборкой стыков труб следует проверить:

- соответствие формы, размеров и качества подготовки кромок требованиям проектной документации;

- качество зачистки наружной и внутренней поверхностей концов труб (патрубков, штуцеров);

- соответствие минимальной фактической толщины стенки концов собираемых элементов требованиям проектной документации.

4.3 Обработку кромок труб под сварку следует производить механическим способом (резцом, фрезой или абразивным кругом) с помощью труборезного станка либо шлифмашинки. Шероховатость поверхности кромок труб, подготовленных для сварки, должна быть не ниже R_Z40 по ГОСТ 2789.

Трубы из высоколегированных сталей (аустенитного класса) можно обрезать механическим способом, а также воздушно-дуговой или плазменной резкой.

Фаски на трубах из высоколегированных сталей необходимо снимать только механическим способом.

Все местные уступы и неровности, имеющиеся на кромках собираемых труб и препятствующие их соединению, следует до сборки устранить с помощью абразивного круга или напильника, не допуская острых углов и резких переходов.

Отклонение от перпендикулярности подготовленных под сварку торцов к оси трубы, измеренное наложением угольника на базовую поверхность длиной не менее 100 мм, не должно

превышать следующих величин: 0,5 мм – для диаметров $D_N \leq 65$ мм; 1,0 мм – для D_N свыше 65 до 125 мм включительно; 1,5 мм – для D_N свыше 125 мм.

4.4 Стыкуемые элементы (трубы, арматура, тройники, отводы), свариваемые с односторонней разделкой кромок, должны иметь одинаковые внутренние диаметры.

Допускается смещение (несовпадение) кромок при сборке поперечных стыковых соединений не более величин, указанных в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Нормы допускаемых смещений кромок при сборке поперечных стыковых соединений

Номинальная толщина соединяемых деталей S, мм	Максимальное допускаемое смещение кромок в стыковых соединениях, мм
До 6	$0,1S+0,3$
Свыше 7 до 10	$0,15S$
Свыше 10 до 20	$0,05S+1,0$
Свыше 20	$0,1S$, но не более 3

4.5 Если требования 4.4 не могут быть выполнены из-за большей разности внутренних диаметров стыкуемых элементов, то для их соединения может быть выбран один из следующих способов:

а) раздача (без нагрева) конца трубы с меньшим внутренним диаметром (см. рисунок 4.1*а)*). После раздачи необходимо проверить, соответствует ли толщина стенки трубы минимально допустимому расчетному значению;

б) механическая обработка (расточка) по внутренней поверхности конца трубы с меньшим диаметром (см. рисунок 4.1*б)*) при условии, что толщина стенки трубы после расточки будет не меньше расчетной. Угол выхода резца β должен быть не более 6° на трубах из аустенитной стали.

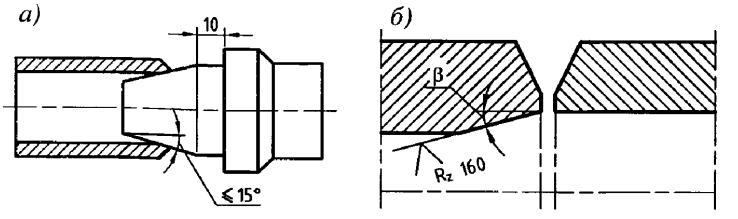
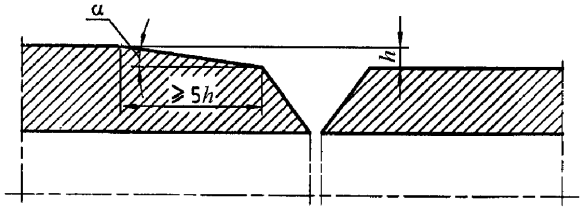


Рисунок 4.1 – Схема обработки концов труб при стыковке элементов, имеющих разные внутренние диаметры

4.6 Подготовленные под сварку кромки труб и других элементов, а также прилегающие к ним участки по внутренней и наружной поверхностям шириной не менее 20 мм должны быть

очищены от загрязнений до металлического блеска и обезжирены ацетоном, уайт-спиритом или другим растворителем с применением протирочных материалов.

4.7 При сборке труб и других элементов смещение кромок по наружному диаметру не должно превышать 30 % толщины тонкостенного элемента, но не более 5 мм. При этом плавный переход от элемента с большей толщиной стенки к элементу с меньшей толщиной следует обеспечивать за счет наклонного расположения поверхности сварного шва. Если смещение кромок превышает допустимые значения, то для обеспечения плавного перехода надо проточмть конец трубы с большим наружным диаметром под углом не более 15° (см. рисунок 4.2).



угол α не более (15±2)°

Рисунок 4.2 – Схема обработки концов труб при стыковке элементов, имеющих разные наружные диаметры

4.8 Сборку стыков труб под сварку следует выполнять с помощью центровочных приспособлений, обеспечивающих прямолинейность собираемых труб, а также с помощью прихваток. Отклонение от прямолинейности собранного встык участка трубопровода, замеренное линейкой длиной 400 мм в трех равномерно расположенных по периметру местах на расстоянии 200 мм от стыка, не должно превышать: 1,5 мм для трубопроводов I категории; 2,5 мм – для трубопроводов II – V категорий.

4.9 При сборке стыков труб из аустенитных сталей с толщиной стенки трубы менее 8 мм, к сварным соединениям которых предъявлены требования стойкости к МКК, приварка технологических креплений запрещена.

4.10 При сборке стыков трубопроводов необходимо предусмотреть возможность свободной усадки металла шва в процессе сварки; не допускается выполнять сборку стыков с натягом (кроме замыкающих стыков). Сборку замыкающего стыка при холодном натяге (независимо от способа сварки стыка) следует производить по специально разработанной технологии.

4.11 Прихватку собранных стыков следует производить ручной аргонодуговой сваркой симметрично по окружности стыка трубопровода. Число и размеры прихваток следует выбирать в соответствии с таблицей 4.2.

Таблица 4.2 – Количество и длина прихваток при сборке стыков трубопроводов

Диаметр трубопровода, мм	Количество прихваток по окружности трубы, шт.	Длина прихватки, мм
До 50	2	5 – 20
Свыше 50 до 100	2 – 3	20 – 30
Свыше 100	3 – 4	30 – 40

4.12 Прихватки необходимо выполнять с полным проваром и переплавлять при наложении корневого шва.

Для выполнения прихваток должен быть применен тот же присадочный материал, который будет использован для сварки корневого слоя.

Прихватки должны быть равномерно расположены по периметру стыка. Не рекомендуется накладывать прихватки на потолочном участке стыка.

К качеству прихваток следует предъявлять такие же требования, как и к сварному шву. Прихватки, имеющие недопустимые дефекты, обнаруженные при визуальном и измерительном контроле, следует удалять механическим способом.

4.13 Перед прихваткой и началом сварки качество сборки стыка должен проверить сварщик.

4.14 Блоки (узлы) трубопроводов, в которых элементы соединены только прихватками или корневыми швами, запрещается перемещать, транспортировать, подвергать воздействию каких-либо нагрузок во избежание образования трещин в швах.

4.15 Подготовленные под сварку детали из аустенитных сталей должны храниться в условиях, исключающих контакт с углеродистыми сталями и их загрязнение.

5 Требования к сварке

5.1 Сварка стыков труб должна быть выполнена в соответствии с требованиями ГОСТ 32569, СТО 00220368-013, СТО 38.17.003.

5.2 При зазоре между трубами не более 0,5 мм можно сваривать корневой шов без присадочной проволоки, при большем зазоре сварку необходимо проводить с присадочной проволокой.

5.3 При аргонодуговой сварке без присадочной проволоки кратер, образовавшийся при замыкании шва, должен быть заделан путем ускоренного отведения горелки в сторону, противоположную направлению сварки, и быстрого возвращения горелки на прежнее место.

5.4 Ручную аргонодуговую сварку надо проводить сразу после выполнения прихватки. Непосредственно перед сваркой сварщик должен проверить состояние поверхности стыка, убедиться в отсутствии недопустимых дефектов в прихватках.

5.5 Прихваченный стык по возможности следует полностью сваривать в приспособлении.

5.6 Во всех случаях многослойной сварки разбивать шов на участки следует с таким расчетом, чтобы стыки участков («замки» швов) в соседних слоях не совпадали, а были смещены один относительно другого на 12 – 18 мм.

5.7 При обнаружении на поверхности шва дефектов (трещин, скоплений пор и др.) дефектное место следует удалить механическим способом до «здорового» металла и при необходимости заварить вновь.

5.8 Сварку труб из аустенитных сталей рекомендуется проводить с поддувом аргона внутрь трубы для улучшения проплавления свариваемых кромок и формирования валика с внутренней стороны.

5.9 Минимальная температура окружающего воздуха, при которой могут быть выполнены прихватка и сварка стыков трубопроводов, приведена в таблице 5.1. При более низкой температуре воздуха сварка должна быть выполнена в помещении или укрытии (кабине, палатке), где поддерживается температура выше 0°С.

Таблица 5.1 – Требования к температуре окружающего воздуха при сварке и прихватке стыков трубопроводов

Сталь свариваемых труб	Номинальная толщина металла, мм	Минимальная температура окружающего воздуха, °С
Высоколегированная аустенитная: 12Х18Н12Т, 08Х18Н10Т, 12Х18Н10Т и др.	Независимо	–20

5.10 При температуре окружающего воздуха ниже 0 °С сваривать и прихватывать стыки трубопроводов необходимо с соблюдением следующих требований:

- металл в зоне сварного соединения перед прихваткой и сваркой должен быть просушен и подогрет с доведением его температуры до положительной;

- во время всех термических операций (прихватка и сварка) стыки труб должны быть защищены от воздействия осадков, ветра, сквозняков до полного их остывания.

5.11 Сварка стыков труб из аустенитных сталей должна быть произведена с минимальным тепловложением. При выполнении многопроходных швов наложение каждого последующего валика следует производить только после остывания металла шва и околошовной зоны (по 20 – 25 мм в каждую сторону от кромки разделки) до температуры ниже плюс 100 °С.

5.12 Приварка к трубам из аустенитных сталей сборочных приспособлений и других временных вспомогательных деталей, в том числе сварочного провода, не допускается.

5.13 Ручную аргонодуговую сварку следует выполнять возможно короткой дугой на постоянном токе (70 – 100 А) прямой полярности вольфрамовым электродом диаметром 2 – 3 мм. Значение тока сварки должно быть уточнено при выполнении пробных стыков. Режимы сварки приведены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Ориентировочные режимы аргонодуговой сварки неплавящимся электродом в защитных газах (Ar) высоколегированных аустенитных сталей

Толщина металла, мм	Число проходов	Диаметр вольфрамового электрода, мм	Диаметр присадочной проволоки, мм	Сварочный ток, А	Напряжение дуги, В	Расход аргона, л/мин
1,5 – 2,0	1	2	1,6	60 – 70	9 – 10	8 – 10
3,0 – 4,0	2	3	1,6 – 2,0	70 – 90	10 – 12	10 – 12
5,0 – 6,0	3 – 4	2	1,6 – 2,0	80 – 100	10 – 12	10 – 12

5.14 Зажигание и гашение дуги следует производить в разделке трубы или на уже наложенном шве на расстоянии 20 – 25 мм от его конца.

Подачу аргона необходимо начинать на 15 – 20 с раньше момента зажигания дуги и прекращать спустя 10 – 15 с после обрыва дуги и в течение этого времени подавать аргон на кратер для защиты металла шва от воздействия воздуха.

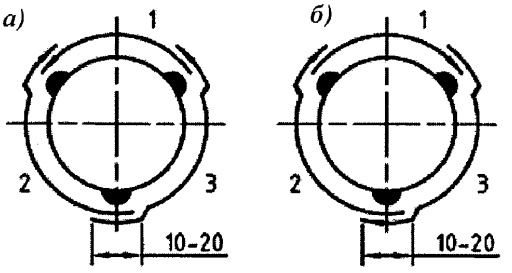
5.15 Присадочную проволоку всегда следует располагать перед горелкой, которой одновременно с перемещением вдоль шва сообщать поперечные колебания амплитудой 3 – 4 мм. Присадочную проволоку следует вводить в ванну равномерно, перемещая ее впереди дуги. Конец проволоки должен постоянно находиться в сварочной ванне расплавленного металла.

5.16 Вольфрамовый электрод следует осматривать перед выполнением каждого прохода сварного шва и заменять его или производить заточку при обнаружении разрушения или загрязнений.

5.17 Направление и порядок сварки корневого слоя шва вертикального и горизонтального неповоротных стыков труб при толщине стенки 10 мм и более показаны на рисунке 5.1. Последующий участок должен перекрывать предыдущий на 10 – 20 мм.

5.18 Толщина корневого слоя, выполненного аргонодуговой сваркой, во избежание его прожога при наложении основного шва должна быть не менее 2 мм.

Корневой слой, выполненный аргонодуговой сваркой в стыке труб при толщине стенки более 10 мм, должен иметь высоту (толщину) не менее 3 мм и плавные переходы к поверхности и к кромкам разделки.



а) – вертикальный неповоротный стык; *б)* – горизонтальный неповоротный стык

1 – 3 – порядок выполнения участков шва

Рисунок 5.1 Направление и порядок ручной аргонодуговой сварки корневого слоя вертикального щва неповоротных стыков трубы

5.19 При аргонодуговой сварке особое внимание должно быть уделено провару корня шва и заделке кратера. Для заделки кратера необходимо применять дистанционное управление сварочным преобразователем. В отсутствие системы дистанционного управления сварочным преобразователем заделку кратера необходимо производить путем ввода в кратер капли расплавленного металла сварочной проволоки с одновременным ускорением отвода горелки от стыка до естественного обрыва дуги.

5.20 После сварки корневого шва должен быть проведен визуальный и измерительный контроль для выявления трещин. При обнаружении трещин дефектный участок должен быть удален и снова заварен с присадочной проволокой.

5.21 В процессе сварки не допускается перегрев стыка труб из аустенитной стали. Если основной металл на расстоянии 20 – 25 мм от линии сплавления нагрелся выше плюс 100 °С, необходимо сделать перерыв в сварке или, не прерывая сварки, охладить стык с помощью струи сжатого воздуха.

5.22 При сборке и сварке стыков труб малых диаметров необходимо соблюдать следующие требования:

- стык необходимо собирать в приспособлении и прихватывать в одной или двух точках, расположенных в диаметрально противоположных местах. Если сборочное приспособление позволяет сваривать весь периметр стыка, то прихватки не следует накладывать и корневой слой шва или весь шов нужно выполнять в стыке, зафиксированном в приспособлении;

- стык, скрепленный одной прихваткой, нужно сваривать сразу после выполнения прихватки, при этом наложение корневого слоя необходимо начинать на участке, диаметрально противоположном прихватке;

- до полного окончания сварки и остывания шва нельзя подвергать стык каким-либо механическим воздействиям.

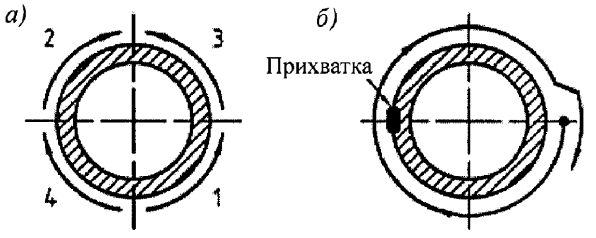
Прихватку следует производить аргонодуговой сваркой.

5.23 Сварочный ток должен быть минимальным, обеспечивающим нормальное ведение сварки и стабильное горение дуги.

5.24 Стыки труб с толщиной стенки более 2 мм следует сваривать не менее чем в два слоя.

5.25 Вертикальные стыки труб сваривает один сварщик участками по четверти периметра. Чтобы уменьшить перелом трубы в месте стыка вследствие неравномерной усадки, участки необходимо сваривать в последовательности, указанной на рисунке 5.2 *а)*. Горизонтальный стык один сварщик сваривает по схеме, приведенной на рисунке 5.2 *б)*: наложение шва следует начинать со стороны, противоположной прихватке; каждый последующий слой надо накладывать в направлении, противоположном направлению сварки предыдущего слоя, при этом «замки» швов должны быть смещены согласно требованиям, приведенным в 5.6.

5.26 Сваренный и зачищенный стык труб с толщиной стенки 6 мм и более сварщик должен заклеймить присвоенным ему клеймом. Клеймо следует ставить на бирке, которую нужно прикреплять рядом со швом.



а) – вертикальный стык; *б)* – горизонтальный стык

1 – 4 – последовательность наложения участков

Рисунок 5.2 – Схема сварки одним сварщиком

6 Термическая обработка

6.1 Необходимость выполнения термообработки сварных соединений и ее режимы должны быть указаны в проектной или другой рабочей документации.

6.2 Стыковые соединения и сварные соединения штуцеров с трубами из аустенитных сталей, стабилизированных титаном, предназначенные для работы в средах, вызывающих коррозионное растрескивание, а также при температурах свыше плюс 350 °С в средах, вызывающих межкристаллитную коррозию, должны быть подвергнуты стабилизирующему отжигу (по требованию проекта).

7 Контроль сварочных работ и сварных соединений

7.1 Входной и операционный контроль

7.1.1 В процессе выполнения сварочных работ следует осуществлять входной и операционный контроль. Входной контроль следует выполнять в соответствии с 3.2.1, 3.3.11, 3.3.13.

7.1.2 Операционный контроль включает:

- контроль сборочно-сварочного оборудования, аппаратуры и приспособлений;

- контроль подготовки и сборки труб под сварку;

- контроль процессов сварки;

- контроль режимов термообработки сварных соединений (при ее проведении).

7.1.3 Результаты операционного контроля следует фиксировать в журналах контроля.

7.1.4 При контроле сборочно-сварочного оборудования, аппаратуры и приспособлений следует проверять:

- исправность и комплектность сборочно-сварочного оборудования и приспособлений, а также соответствие их геометрических и технологических параметров предстоящим операциям по сборке и сварке трубопроводов;

- отсутствие повреждения (недопустимого износа) токоподводящих кабелей;

- наличие проверенных амперметров и балластных реостатов на постах для ручной аргонодуговой сварки (допускается применение переносных амперметров для периодического контроля величины сварочного тока);

- соответствие типа (марки) сварочного оборудования требованиям нормативной документации;

- состояние горелок, баллонов с защитным газом.

7.1.5 При контроле подготовки и сборки деталей под сварку следует проверять соблюдение требований проектной документации.

7.1.6 При подготовке деталей под сварку нужно контролировать:

- наличие маркировки, подтверждающей соответствие детали требованиям чертежа;

- качество и чистоту подлежащих сварке кромок (поверхностей), а также прилегающих к ним участков основного металла;

- форму и размеры кромок;

- форму и размеры расточки или раздачи труб.

7.1.7 При сборке деталей под сварку следует контролировать:

- марки и сортамент сварочных материалов, предназначенных для выполнения прихваток;

- допуск сварщиков к выполнению прихваток;

- правильность сборки и крепления деталей в сборочных приспособлениях;

- чистоту кромок и прилегающих к ним поверхностей;

- качество, размеры и расположение прихваток;

- величину зазора в соединениях;

- величину смещения кромок, перелом осей соединяемых труб;

- размеры собранного под сварку узла;

7.1.8 Перед началом сварки следует контролировать:

- соответствие квалификации сварщика выполняемым работам;

- чистоту кромок и поверхностей, подготовленных под сварку;

- марку и сортамент применяемых сварочных материалов;

- наличие документов, подтверждающих положительные результаты входного контроля сварочных материалов;

- чистоту поверхности присадочных материалов.

7.1.9 В процессе сварки следует контролировать:

- режимы сварки и последовательность выполнения операций (по сварке, зачистке, контролю);

- очередность выполнения сварных швов;

- температуру окружающей среды;

- очередность наложения валиков и слоев.

7.1.10 После окончания сварки нужно контролировать наличие и правильность маркировки (клеймения) выполненных сварных швов.

7.2 Контроль сварных соединений

7.2.1 Требования к контролю сварных соединений и нормам их оценки следует принимать согласно Рекомендации [1], ГОСТ 32569, СТО 00220368-013, СТО 38.17.003.

7.2.2 По результатам визуального и измерительного контроля сварные швы должны удовлетворять следующим требованиям:

а) форма и размеры шва должны соответствовать ГОСТ 16037 или другой нормативной документации;

б) поверхность шва должна быть мелкочешуйчатой; ноздреватость, свищи, скопления пор, прожоги, незаплавленные кратеры, наплывы в местах перехода сварного шва к основному металлу не допускаются;

в) переход от наплавленного металла к основному должен быть плавным. Подрезы в местах перехода от шва к основному металлу допускаются по глубине не более 10 % толщины стенки трубы, но не более чем на 0,5 мм. При этом общая протяженность подреза на одном

сварном соединении не должна превышать 30 % длины шва. В сварных соединениях трубопроводов I категории, работающих при температуре ниже минус 70 °С, подрезы не допускаются;

г) трещины в шве, в зоне термического влияния и в основном металле не допускаются;

д) отклонения от прямолинейности сваренных встык труб не должны превышать установленных величин.

7.2.3 Дефекты сварных соединений, указанные в 6.2.2 б), в), подлежат устранению, сварные соединения с дефектами, указанными в 6.2.2 г), д), признаны негодными.

7.2.4 Неразрушающему контролю следует подвергать наихудшие по результатам визуального и измерительного контроля сварные швы по всему периметру трубы. Число контролируемых сварных швов нужно определять проектной документацией на объект, но во всех случаях объем контроля сварных соединений радиографическим методом следует принимать в % общего числа сваренных каждым сварщиком соединений и не ниже приведенного в Рекомендациях [1, приложение 15] или в ГОСТ 32569–2013 (таблица 12.3).

7.2.5 Контроль сварных соединений радиографическим методом производится после устранения дефектов, выявленных визуальным и измерительным контролем.

7.2.6 При выявлении методами неразрушающего контроля дефектных сварных соединений контролю следует подвергать удвоенное от первоначального объема количество сварных соединений на данном участке трубопровода, выполненных одним конкретным сварщиком.

Если при дополнительном контроле хотя бы одно сварное соединение будет признано негодным, контролю следует подвергать 100 % сварных соединений, выполненных на участке трубопровода данным сварщиком.

7.2.7 Механические свойства стыковых сварных соединений должны быть подтверждены результатами механических испытаний контрольных сварных соединений в соответствии с требованиями ГОСТ 6996. Контрольные сварные соединения нужно сваривать на партию однотипных сварных соединений. В партию следует включать не более 100 однотипных стыковых соединений, сваренных в срок не более трех месяцев, с номинальным диаметром D_N до 150 мм (однотипными по номинальному диаметру являются соединения с номинальным диаметром до 32 мм; с номинальным диаметром от 50 до 150 мм.

7.2.8 Испытание на статическое растяжение стыковых соединений труб с диаметром D_N до 50 мм может быть заменено испытанием на растяжение целых стыков со снятой выпуклостью шва.

7.2.9 Испытание на статический изгиб сварных соединений труб с диаметром $D_N \leq 50$ мм может быть заменено испытанием целых стыков на сплющивание.

7.2.10 Для аустенитных сварочных материалов, предназначенных для сварки соединений, работающих при температуре плюс 450 °С и выше, необходимо проводить контроль ферритной фазы в соответствии с требованиями ГОСТ 2246, при этом содержание ферритной фазы в наплавленном металле шва должно быть не боле 6 %.

7.2.11 Электросварные трубы, контактирующие со средой, вызывающей коррозионное растрескивание металла, независимо от давления и толщины стенки должны быть в термообработанном состоянии, а их сварные швы равнопрочны основному металлу и подвергнуты 100 %-ному контролю физическими методами.

7.2.12 Сварные соединения трубопроводов с номинальным давлением P_N до 10 МПа следует подвергать стилоскопированию на наличие основных легирующих элементов в следующих случаях:

- выборочно, но не менее двух соединений, выполненных одним сварщиком, из одной партии сварочных материалов;

- если вызывает сомнение соответствие использованных сварочных материалов назначенным.

7.2.13 Качество сварных соединений по результатам испытаний на стойкость против межкристаллитной коррозии следует считать удовлетворительным, если результаты испытаний соответствуют требованиям ГОСТ 6032.

8 Исправление дефектов сварных соединений

8.1 Исправлению, в соответствии с ГОСТ 32569, СТО 00220368-013, СТО 38.17.003, путем местной подварки (без переварки всего стыка) с помощью ручной аргонодуговой сварки подлежат все дефектные участки сварных соединений, выявленные при визуальном и измерительном контроле, радиографическом контроле.

8.2 Исправлению путем местной выборки и последующей подварки (без повторной сварки всего соединения) подлежат участки сварного шва, если размеры выборки после удаления дефектного участка шва не превышают значений, указанных в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Допустимые размеры выборки после удаления дефектов в сварных швах технологических трубопроводов

Глубина выборки, % номинальной толщины стенки труб или расчетного сечения шва	Суммарная протяженность выборки, % номинального наружного периметра сварного соединения
Для трубопроводов I – IV категорий:	
25 и менее	Не нормируется
Более 25 до 50 включительно	До 50

Окончание таблицы 8.1

Глубина выборки, % номинальной толщины стенки труб или расчетного сечения шва	Суммарная протяженность выборки, % номинального наружного периметра сварного соединения
Более 50	До 25
Для трубопроводов V категории:	
30 и менее	Не нормируется
Более 30 до 50 включительно	До 50
Более 50	До 35

Сварное соединение трубопровода, в котором для исправления дефектного участка требуется произвести выборку размером более допустимого по таблице 8.1, должно быть полностью удалено, а на его место вварена «катушка».

8.3 Обнаруженные при визуальном контроле или радиографии поверхностные и подповерхностные дефекты в стыках соединений (независимо от их назначения и параметров рабочей среды) должны быть исправлены следующим образом:

- чрезмерные выпуклости сварных швов удалить механическим способом, недостаточные выпуклости исправить подваркой предварительно зачищенного шва;

- наплывы удалить механическим способом и при необходимости подварить;

- подрезы и углубления между валиками подварить, предварительно зачистив места подварки;

- дефектные участки – трещины, незаплавленные кратеры, поры, неметаллические включения, несплавления и непровары – удалить до «здорового» металла, не оставляя острых углов и подварить до получения шва нормального размера. Дефектные стыки, которые нельзя исправить местной подваркой, следует вырезать.

8.4 Поврежденный металл сварного соединения следует удалять механическим способом (абразивным инструментом, резанием или вырубкой).

Примечание – Под поврежденным металлом сварного соединения следует понимать металл шва и прилегающую к шву зону с дефектами в виде трещин, скоплений пор, несплавлений и других несплошностей, превышающих допустимые нормы.

Кромки выборки следует плавно вывести на поверхность трубы или шва; в поперечном сечении выборка должна иметь чашеобразную форму разделки с углом скоса α не менее 15°. Исправляемый участок после выборки, в целях проверки полноты удаления дефекта, подлежит визуальному и измерительному контролю, а при исправлении трещины – капиллярной дефектоскопии или травлению соответствующим реактивом.

8.5 Если исправлению подлежит стык с трещиной, то ее концы должны быть точно определены путем травления или капиллярным методом и засверлены сверлом диаметром на 2 – 3 мм больше ширины трещины, после чего дефектный металл удаляют полностью.

При сквозной трещине, для удобства последующего заплавления, целесообразно оставлять слой металла толщиной 2 – 2,5 мм в качестве подкладки нового шва (эту толщину следует проверить несколькими сквозными сверлениями) (см. рисунок 8.1). Подварку в этом случае нужно начинать с переплавления оставшейся части стенки с трещиной, причем сварщик должен следить за полным (сквозным) расплавлением стенки: если перед вольфрамовым электродом перемещается маленькое сквозное отверстие, то это означает, что сварка идет с полным проваром.

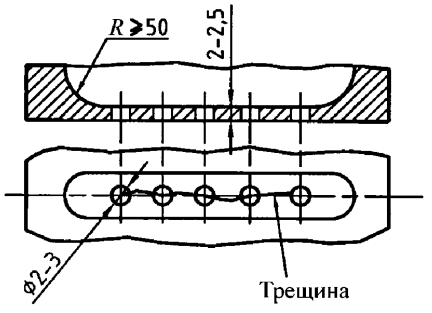


Рисунок 8.1 – Исправление дефектов в сварных соединениях при сквозной трещине

8.6 Подварку выборки и наплавку для исправления шва следует выполнять тем же способом сварки (ручным аргонодуговым) и с использованием тех же присадочных материалов, что и для сварки основного шва.

8.7 Один и тот же участок может быть исправлен не более трех раз (под участком в данном случае понимаются прямоугольник наименьшей площади, в контур которого вписана подлежащая заварке или уже заваренная выборка, и примыкающая к нему поверхность на расстоянии, равном трехкратной ширине этого прямоугольника).

8.8 Исправленные с помощью сварки стыки подлежат 100 %-ному визуальному и измерительному контролю, радиографии и капиллярному контролю.

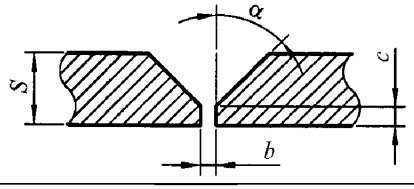
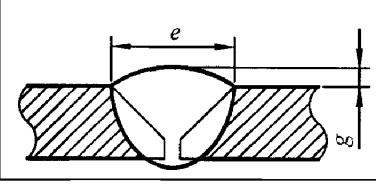
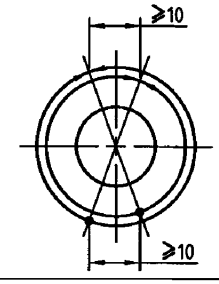
Контролируемая зона должна включать место заварки и прилегающие к нему участки шириной не менее 20 мм сварного шва и 10 мм основного металла.

Приложение 1

Технологическая карта ручной аргонодуговой сварки технологических трубопроводов диаметром от 108 до 120 мм (РАД-01-ОХНВП/С17)

Наименование	Обозначения (показатели)
Нормативный документ	СТО 00220368-013
Способ сварки	РАД
Вид свариваемых деталей	Т
Основной материал (марки)	12Х18Н10Т, 12Х18Н12Т
Основной материал (группа)	9
Сварочные материалы (марки)	Св-06Х19Н9Т; Св-07Х19Н10Б
Вид покрытия электродов	Б
Толщина свариваемых деталей, мм	3,5 – 10 мм
Диаметр свариваемых деталей, мм	108 – 120 мм
Тип шва	СШ
Тип соединения	С
Вид соединения	ос(бп)
Условное обозначение соединения	С17 по ГОСТ 16037
Положение при сварке	В1

Эскиз сварного соединения

Конструкция соединения	Конструктивные элементы шва	Порядок сварки
		

Размеры сварного соединения, мм				Угол разделки кромок α, град	Размеры сварного шва, мм		Число валиков (слоев)
$D_н$	S	b	c		e	g	
108 – 120	3,5 – 4,0	1,0+0,5	1,0+0,5	30±3 (25 – 45)	(7 – 8)+2,0	$1,5^{+1,5}_{-1,0}$	2 – 3 (2 – 3)
	5,0 – 7,0	1,5+1,0	1,0±0,5		(9 – 12)+(2 – 3)		2 – 3 (2 – 3)
	8,0 – 10,0	2,0+1,0	1,5±0,5		(13 – 16)+(3 – 4)	$2,0^{+2,0}_{-1,5}$	3 – 4 (4 – 6)

Способ подготовки кромок: механическая обработка по ГОСТ 16037. Концы трубы от разделки кромок на ширину не менее 20 мм с наружной и внутренней сторон должны быть зачищены до металлического блеска с удалением следов краски, грязи и масла.

Способ сборки: на прихватках.

Требования к прихватке три-четыре штуки, длина 30 – 40 мм; высота 3 – 5 мм, но не более 0,7S равномерно по периметру.

Сварочное оборудование: выпрямители ВД-201У3, ВД-306У3.

Технологические параметры сварки

Номер слоя (валика)	Диаметр W-электрода, мм	Род тока, полярность	Сварочный ток, А	Напряжение дуги, В	Расход аргона, л/мин
1	2,5 3,0	Постоянный, прямая	65 – 80 80 – 100	Не более 10	8 – 10
2 и др.	3,0		80 – 100	Не более 12	10 – 12

Технологические требования к сварке

Прихватку аргонодуговым способом следует выполнять без присадочной проволоки; присадочную проволоку надо применять только в случае, если зазор в стыке превышает 0,5 мм. Начинать сварку в потолочной части, отступая на 10 – 30 мм от нижней точки, и вести ее в направлении снизу вверх за два полуоборота «на подъем». «Замки» участков шва в соседних слоях должны быть смещены один относительно другого, чтобы каждый последующий слой перекрывал предыдущий. Величина смещения и перекрытия мест начала и окончания каждого слоя шва должна составлять 12 – 18 мм. Возбуждение и гашение дуги осуществлять в разделке кромок или на ранее наплавленном металле шва. Сварочный ток должен быть минимальным, обеспечивающим нормальное ведение сварки и стабильное горение дуги. При выполнении многопроходных швов наложение каждого последующего валика следует производить только после остывания металла шва и околошовной зоны (по 20 – 25 мм в каждую сторону от кромки разделки) до температуры ниже плюс 100 °С.

Ручная аргонодуговая сварка корневого слоя может быть выполнена с присадочной проволокой или без нее. При зазоре в стыке более 0,5 мм необходимо применять присадочную проволоку диаметром 1,6 – 2 мм.

После сварки каждого валика следует производить визуальный и измерительный контроль поверхностей на отсутствие дефектов. При сварке ширина валиков не должна быть более 6 мм и высота должна быть не более 3 мм. Выполненный шов должен перекрывать кромки труб на 1 – 3 мм. При минусовой температуре воздуха (металла) металл в зоне сварного шва перед прихваткой и сваркой должен быть просушен и прогрет до положительной температуры. Клеймо следует ставить на бирке, которую надо прикреплять рядом со швом.

Перед сваркой контролировать: конструктивные элементы подготовки кромок, чистоту кромок и прилегающих к ним поверхностей деталей, зазор и смещение кромок, перелом осей, качество, количество, размеры и расположение прихваток. В процессе сварки контролю подлежат: температура деталей и окружающего воздуха, порядок сварки соединения, режим

сварки, толщина и ширина валика шва, технологические параметры сварки. После сварки контролю подлежат: клеймение, размеры выполненного шва и качество сварного соединения.

Требования к контролю сварных соединений

Метод контроля	Наименование (шифр) НД		Объем контроля	
	По методике контроля	По оценке качества	%	Кол-во образцов, шт.
Визуальный и измерительный	РД 03-606-03 [10]	ГОСТ 32569 СТО 38.17.003-2009	100	–
Радиографический: I категория	ГОСТ 7512	ГОСТ 32569	20	–
II категория			10	–
III категория			2	–
IV категория			1	–

Организация (предприятие)		ФИО	Подпись	Дата
Утвердил	Главный инженер			
Проверил	Ведущий инженер			
Разработал	Технолог			

Библиография

[1] Руководство по безопасности «Рекомендации по устройству и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов» (приказ Ростехнадзора № 784 от 27.12.2012)

[2] ПБ 03-273-99 Правила аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства

[3] РД 03-495-02 Технологический регламент проведения аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства

[4] ПБ 03-440-02 Правила аттестации персонала в области неразрушающего контроля

[5] ТУ 14-1-2795-79 Проволока стальная сварочная марок Св-06Х21Н7БТ (ЭП500), Св-08Х25Н20С3Р1 (ЭП532), Св-08Х15Н23В7Г7М2 (ЭП88), Св-08Х20Н9С2БТЮ (ЭП156), Св-01Х19Н18Г10АМ4 (ЭП690)

[6] ТУ 14-1-4981-91 Проволока стальная сварочная марок Св-06Х21Н7БТ (ЭП500), Св-08Х25Н20С3Р1 (ЭП532), Св-08Х15Н23В7Г7М2 (ЭП88), Св-08Х20Н9С2БТЮ (ЭП156), Св-01Х19Н18Г10АМ4 (ЭП690)

[7] РД 03-613-03 Порядок применения сварочных материалов при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов

[8] РД 03-614-03 Порядок применения сварочного оборудования при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов

[9] РД 03-615-03 Порядок применения сварочных технологий при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов

[10] РД 03-606-03 Инструкция по визуальному и измерительному контролю

Приложение Г

(рекомендуемое)

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ

«Ручная дуговая сварка покрытыми электродами металлических строительных конструкций»

(ТИ-РД-СК2)

2014 г.

Содержание

1 Область применения 90
2 Нормативные ссылки 9
3 Подготовка сварочного производства 91
4 Сборка под сварку 95
5 Требования к сварке 96
6 Контроль сварочных работ и сварных соединений 99
7 Исправление дефектов сварных соединений 101
Приложение 1 Технологическая карта приварки листа к колонне (РД 01-СК/Т3) 103
Приложение 2 Технологическая карта приварки листа к балке (РД 02-СК/Н1) 105
Библиография 107

1 Область применения

Технологическую инструкцию следует применять для выполнения сборочно-сварочных работ металлоконструкций зданий и сооружений.

Требования инструкции распространяются:

- на ручную дуговую сварку металлоконструкций из углеродистых сталей по ГОСТ 380;
- фасонный прокат из сталей С235, С245, С255, С285, Ст3сп, Ст3пс по ГОСТ 27772;
- листовой, универсальный прокат и гнутые профили из сталей С235, С245, С255, С285, Ст3сп, Ст3пс по ГОСТ 14637 и ГОСТ 19903.

2 Нормативные ссылки

В настоящей инструкции использованы нормативные ссылки на следующие стандарты и своды правил:

ГОСТ 5264–80 Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры

ГОСТ 6996–66 Сварные соединения. Методы определения механических свойств

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

ГОСТ 9467–75 Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей. Типы

ГОСТ 11534–75 Ручная дуговая сварка. Соединения сварные под острыми и тупыми углами. Основные типы, конструктивные элементы и размеры

ГОСТ 14637–89 Прокат толстолистовой из углеродистой стали обыкновенного качества. Технические условия

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

ГОСТ 19903–2015 Прокат листовойорячекатаный. Сортамент

ГОСТ 23118–2012 Конструкции стальные строительные. Общие технические условия

ГОСТ 27772–2015 Прокат для строительных стальных конструкций. Общие технические условия

СНиП 12-04-2002 Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство

СП 16.13330.2017 «СНиП II-23-81* Стальные конструкции»

СП 49.13330.2010 «СНиП 12-03-2001 Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования»

СП 70.13330.2012 «СНиП 3.03.01-87 Несущие и ограждающие конструкции»

СТО НОСТРОЙ 2.10.64-2012 Сварочные работы. Правила, контроль выполнения и требования к результатам работ

3 Подготовка сварочного производства

3.1 Требования к квалификации сварщиков, специалистов сварочного производства и контролеров

3.1.1 Сварку металлоконструкций должны проводить сварщики, аттестованные в соответствии с ПБ 03-273-99 [1] и РД 03-495-02 [2].

Сварщики должны иметь II квалификационную группу по электробезопасности и сдать испытания по противопожарным мероприятиям и технике безопасности.

3.1.2 Сварщик перед допуском к работе должен сварить допускные образцы. Сварку допускных образцов следует проводить в условиях, идентичных производственным, в присутствии лица, ответственного за сварочные работы. Допускные образцы должны быть идентичными производственным сварным соединениям.

Контроль допускных образцов следует проводить по нормам, предусмотренным для производственных соединений. Механические испытания необходимо проводить по ГОСТ 6996 в объеме, указанном в СП 70.13330.2012 (таблица 10.1).

При неудовлетворительных результатах контроля следует проводить повторную сварку допускных образцов, при неудовлетворительных результатах контроля повторных допускных образцов сварщик к выполнению производственных сварных соединений не допускается.

3.1.3 Для сварки при температуре ниже минус 30 °С сварщик должен предварительно сварить допускные образцы при температуре не выше указанной. При удовлетворительных результатах контроля сварщик может быть допущен к сварке при температуре на 10 °С ниже температуры сварки допускных образцов.

3.1.4 Руководство сварочными работами имеет право выполнять специалист сварочного производства, имеющий аттестационное свидетельство не ниже II уровня профессиональной подготовки.

3.1.5 К выполнению работ по контролю сварных соединений физическими методами допускаются контролеры, аттестованные в соответствии с ПБ 03-440-02 [3].

3.2 Свариваемые материалы

3.2.1 Металлические конструкции и их элементы должны поступать на объект с документом о качестве предприятия-изготовителя по ГОСТ 23118.

Листовой и фасонный прокат должен иметь документ о качестве предприятия-изготовителя с указанием химического состава и механических свойств.

3.2.2 Входной контроль включает:

- проверку наличия документа о качестве или сертификата, полноты приведенных в нем данных и соответствия этих данных требованиям нормативной документации;

- проверку наличия заводской маркировки и соответствия ее нормативной документации;

- осмотр металлических конструкций и их элементов для выявления поверхностных дефектов и повреждений, выводящих толщину металла за пределы минусовых отклонений, регламентированных ГОСТ 19903, ГОСТ 14637 или другой нормативной документацией;

- осмотр и обмер элементов (узлов, блоков, ферм, стропил и др.) для выявления деформаций, нарушающих геометрические формы и размеры конструкций, оговоренных проектной документацией.

3.2.3 При отсутствии документа о качестве, сертификата или неполноте представленных в них данных применение металлопроката может быть разрешено только после проведения испытаний, подтверждающих его соответствие требованиям нормативной документации.

3.3 Электроды для ручной дуговой сварки

3.3.1 Для ручной дуговой сварки металлоконструкций из углеродистых сталей должны быть применены электроды, удовлетворяющие требованиям ГОСТ 9466 и ГОСТ 9467.

3.3.2 Тип электрода следует указывать в проектной документации. Рекомендованы электроды по ГОСТ 9467 типов Э42А, Э46, Э46А Э50, Э50А марок АНО-4, ОЗС-4, УОНИ-13/45, МР-3, УОНИ-13/55 и др.

3.3.3 Электроды перед сваркой производственных сварных соединений должны быть прокалены по режиму, приведенному в документе о качестве. В случае отсутствия таких данных режим прокалки следует выбирать по данным таблицы 3.1.

Таблица 3.1 – Режимы прокалки электродов

Марка электродов	Режим прокалки электродов	
	Температура, °С	Продолжительность прокалки, ч (допуск +0,5 ч)
УОНИ-13/45, УОНИ-13/55 и др.	+360 – +400	2,0
АНО-4, ОЗС-4, МР-3 и др.	+180 – +220	2,0

3.3.4 Электроды с основным (фтористо-кальциевым) покрытием следует использовать в течение 5 суток после прокалки, остальные электроды – в течение 15 суток.

По истечении указанного срока электроды должны быть перед применением повторно прокалены. Прокалка электродов может быть проведена не более трех раз, не считая прокалки

при их изготовлении. В случае хранения электродов в сушильном шкафу при температуре плюс 60 °С – плюс 100 °С срок использования их не ограничивается.

Количество прокаленных сварочных электродов на рабочем месте сварщика не должно превышать потребности половины смены.

3.3.5 Сварочные электроды перед использованием должны быть проконтролированы:

- на наличие документа о качестве с проверкой полноты приведенных в нем данных и соответствия требованиям нормативной документации;

- наличие на каждом упаковочном месте (пачке, коробке, ящике) соответствующих этикеток (ярлыков) с проверкой указанных в них данных;

- отсутствие повреждений упаковок и самих материалов.

3.3.6 При отсутствии документа о качестве, сертификатов необходимо определять механические свойства сварных соединений, выполненных с применением этих электродов.

Сварные соединения следует испытывать на статическое растяжение, статический и ударный изгиб при температуре плюс 20 °С по ГОСТ 6996 в количестве, указанном в СП 70.13330.2012 (таблица 10.1).

Показатели механических свойств нужно определять как среднее арифметическое числа испытанных образцов.

В случае расхождения данных документа о качестве или результатов испытаний с требованиями нормативной документации партия электродов использованию не подлежит.

3.3.7 При обнаружении повреждения или порчи упаковки или самих электродов вопрос о возможности их использования решает руководитель сварочных работ совместно с контролирующей организацией.

3.3.8 Перед применением электродов, независимо от наличия документа о качестве, должны быть проверены сварочно-технологические свойства каждой партии.

Проверка сварочно-технологических свойств электродов должна быть выполнена в соответствии с ГОСТ 9466–75 (пункты 5.7 – 5.10).

При неудовлетворительных сварочно-технологических свойствах электроды следует повторно прокалить в печи по режиму, указанному в таблице 3.1. Если после повторной прокалки технологические свойства электродов не удовлетворяют требованиям ГОСТ 9466, то данную партию электродов использовать для сварки не допускается.

3.3.9 На каждом строительно-монтажном участке должен быть оборудован в теплом помещении склад для хранения электродов. В складе необходимо поддерживать температуру не ниже плюс 15 °С, при этом относительная влажность не должна быть более 50 %.

Хранение и транспортировку прокаленных электродов необходимо производить в закрытой таре, в специальных металлических пеналах, в упаковке из водонепроницаемой бумаги или в герметизированной оболочке из полиэтиленовой пленки.

Сварочные электроды должны храниться отдельно по маркам, партиям и диаметрам в условиях, предохраняющих их от увлажнения и механических повреждений.

На складе должны быть установлены печи для прокалки электродов и сушильные шкафы с температурой до плюс 150 °С, обеспечивающие суточную потребность участка в электродах.

К применению допущены сварочные материалы, аттестованные в соответствии с РД 03-613-03 [4].

3.4 Сварочное оборудование

3.4.1 Ручную дуговую сварку рекомендуется выполнять от многопостовых или однопостовых сварочных источников питания.

При сварке от многопостовых источников для регулирования величины тока должен быть применены балластные реостаты типов РБ-201, РБ-300, РБГ-502 и др.

3.4.2 Оборудование для сварки и резки, контрольно-измерительные приборы (амперметры, вольтметры и др.), поставляемые отдельно от оборудования, и сборочно-сварочная оснастка должны иметь паспорт завода-изготовителя, подтверждающий пригодность данного оборудования для работы.

3.4.3 Оборудование перед использованием должно быть проконтролировано на наличие паспорта завода-изготовителя, комплектность и исправность, действие срока последней проверки и поверки и должно обеспечивать заданные режимы работы. Оборудование должно быть аттестовано согласно РД 03-614-03 [5].

3.4.4 Механическое, правильно-отрезное, кислородное, воздушно-дуговое, плазменное и сварочное оборудование должно соответствовать СП 49.13330.

3.4.5 На каждом предприятии – владельце оборудования должны быть составлены графики осмотров, проверок, профилактических (текущих) и капитальных ремонтов оборудования, поверок средств измерений. В графиках помимо дат контроля и ремонта должны быть указаны фамилии лиц, ответственных за проведение этих операций.

Периодичность осмотров, проверок, ремонтов должна соответствовать требованиям паспортов или других документов.

Для сварочного оборудования может быть принята периодичность осмотра и ремонта, указанная в СТО НОСТРОЙ 2.10.64.

3.5 Требования к организации сварочного производства

Организация, производитель сварочных работ, должна пройти процедуры проверки готовности на использование аттестованной сварочной технологии в соответствии с РД 03-615-03 [6].

4 Сборка под сварку

4.1 При организации и выполнении работ по сборке, сварке и контролю сварных соединений должны быть выполнены требования СП 70.13330, СП 49.13330и СНиП 12-04.

4.2 Конструктивные элементы подготовки кромок, размеры зазоров при сборке сварных соединений и предельные отклонения размеров сечения швов должны соответствовать требованиям проектной документации, а при их отсутствии – ГОСТ 5264, ГОСТ 11534.

Все неровности, имеющиеся на собираемых деталях, следует до сборки устранить зачисткой в виде плавных переходов с помощью абразивного инструмента или напильника.

4.3 Обработку кромок элементов под сварку и вырезку отверстий можно производить кислородной, воздушно-дуговой, плазменно-дуговой резкой с последующей механической обработкой поверхности реза на элементах из сталей С235 до С285, Ст3кп, Ст3пс, Ст3сп до удаления следов резки.

Поверхности кромок не должны иметь надрывов и трещин. При обработке абразивным инструментом следы зачистки должны быть направлены вдоль кромок.

4.4 Правка металла должна быть произведена способами, исключающими образование вмятин, забоин и других повреждений поверхности. Места правки (подгонки) допускается подогревать нейтральным пламенем газовой горелки до температуры плюс 450 °С – плюс 600 °С.

4.5 Непосредственно перед сборкой кромки и прилегающие к ним участки на ширину 20 мм должны быть тщательно зачищены от окалины, грязи, краски, масла, ржавчины, влаги, снега и льда.

4.6 В процессе сборки должно быть исключено попадание влаги, масла и других загрязнений в разделку соединений и на прилегающие поверхности.

4.7 Сборку деталей конструкции на сборочной площадке необходимо производить с применением сборочных приспособлений, обеспечивающих требуемую точность сборки. Для сборки конструкций следует применять фиксирующие, стягивающие и распорные устройства.

4.8 Собранные конструкции должны быть прихвачены в нескольких местах ручной дуговой сваркой. Прихватки должны быть расположены на равном расстоянии друг от друга в местах последующего наложения сварного шва. Длина прихваток должна быть не менее 30 мм и расстояние между ними – не более 500 мм. Высота прихватки должна составлять 0,3 – 0,5 высоты будущего шва, но не менее 3 мм.

4.9 Катет шва прихваток угловых и тавровых соединений должен соответствовать проектной документации. В этом случае прихватки последующей переплавке не подлежат.

4.10 Запрещается наложение прихваток у кромок, не подлежащих сварке, в местах пересечения швов и на краях будущих швов.

4.11 Прихватки должны быть полностью перекрыты и по возможности переварены при наложении основного шва.

Прихватки должны быть зачищены от шлака и проконтролированы. К качеству прихваток следует предъявлять такие же требования, как и к основному сварному шву. Прихватки, имеющие недопустимые дефекты, следует удалять механическим способом.

Необходимость и режим предварительного подогрева при наложении прихваток должны быть определены теми же критериями, что и при сварке основного шва.

4.12 Не допускается переносить и кантовать тяжелые и крупногабаритные конструкции и их элементы, собранные только на прихватках, без применения приспособлений, обеспечивающих неизменяемость их формы. После кантовки или транспортировки собранной на прихватках конструкции она должна быть подвергнута контролю на соответствие геометрических размеров требованиям проектной документации.

4.13 При совмещении установки временных креплений и прихваток наложение последних следует производить после приварки креплений.

4.14 Приварку вспомогательных элементов (временных технологических креплений, строповочных устройств и др.) следует выполнять ручной дуговой сваркой.

4.15 Приварка вспомогательных элементов в разделку шва не допускается, они должны быть приварены на расстоянии не менее 30 мм от кромки разделки (шва).

Перед приваркой вспомогательных элементов места наложения сварных швов должны быть зачищены. Строповочные устройства следует приваривать в местах, указанных в проектной документации.

Удаление приваренных сборочных и монтажных приспособлений следует производить огневой резкой или механическим способом без повреждения основного металла и применения ударных воздействий. Места их приварки необходимо зачистить заподлицо с основным металлом, недопустимые дефекты исправить.

5 Требования к сварке

5.1 Общие положения технологии сварки

5.1.1 К сварке металлоконструкций следует приступать после приемки сборочных работ ответственным лицом, а также после проверки условий производства работ и выполнения

мероприятий по обеспечению безопасности производства работ (защита от атмосферных осадков, наличие площадок, лесов, подмостей, приставных лестниц и др.).

5.1.2 Последовательность выполнения сварных швов должна быть такой, чтобы деформации конструкции были минимальными и были предотвращены появления трещин в сварных соединениях.

5.1.3 Сварку необходимо выполнять на стабильном режиме.

5.1.4 Швы длиной более 1 м, выполняемые ручной дуговой сваркой, следует сваривать обратноступенчатым способом. При сварке длинных швов всю длину шва следует разбивать на ступени. Сварку ступени нужно проводить в направлении, обратном основному направлению сварки.

5.1.5 Швы соединений листовых объемных и сплошностенчатых конструкций толщиной более 20 мм при ручной дуговой сварке следует выполнять с применением техники сварки, обеспечивающей уменьшение скорости охлаждения сварного соединения (секционным обратноступенчатым, секционным двойным слоем, каскадом, секционным каскадом). В СТО НОСТРОЙ 2.10.64-2012 (рисунок 2) приведены способы выполнения таких соединений.

5.1.6 При сварке перекрещивающихся швов в первую очередь следует сваривать швы, выполнение которых не создает жесткого контура для остальных швов. Нельзя прерывать сварку в месте пересечения и сопряжения швов.

Стыковые швы должны быть выполнены в первую очередь, а угловые – во вторую.

5.1.7 При ручной дуговой сварке сварные швы необходимо выполнять многослойным способом; каждый слой шва перед наложением последующего слоя должен быть очищен от шлака и брызг металла, после чего нужно провести визуальный и измерительный контроль поверхности шва. Участки слоев шва с порами, раковинами и трещинами должны быть удалены механическим способом. Допускается выборка дефектного участка огневым способом с последующей механической зачисткой мест выборки.

5.1.8 При многослойной сварке разбивать шов на участки следует с таким расчетом, чтобы стыки участков («замки» швов) в соседних слоях не совпадали, а были смещены на величину не менее 20 мм.

При длине шва менее 300 мм сварку надо вести в одном направлении, более 300 мм от середины к краям – в двух направлениях.

5.1.9 При двусторонней сварке швов стыковых, угловых и тавровых сварных соединений с разделкой кромок со сквозным проплавлением необходимо перед выполнением шва с обратной стороны очистить корень шва механическим способом до чистого бездефектного металла.

5.1.10 Размеры и форму сварных угловых швов следует применять согласно СП 16.13330.

5.1.11 Придание угловым швам вогнутого профиля и плавного перехода к основному металлу следует осуществлять подбором режимов сварки и соответствующим пространственным расположением свариваемых деталей или механизированной зачисткой абразивным инструментом. Механическую обработку швов следует производить способами, не оставляющими на их поверхности зарубок, надрезов и других дефектов.

5.1.12 Сварные стыковые соединения листовых деталей следует выполнять прямыми с полным проваром. В монтажных условиях допускается односторонняя сварка с подваркой корня шва и сварка на остающейся стальной подкладке.

5.1.13 При температуре окружающего воздуха ниже 0 °С ручную дуговую сварку металлоконструкций независимо от марки свариваемой стали следует выполнять электродами с основным (фтористо-кальциевым) типом покрытия.

5.1.14 Ручную дуговую сварку стальных конструкций разрешено проводить без подогрева при температуре окружающего воздуха, приведенной в таблице 5.1. При более низкой температуре окружающего воздуха сварку следует проводить с предварительным местным подогревом металла до плюс 120 °С – плюс 160 °С в зоне шириной не менее 100 мм с каждой стороны соединения.

5.1.15 При температуре окружающего воздуха ниже минус 5 °С сварку шва следует проводить без перерыва, за исключением времени, необходимого на смену электрода и зачистку шва в месте возобновления сварки.

5.1.16 После окончания сварки шов и околошовная зона должны быть очищены от шлака, наплывов и брызг металла. Удаление шлака должно быть произведено после остывания шва (через 1 – 2 минуты после потемнения). Зачистку шва рекомендуется осуществлять с помощью высокооборотных электрических шлифовальных машинок с абразивным кругом. При этом риски от абразивной обработки металла должны быть направлены вдоль кромок свариваемых деталей.

Таблица 5.1 – Температура окружающего воздуха, при которой разрешено произведение ручной дуговой сварки стальных конструкций без подогрева

Толщина свариваемых элементов, мм	Минимально допустимая температура окружающего воздуха, °С, при сварке конструкций из углеродистой стали	
	решетчатых	листовых объемных и сплошностенчатых
До 16 включительно	–30	–30
Свыше 16 до 30	–30	–20
Свыше 30 до 40	–10	–10
Свыше 40	0	0

5.1.17 Сваренный и зачищенный сварной шов должен быть заклеймен сварщиком личным клеймом. Клеймо следует проставлять на расстоянии 40 – 60 мм от границы сварного шва. При выполнении одним сварщиком – в одном месте, несколькими сварщиками – в начале и конце шва. Взамен постановки клейм допускается составление исполнительных схем.

5.1.18 Сварка стальных конструкций должна быть произведена после проверки правильности их сборки. Выполнение каждого валика многослойных швов сварных соединений допускается после очистки предыдущего валика, а также прихваток от шлака и брызг наплавленного металла.

Участки слоев шва с порами, раковинами и трещинами должны быть удалены до наложения следующего слоя.

5.1.19 Для сварки металлоконструкций должны быть применены электроды диаметром 2,5 – 6 мм в зависимости от толщины свариваемого металла и положения шва в пространстве. Для сварки корневых слоев шва и для подварки шва с обратной стороны следует применять электроды диаметром 2,5 – 4 мм.

5.1.20 Режим сварки следует определять в зависимости от диаметра электрода и положения шва в пространстве, и он должен быть уточнен для каждого конкретного случая. Ориентировочные данные по величине сварочного тока приведены в таблице 5.2.

Для каждой марки электрода режим необходимо уточнять при пробной сварке. Потолочный участок шва следует выполнять электродами диаметром не более 4 мм.

5.1.21 Сварку надо вести на возможно короткой дуге. Перед гашением дуги сварщик должен заполнить кратер путем нескольких частых коротких замыканий электрода и вывести место обрыва дуги на шов на расстоянии 8 – 10 мм от его конца. Последующее зажигание дуги следует производить на металле шва на расстоянии 12 – 15 мм от кратера.

Таблица 5.2 – Ориентировочные значения сварочного тока для электродов различных диаметров при сварке в нижнем положении

Электроды	Диаметр электрода, мм	Ток, А
УОНИ-13/45, УОНИ-13/55, АНО-4, ОЗС-4, МР-3 и др.	2,5	70 – 90
	3,0	90 – 110
	4,0	120 – 170
	5,0	170 – 210
	6,0	200 – 290
Примечание – При вертикальном и потолочном положениях шва ток должен быть уменьшен на 10 % – 20 %.		

6 Контроль сварочных работ и сварных соединений

6.1 Входной и операционный контроль

6.1.1 В процессе выполнения сварочных работ необходимо осуществлять входной контроль проектной документации на ее соответствие в части сборочно-сварочных работ требованиям НТД и контроль в соответствии с разделом 3.

6.1.2 При операционном контроле следует проверять:

- режим сварки;

- последовательность наложения швов;

- размеры накладываемых слоев шва и окончательные размеры шва;

- выполнение специальных требований;

- наличие клейма сварщика на сварном соединении после окончания сварки.

6.2 Контроль сварных соединений

6.2.1 Контроль сварных соединений стальных конструкций включает:

- визуальный и измерительный контроль в объеме 100 % в соответствии с РД 03-606-03 [7] с проверкой геометрических размеров и формы швов;

- контроль неразрушающими методами (радиографический, ультразвуковой, капиллярный и др.) в объеме в соответствии с требованиями проектной и нормативной документации.

6.2.2 Результаты контроля сварных соединений стальных конструкций должны отвечать требованиям СП 70.13330.

6.2.3 Контроль размеров сварного шва и определение величины выявленных дефектов следует производить измерительным инструментом, имеющим точность измерения ± 0,1 мм, или специальными шаблонами для проверки геометрических размеров швов. При внешнем осмотре рекомендуется применять лупу с 5 – 10-кратным увеличением.

6.2.4 При визуальном и измерительном контроле качество сварных соединений конструкций должно удовлетворять требованиям СП 70.13330.2012 (таблица 10.7).

6.2.5 Трещины всех видов и размеров в швах сварных соединений конструкций не допускаются и должны быть устранены с последующими заваркой и контролем.

6.2.6 Контроль швов сварных соединений конструкций неразрушающими методами следует проводить после исправления недопустимых дефектов, обнаруженных визуальным и измерительным контролем.

6.2.7 Выборочному контролю швов сварных соединений, качество которых согласно проекту требуется проверять неразрушающими физическими методами, должны подлежать участки, где наружным осмотром выявлены дефекты, а также участки пересечения швов. Длина контролируемого участка – не менее 100 мм.

6.2.8 По результатам радиографического контроля швы сварных соединений конструкций должны удовлетворять требованиям СП 70.13330.2012 (таблицы 10.8 и 10.9), а по результатам ультразвукового контроля – требованиям СП 70.13330.2012 (таблица 10.10).

6.2.9 В случае обнаружения недопустимого дефекта следует выявить его фактическую длину, дефект исправить и вновь проконтролировать удвоенную выборку.

При повторном выявлении дефекта контролю подлежат 100 % сварных соединений.

7 Исправление дефектов сварных соединений

7.1 Недопустимые дефекты должны быть устранены с последующим контролем исправленных участков.

7.2 Удаление дефектов следует производить механическим способом – зачисткой абразивным инструментом или механизированной рубкой с обеспечением плавных переходов в местах выборок.

Допускается удаление дефектов сварных соединений кислородной резкой или воздушно-дуговой поверхностной резкой при обязательной последующей зачистке поверхности абразивным инструментом.

7.3 Обнаруженные при визуальном и измерительном контроле, радиографическом или ультразвуковом контроле сварных соединений металлоконструкций дефекты сварных швов должны быть исправлены следующим образом:

а) выпуклость сварных швов нужно удалить механическим способом, вогнутость – исправить подваркой предварительно зачищенного шва;

б) наплывы удалить механическим способом и при необходимости подварить;

в) подрезы и углубления между валиками подварить, предварительно зачистив места подварки;

г) дефектные участки – трещины, незаплавленные кратеры, поры, неметаллические включения, несплавления и непровары – удалить до «здорового» металла, не оставляя острых углов, и подварить до получения шва нормального размера;

д) все ожоги поверхности основного металла сварочной дугой следует зачищать абразивным инструментом на глубину 0,5 – 0,7 мм.

7.4 При удалении механизированной зачисткой абразивным инструментом дефектов сварных соединений риски на поверхности металла от абразива должны быть направлены вдоль сварного соединения, при удалении выпуклости шва – под углом 40^{o} – 50° к оси шва.

Ослабление сечения при обработке сварных соединений (углубление в основной металл) не должно превышать 3 % толщины свариваемого элемента, но не болеечем на 1 мм.

7.5 Исправление дефектов без заварки мест их выборки допускается в случае сохранения минимально допустимой толщины стенки детали в месте максимальной глубины выборки.

7.6 Исправление сварных соединений зачеканкой не допускается.

7.7 Заварку выборок следует производить с использованием сварочных материалов, применяемых для сварки этого изделия.

7.8 Исправленные участки независимо от методов и объемов контроля, которым подвержены такие же бездефектные сварные соединения, должны быть проконтролированы:

- визуальным и измерительным контролем и магнитопорошковым или капиллярным контролем или травлением – выборки, не подвергавшиеся последующей заварке;

- путем визуального и измерительного контроля и радиографического или ультразвукового контроля, а также других неразрушающих методов контроля – заваренные выборки.

7.9 Если при контроле исправленного участка будут обнаружены дефекты, то допускается проводить повторное исправление в том же порядке, что и первое.

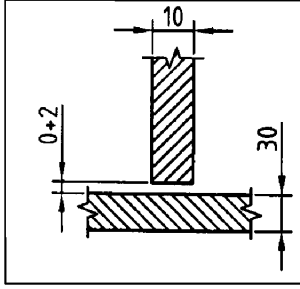
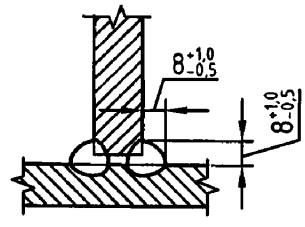
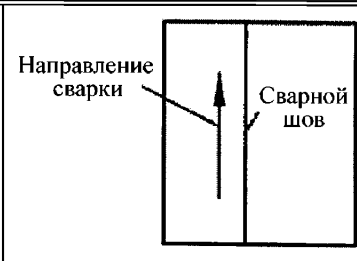
7.10 Если после второго исправления дефект устранить не удалось, то работы по сварке таких соединений следует остановить до выяснения причин появления дефекта.

Приложение 1

Технологическая карта приварки листа к колонне (РД-01-СК/ТЗ)

Наименование	Обозначения (показатели)
Нормативный документ	СП 70.13330
Способ сварки	РД
Основной материал (марки)	Ст3сп5
Основной материал (группа)	1
Сварочные материалы (марки)	УОНИ-13/45
Вид покрытия электродов	Б
Толщина свариваемых деталей, мм	10,0/30,0
Тип шва	УШ
Тип соединения	Т
Вид соединения	ос(бп)
Условное обозначение соединения	Т3 по ГОСТ 5264
Положение при сварке	Н1

Эскиз сварного соединения

Конструкция соединения	Конструктивные элементы шва	Порядок сборки
		

Сварочное оборудование (тип): ВДГ-306.

Метод подготовки и очистки: механический, на ширину 20 мм в каждую сторону от оси шва.

Требования к прихватке: количество прихваток две штуки, длина 30 – 40 мм, высота 6 – 7 мм.

Технологические параметры сварки

Диаметр электрода, мм	Род и полярность тока	Сварочный ток, А	Напряжение дуги, В
4,0	Постоянный, обратная	120 – 160	22 – 26

Технологические требования к сварке

Сварку выполнять в один проход. Сварку следует выполнять возможно короткой дугой, длина дуги должна быть не более 4 мм. В процессе сварки дугу обрывать как можно реже. Перед прерыванием дуги сварщик должен заполнить кратер путем постепенного отвода

электрода и вывода дуги назад на 15 – 20 мм на только что наложенный шов. Последующее зажигание дуги следует производить на металле шва на расстоянии 20 – 25 мм от кратера.

По окончании сварки необходимо полностью удалить шлак после его охлаждения (потемнения).

При обнаружении на поверхности шва дефектов (трещин, скоплений пор и др.) дефектное место следует удалить механическим способом до «здорового» металла и при необходимости заварить вновь.

Сварные соединения клеймить присвоенным сварщику клеймом.

Требования к контролю сварных соединений

Метод контроля	Наименование (шифр) НД		Объем контроля	
	по методике контроля	по оценке качества	%	кол-во образцов
Визуальный и измерительный	РД 03-606-03 [7]	СП 70.13330	100	–
Ультразвуковой	ГОСТ Р 55724	СП 70.13330	В соответствии с НД	

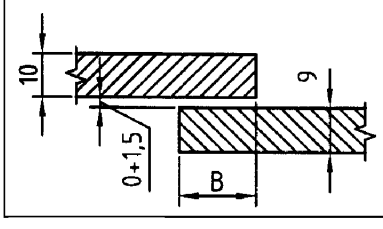
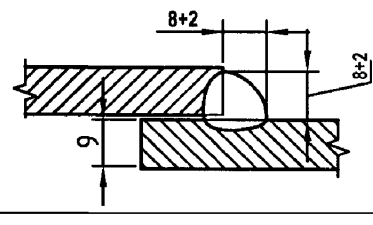
Организация (предприятие)		ФИО	Подпись	Дата
Утвердил	Главный инженер			
Проверил	Ведущий инженер			
Разработал	Технолог			

Приложение 2

Технологическая карта приварки листа к балке (РД-02-СК/Н1)

Наименование	Обозначения (показатели)
Нормативный документ	СП 70.13330
Способ сварки	РД
Основной материал (марки)	Ст3сп5
Основной материал (группа)	1
Сварочные материалы (марки)	УОНИ-13/45
Вид покрытия электродов	Б
Толщина свариваемых деталей, мм	10,0/9,0
Тип шва	УШ
Тип соединения	Н
Вид соединения	ос(бп)
Условное обозначение соединения	Н1 по ГОСТ 5264
Положение при сварке	Н1

Эскиз сварного соединения

Конструкция соединения	Конструктивные элементы шва	Порядок сборки
		

Сварочное оборудование (тип): ВДГ-306.

Метод подготовки и очистки: механический, на ширину 20 мм в каждую сторону от оси шва.

Требования к прихватке: количество прихваток – две штуки, длина 30 – 40 мм, высота 6 – 7 мм.

Технологические параметры сварки

Диаметр электрода, мм	Род и полярность тока	Сварочный ток, А	Напряжение дуги, В
4,0	Постоянный, обратная	120 – 160	22 – 26

Технологические требования к сварке

Сварку выполнять в один проход. Сварку следует выполнять возможно короткой дугой, длина дуги должна быть не более 4 мм. В процессе сварки дугу обрывать как можно реже. Перед прерыванием дуги сварщик должен заполнить кратер путем постепенного отвода

электрода и вывода дуги назад на 15 – 20 мм на только что наложенный шов. Последующее зажигание дуги следует производить на металле шва на расстоянии 20 – 25 мм от кратера.

По окончании сварки необходимо полностью удалить шлак после его охлаждения (потемнения).

При обнаружении на поверхности шва дефектов (трещин, скоплений пор и др.) дефектное место следует удалить механическим способом до «здорового» металла и при необходимости заварить вновь.

Сварные соединения клеймить присвоенным сварщику клеймом.

Требования к контролю сварных соединений

Метод контроля	Наименование (шифр) НД		Объем контроля	
	по методике контроля	по оценке качества	%	кол-во образцов
Визуальный и измерительный	РД 03-606-03 [7]	СП 70.13330	100	–

Организация (предприятие)		ФИО	Подпись	Дата
Утвердил	Главный инженер			
Проверил	Ведущий инженер			
Разработал	Технолог			

Библиография

[1]	ПБ 03-273-99	Правила аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства
[2]	РД 03-495-02	Технологический регламент проведения аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства
[3]	ПБ 03-440-02	Правила аттестации персонала в области неразрушающего контроля
[4]	РД 03-613-03	Порядок применения сварочных материалов при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов
[5]	РД 03-614-03	Порядок применения сварочного оборудования при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов
[6]	РД 03-615-03	Порядок применения сварочных технологий при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов
[7]	РД 03-606-03	Инструкция по визуальному и измерительному контролю

Приложение Д

(рекомендуемое)

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ

«Механизированная сварка плавящимся электродом в среде активных газов вертикальных цилиндрических резервуаров из углеродистых и низколегированных сталей»

(ТИ-МП-ОХНВП)

2014 г.

Содержание

1 Область применения 110
2 Нормативные ссылки 110
3 Подготовка сварочного производства 111
4 Сборка под сварку 114
5 Требования к сварке 120
6 Термообработка врезок в стенку резервуаров 124
7 Контроль сварочных работ и сварных соединений 125
8 Исправление дефектов сварных соединений 128
Приложение 1 Технологическая карта сварки стыковых соединений окраечных листов днищ резервуара (МП-01-ОХНВП/С19) 129
Приложение 2 Технологическая карта сварки нахлесточных соединений днищ резервуара (МП-02-ОХНВП/Н1) 131
Приложение 3 Технологическая карта сварки вертикальных швов стенки резервуара (МП-03-ОХНВП/С25) 134
Библиография 137

1 Область применения

Технологическую инструкцию следует применять для выполнения сборочно-сварочных работ резервуаров из углеродистых и низколегированных сталей со стационарной крышей без понтона (РВС) II – IV классов опасности:

класс IV – резервуары номинальным объемом менее 1 000 $м^3$;

класс III – резервуары номинальным объемом от 1 000 и менее 20 000 $м^3$;

класс II – резервуары номинальным объемом от 20 000 до 50 000 $м^3$ включительно.

Инструкция предусматривает монтаж листовых конструкций резервуаров полистовой сборки и с использованием метода рулонирования (рулонная сборка).

Нерулонируемые конструкции следует поставлять в виде сборочных единиц и деталей. Стенки резервуаров объемом 10 000 $м^3$ и более не допускается изготавливать в виде рулонируемых полотнищ.

Инструкция включает требования к подготовке деталей под сварку, к сборке и механизированной сварке плавящимся электродом в среде активных газов.

2 Нормативные ссылки

В настоящей инструкции использованы нормативные ссылки на следующие стандарты и своды правил:

ГОСТ 2246–70 Проволока стальная сварочная. Технические условия

ГОСТ 6996–66 Сварные соединения. Методы определения механических свойств

ГОСТ 7512–82 Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Радиографический контроль

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

ГОСТ 14637–89 Прокат толстолистовой из углеродистой стали обыкновенного качества. Технические условия

ГОСТ 14771–76 Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы, размеры

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

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

ГОСТ 19281–89 Прокат из стали повышенной прочности. Общие технические условия

ГОСТ 19903–2015 Прокат листовой горячекатаный. Сортамент

ГОСТ 24297–2013 Верификация закупленной продукции. Организация проведения и методы контроля. Пересмотр (ГОСТ 24297–87)

ГОСТ 27772-2015 Прокат для строительных стальных конструкций. Общие технические условия

ГОСТ 31385–2008 Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов. Общие технические условия

СНиП 12-04-2002 Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство

СП 16.13330.2017 «СНиП II-23-81 Стальные конструкции»

СП 49.13330.2010 «СНиП 12-03-2001 Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования»

СТО НОСТРОЙ 2.10.64-2012 Сварочные работы. Правила, контроль выполнения и требования к результатам работ

3 Подготовка сварочного производства

3.1 Требования к квалификации сварщиков, специалистов сварочного производства и контролеров

3.1.1 Сварку резервуаров должны проводить сварщики, аттестованные в соответствии с ПБ 03-273-99 [1] и РД 03-495-02 [2].

Сварщики должны иметь II квалификационную группу по электробезопасности и пройти испытания по противопожарным мероприятиям и технике безопасности.

3.1.2 Сварщик перед допуском к работе должен сварить допускные образцы. Сварку допускных образцов следует проводить в условиях, идентичных производственным, в присутствии лица, ответственного за сварочные работы. Допускные образцы должны быть идентичными производственным сварным соединениям.

Контроль допускных образцов следует проводить по нормам, предусмотренным для производственных соединений. Механические испытания необходимо проводить по ГОСТ 6996.

При неудовлетворительных результатах контроля следует провести повторную сварку допускных образцов, при неудовлетворительных результатах контроля повторных допускных образцов сварщик к выполнению производственных сварных соединений не допускается.

3.1.3 Руководство сварочными работами имеет право выполнять специалист сварочного производства, имеющий аттестационное свидетельство не ниже II уровня профессиональной подготовки.

3.1.4 К контролю сварных соединений физическими методами допускаются специалисты, аттестованные в соответствии с ПБ 03-440-02 [3].

3.2 Свариваемые материалы

3.2.1 Углеродистые и низколегированные стали, используемые в конструкциях резервуаров, должны удовлетворять требованиям Руководства [4], ГОСТ 31385, СТО СА 03-002-2009 [5], ГОСТ 27772, ГОСТ 14637, ГОСТ 19281.

3.2.2 Листовой прокат, применяемый для изготовления конструкций резервуаров, должен соответствовать по форме, размерам и предельным отклонениям ГОСТ 19903.

Материал труб, применяемых для изготовления обечаек люков и патрубков, должен иметь механические характеристики не ниже характеристик основного металла конструкций (стенки или крыши), на которых осуществлена врезка люков или патрубков.

3.2.3 Для изготовления патрубков и люков должны быть использованы бесшовные или прямошовные трубы.

3.2.4 Отверстия в стенке для установки патрубков и люков должны быть усилены листовыми накладками (усиливающими листами), располагаемыми по периметру отверстия.

3.2.5 Для конструкций группы А резервуаров объемом 5 000 $м^3$ и выше должны быть применены металлопрокат и сварочные процедуры, обеспечивающие твердость HV металла шва и металла зоны термического влияния не более 280 ед. (для сварки соединений из стали с гарантированным минимальным пределом текучести от 305 МПа). Контроль твердости должен быть осуществлен по внутренней поверхности конструкций, контактирующих с продуктом.

3.2.6 Входной контроль металла листов, конструктивных элементов резервуаров, поступающих на предприятие, включает:

- проверку наличия сертификата, паспорта или иного документа о качестве, полноты приведенных в них данных и соответствия этих данных требованиям стандарта или технических условий;

- проверку наличия маркировки и соответствия ее документу о качестве;

- осмотр металла и конструктивных элементов для выявления поверхностных дефектов и повреждений.

3.2.7 При отсутствии документа о качестве, сертификатов или неполноте представленных в них данных применение этого металла может быть допущено только после проведения испытаний, подтверждающих его соответствие всем требованиям стандарта или технических условий. Конструктивные элементы резервуаров, не имеющие заводского паспорта (сертификата), не могут быть допущены для дальнейшего производства.

3.2.8 Входной контроль металла и конструктивных элементов следует осуществлять в соответствии с ГОСТ 24297.

3.3 Сварочные материалы

3.3.1 Сварочные материалы, применяемые для сварки резервуаров, должны соответствовать требованиям стандартов и технических условий, что должно быть подтверждено сертификатом или иным документом о качестве завода-изготовителя.

3.3.2 При механизированной сварке листов в среде активных газов следует применять сварочную проволоку по ГОСТ 2246 марки Св-08Г2С диаметром от 1,0 до 1,6 мм и проволоки производства ESAB AB (Швеция) марки OK Autrod 12.51 диаметром от 0,8 до 1,2 мм, а также проволоки производства Lincoln Electric (США) диаметром 1,2 мм марок SuperArc L-56 и SuperArc L-50. Для сварки швов в нижнем положении и горизонтальных швов допускается применение проволоки диаметром 1,6 мм.

В качестве активного газа следует применять углекислый газ в баллоне (или централизованная подача) через подогреватель газа. Сварку следует выполнять на токе обратной полярности.

3.3.3 Для механизированной сварки в углекислом газе в качестве защитного газа следует применять газообразный и жидкий углекислый газ высшего и первого сортов по ГОСТ 8050.

3.3.4 Для хранения сварочной проволоки должен быть оборудован склад, в котором должна быть поддержана температура не ниже плюс 15 °С при относительной влажности не более 50 %. Проволоку следует хранить на стеллажах раздельно по маркам и партиям.

3.3.5 При входном контроле перед использованием сварочных материалов должны быть проверены:

- наличие документа о качестве на проволоку, полнота приведенных в нем данных и их соответствие требованиям стандарта;

- наличие на каждом упаковочном месте (бухте, катушке и др.) соответствующих этикеток или бирок с проверкой полноты указанных в них данных;

- сохранность упаковок и самих материалов;

- для баллонов с CO_2 наличие документа о качестве, регламентированного стандартом на углекислый газ.

3.3.6 Каждая партия сварочной проволоки перед выдачей на производственный участок должна быть проконтролирована путем осмотра поверхности проволоки в каждой бухте (мотке, катушке). На поверхности проволоки не должно быть окалины, ржавчины, следов смазки, задиров, вмятин и других дефектов и загрязнений.

3.3.7 К применению допускаются сварочные материалы, аттестованные в соответствии с РД 03-613-03 [6].

3.3.8 Перед использованием газа из каждого баллона следует проверить качество газа, для чего надо наплавить на пластину валик длиной 100 – 150 мм и по внешнему виду поверхности наплавки определить ее качество. При обнаружении пор в металле шва газ, находящийся в данном баллоне, следует браковать.

3.4 Сварочное оборудование

3.4.1 Для механизированной сварки плавящимся электродом в среде защитных газов рекомендуется применять сварочные полуавтоматы в комплекте с источниками питания постоянного тока с жесткой вольт-амперной характеристикой отечественного производства, например, ПДГ-312 с ВДГ-303; ПДГ-508 с ВДУ-506; ПДГ-525 с ВДУ-505 и др., а также импортные сварочные комплексы, такие как PHOENIX 330 PROGRESSPULS; PHOENIX 400 PROGRESSPULS; Kempi-2400; Fast Mig MSF 55; Kempi-3500; MIG 385S с подающим механизмом MWF для подсоединения к сварочному источнику и др.

3.4.2 Оборудование для механизированной сварки плавящимся электродом в среде защитных газов должно быть аттестовано в соответствии с РД 03-614-03 [7].

3.5 Требования к организации сварочного производства

Организация, производитель сварочных работ, должна пройти процедуры проверки готовности на использование аттестованной сварочной технологии в соответствии с РД 03-615-03 [8].

4 Сборка под сварку

4.1 Настоящая инструкция предусматривает изготовление листовых конструкций резервуаров с использованием рулонируемых и нерулонируемых конструкций.

4.2 Методом рулонирования могут быть изготовлены листовые конструкции стенки, днища резервуара, настила стационарной крыши. Изготовление этих конструкций следует осуществлять в виде рулонируемых полотнищ, свернутых в габаритные для транспортировки рулоны.

4.3 Листовые детали, предназначенные для изготовления стенок резервуаров, рулонных или полистовых, должны быть обработаны строганием, фрезерованием или плазменно-дуговой резкой.

Резка на гильотинных ножницах допускается для деталей с толщиной стенок до 10 мм без последующей обработки кромок.

4.4 Кромки деталей после механической, кислородной или плазменно-дуговой резки не должны иметь неровностей, заусенцев и завалов, превышающих 0,5 мм.

4.5 Изготовление нерулонируемых конструкций резервуаров должно обеспечить:

- собираемость конструкций на монтаже;

- свободное прилегание деталей или совмещение их кромок для выполнения предусмотренных проектом сварных соединений;

- получение проектных геометрических параметров резервуара.

4.6 Сборка нерулонируемых конструкций, как правило, должна быть произведена в кондукторах.

4.7 Рулонируемые конструкции должны быть собраны, сварены, проконтролированы и свернуты в рулоны на специальных установках для рулонирования.

На установках с верхним сворачиванием могут быть изготовлены полотнища стенок резервуаров толщиной до 16 мм, на установках с нижним сворачиванием – до 18 мм. Максимальная толщина рулонируемых полотнищ днищ резервуаров, настила стационарных крыш составляет 7 мм.

Требования к рулонам должны быть приняты по СТО СА 03-002-2009 [5, таблица 16.2].

4.8 Поверхности штуцеров, люков и лазов должны быть гладкими, без раковин, трещин, заусенцев, острые кромки должны быть притуплены.

4.9 Сборка изделий должна быть произведена только из выправленных деталей, очищенных от ржавчины, грязи, масла и влаги.

4.10 Линейные размеры и форма деталей должны обеспечивать собираемость конструкций с учетом заданных размеров и предельных отклонений, а также свободное прилегание деталей или совмещение их кромок для выполнения предусмотренных проектом сварных соединений.

Особое внимание должно быть уделено обработке листовых деталей стенок резервуаров (рулонируемых) и листовых деталей рулонируемых полотнищ днищ и крыш резервуаров.

4.11 При сборке конструкций и деталей не должно быть допущено изменение их формы, не предусмотренное технологическим процессом, а при кантовке и транспортировании – остаточное их деформирование. Недопустимы перенос и кантовка краном тяжелых и крупногабаритных конструкций и их элементов, собранных только на прихватках.

4.12 Прихватка временных технологических распорок к внутренней поверхности резервуаров допускается как исключение. Распорки должны быть изготовлены из материала изделия, а их прихватка должна быть произведена теми же сварочными материалами, что и сварка основного изделия.

4.13 Удаление временных конструктивных элементов (креплений) следует производить механическим способом до гидравлических испытаний. Удаление временных креплений на деталях из сталей перлитного класса допускается производить газовой или воздушно-

дуговой резкой с последующей зачисткой абразивным инструментом мест их приварки заподлицо с основным металлом и контролем качества поверхности в этих зонах. Вырывы основного металла или подрезы в указанных местах недопустимы. Зачистка поверхности допускается на глубину, не выводящую толщину проката за пределы минусовых допусков.

4.14 Формы кромок и размеры зазоров при сборке свариваемых соединений должны соответствовать величинам, указанным в ГОСТ 14771 и ГОСТ 16037 для соответствующих соединений. Все уступы и неровности, имеющиеся на сборочных деталях, препятствующие плотному их соединению, подлежат до сборки устранению зачисткой с помощью абразивного круга.

В случае стыковки деталей одинаковой толщины смещение одного элемента относительно другого по толщине (ступенька) не должно превышать следующих величин:

- 1,0 мм – для деталей толщиной *t* от 4 до 10 мм;

- 0,1 мм – для деталей толщиной *t* от 10 до 40 мм, но не более 3 мм.

4.15 Стыковые соединения деталей неодинаковой толщины при разнице, не превышающей значений, указанных в таблице 4.1, могут быть выполнены так же, как и детали одинаковой толщины. Конструктивные элементы разделки кромок и размеры сварного шва следует выбирать по большей толщине.

Таблица 4.1 – Допускаемая разница толщины свариваемых деталей

Толщина тонкой детали, мм	Допускаемая разница толщины, мм
До 4	1
Свыше 4 до 20	2
Свыше 20 до 30	3
Свыше 30	4

При разнице в толщине свариваемых деталей выше значений, указанных в таблице 4.1, на детали, имеющей большую толщину, должен быть сделан скос под углом 15° с одной или с двух сторон до толщины тонкой детали. При этом конструкцию разделки кромок и размеры сварного шва следует выбирать по меньшей толщине.

4.16 Монтаж конструкций резервуара должен быть осуществлен в соответствии с требованиями проекта производства работ, требованиями ГОСТ 31385 и с соблюдением правил техники безопасности и охраны труда, предусмотренных СП 49.13330 и СНиП 12-04.

4.16.1 Сборку листов стенки между собой и с листами днища следует производить с применением сборочных приспособлений.

4.16.2 Вертикальные и горизонтальные стыки стенки следует собирать с проектными зазорами под сварку.

4.16.3 При разметке мест установки в стенке резервуара люков и патрубков должны быть выполнен требования по допускаемым расстояниям между сварными швами.

4.16.4 Расстояние от внешнего края усиливающих накладок до оси горизонтальных стыковых швов стенки должно быть не менее 100 мм, а до оси вертикальных стыковых швов стенки или между внешними краями двух рядом расположенных усиливающих накладок патрубков – не менее 250 мм.

4.16.5 Монтаж резервуара с использованием метода рулонирования, при котором стенки, днища, центральные части плавающих крыш и понтонов поставлены на монтажную площадку в виде рулонируемых полотнищ, а покрытия, кольца жесткости и др. конструкции – укрупненными элементами, выполнять в соответствии с ВСН 311-89 [9].

4.16.6 Сборка конструктивных элементов резервуаров

4.16.6.1 В процессе сборки конструктивных элементов резервуаров следует обеспечивать контроль геометрических параметров монтируемого резервуара.

4.16.6.2 В процессе подготовки к сварке должна быть обеспечена надежная защита зоны сварки и рабочего места сварщика от ветра и атмосферных осадков.

4.16.6.3 Последовательную сборку под сварку следует осуществлять с помощью сборочно-сварочных приспособлений, таких как стяжные тавры, упоры, скобы, гребенки и другие устройства. Перенос и кантование узлов, собранных только на прихватках без применения приспособлений, обеспечивающих неизменность их формы, недопустимы.

4.16.6.4 К выполнению прихваток нужно предъявлять следующие требования:

- прихватки не должны быть расположены в местах пересечения сварных швов;

- качество выполнения прихваток должно соответствовать качеству сварных швов;

- высота прихваток должна быть 3 – 4 мм при толщине металла t от 6 до 15 мм; 5 – 6 мм – при t от 16 до 25 мм и 8 – 10 мм – при t>25 мм; длина прихваток должна быть не менее 50 мм при расстоянии между ними 300 – 500 мм.

4.16.6.5 До начала сварочных работ для всех собранных под сварку соединений резервуаров должны быть проконтролированы:

- геометрические параметры кромок элементов, подготовленных под сварку (величина угла скоса кромок, зазор в стыке, величина притупления, смещение кромок), должны соответствовать проектной документации;

- свариваемые кромки и прилегающие к ним участки шириной не менее 20 мм должны быть очищены от влаги, масла, окалины, ржавчины и других загрязнений до чистого металла. Кромки не должны иметь вырывов, расслоений, трещин и других дефектов;

- при сборке кромок конструктивных элементов под сварку необходимо приварить начальные и выводные планки для обеспечения требуемого качества каждого сварного шва на его начальных и конечных участках.

4.16.6.6 Вертикальные и горизонтальные стыки стенок резервуаров, а также стыковые соединения окраечных листов днища следует закреплять сборочными приспособлениями и поперечными гребенками.

4.16.6.7 При сборке стыковых соединений конструктивных элементов резервуара смещение кромок не должно превышать 10 % толщины металла.

4.16.6.8 При производстве сборочных работ запрещены ударные воздействия на металл сварных конструкций при температуре ниже 0 °С.

4.16.6.9 После окончания сварки и остывания сварного шва необходимо срезать начальные и выводные планки, а также сборочные приспособления. Удаление планок и приспособлений с применением ударного воздействия запрещается. Приваренные сборочные и монтажные приспособления, а также начальные и выводные планки следует удалять путем обработки шлифмашинкой или газовой резкой с припуском 1 – 2 мм, а затем припуск снять шлифовкой заподлицо с основным металлом, при этом толщина листов не должна выходить за пределы минусового допуска на прокат.

4.16.6.10 Перед сваркой обязательна просушка кромок каждого стыка окраек газовой горелкой для удаления влаги, скопившийся в зазоре между листами и подкладкой.

4.16.6.11 Требования к сборке листов центральной части днища следует определять в зависимости от конструктивного выполнения сварных соединений, предусмотренного проектом.

4.16.6.12 При сборке листов внахлестку следует контролировать величину нахлестки листов, предусмотренную проектом, величину зазора между листами, чистоту кромок, а также качество прихваток.

4.16.6.13 При сборке листов днища резервуара встык на подкладных полосах следует контролировать: величину зазора в стыке (указана в проекте и технологической карте); величину зазора между листами и подкладкой, которая должна быть не более 1 мм; смещение кромок; чистоту подготовки свариваемых кромок; жесткость закрепления стыков поперечными гребенками и скобами.

4.16.7 Требования к сборке листов стенки

4.16.7.1 При монтаже стенок резервуаров должна быть обеспечена устойчивость стенки против ветровых нагрузок.

4.16.7.2 Сборка листов стенки между собой и листами днища должна быть выполнена с применением сборочных приспособлений, обеспечивающих проектные зазоры в стыках, совмещение кромок в плоскости.

4.16.7.3 Предварительно каждый монтируемый лист стенки должен быть закреплен с помощью сборочных швеллеров.

4.16.7.4 К сварке вертикальных стыков каждого пояса разрешено приступать после определения последовательности выполнения сварных швов в соответствии с указаниями проектной документации и технологической карты сварки и приемки стыков под сварку руководителем сварочных работ.

4.16.7.5 К сварке горизонтальных кольцевых стыков следует приступать только после завершения сварки вертикальных стыков смежных поясов, удаления выводных планок, восстановления кромок в местах начала и окончания вертикальных стыков, сборки кольцевого стыка.

4.16.7.6 При разметке мест расположения люков и патрубков в корпусе резервуара должны быть выполнены нормативные требования по допускаемым расстояниям между сварными швами люков (патрубков), их усиливающих листов и корпуса.

4.16.7.7 Отверстия в стенке, вырезанные для установки патрубков или люков, должны быть обработаны шлифмашинкой таким образом, чтобы высота выступов не превышала 0,5 мм.

4.16.7.8 При подготовке к сварке листов и патрубков необходимо проконтролировать правильность подготовки кромок соединяемых элементов в соответствии с проектной документацией.

4.16.7.9 Предельные отклонения размеров и формы смонтированной стационарной крыши не должны превышать значений, приведенных в Руководстве [4].

4.16.7.10 Настил стационарной крыши может быть выполнен из рулонируемых полотнищ или из отдельных листов.

4.16.7.11 К сварке настила крыши следует приступать после приемки собранных конструктивных элементов и зачистки зон, подлежащих сварке, разбивки настила на сектора и технологические участки, определяющие последовательность сварочных работ.

5 Требования к сварке

5.1 Общие положения

5.1.1 Для изготовления резервуарных конструкций следует применять стыковые, угловые, тавровые и нахлесточные сварные соединения.

Конструктивные элементы сварных соединений и швов должны соответствовать для дуговой сварки в защитном газе ГОСТ 14771, а патрубков и люков-лазов – ГОСТ 16037.

5.1.2 Карты технологического процесса сварки отдельных сварных соединений вертикального резервуара приведены в приложениях 1, 2 и 3.

5.1.3 Сварка должна быть произведена при стабильном режиме. Колебания величины сварочного тока и напряжения в сети, к которой подключено сварочное оборудование, не должны превышать ±5 %.

5.1.4 Недопустимо выполнение каких-либо сварочных работ по поверхностям или соединениям, покрытым влагой, маслом, скоплениями окалины, шлака или другого рода загрязнениями. Недопустимо выполнение сварочных работ на резервуаре при дожде, снеге, если кромки элементов, подлежащих сварке, не защищены от попадания влаги в зону сварки.

5.1.5 Все сварные соединения на днище и стенке резервуаров при механизированной сварке должны быть выполнены, как правило, не менее чем в два слоя. Каждый слой сварных швов должен проходить визуальный и измерительный контроль, а обнаруженные дефекты должны быть устранены. Недопустимо возбуждать дугу и выводить кратер на основной металл за пределы шва.

5.1.6 Сварку резервуаров из углеродистых и низколегированных сталей следует проводить с использованием сварочных материалов, указанных в разделе 3.

5.1.7 Процесс сварки должен обеспечивать требуемые геометрические размеры швов и механические свойства сварных соединений. Форма шва должна обеспечивать плавный переход от толстого элемента к тонкому.

5.1.8 Заводские сварные соединения рулонных заготовок следует выполнять стыковыми.

Нахлесточное соединение со сваркой с одной стороны допустимо только при сборке элементов днища и крыши с величиной нахлеста не менее 30 мм для соединений листов днища или листов крыши при полистовой сборке (но не менее пяти толщин наиболее тонкого листа в соединении) и не менее 60 мм для соединений полотнищ днища или крыши.

5.1.9 При выполнении сварочных работ на открытых площадках участок, на котором производится сварка, необходимо защищать от атмосферных осадков и сквозняков. Выполнение сварочных работ в заводских условиях при температуре окружающего воздуха ниже 0° не допускается.

5.1.10 При сварке многопроходных швов после выполнения каждого прохода необходимо производить тщательную зачистку поверхности каждого валика от шлака и брызг, при этом шов и прилегающая к нему зона основного металла должны быть визуально осмотрены в целях выявления дефектов, выходящих наружу. При наличии подрезов, значительных неровностей и западаний между валиками, пор, шлаковых и вольфрамовых включений, превышающих допустимые размеры, необходимо производить их удаление наждачным кругом или другим механическим способом. Длина подреза не должна превышать 10 % длины шва для резервуаров II – IV классов опасности.

5.1.11 Перед сваркой поверхность кромок, а также прилегающая к ним зона основного металла шириной 20 мм должны быть зачищены от любых загрязнений. Не допускаются расслоения, закаты, трещины.

5.1.12 Перед сборкой под сварку должна быть произведена проверка поверхности и правильности обработки кромок в соответствии с требованиями проектной документации.

5.1.13 Максимальные катеты угловых сварных швов не должны превышать 1,2 толщины более тонкой детали в соединении. Минимальные катеты угловых швов должны быть приняты в соответствии с СП 16.13330.2017 (таблица 38).

Для деталей толщиной 4 – 5 мм катет углового шва должен быть равен 4 мм.

Для деталей большей толщины катет углового шва следует определять расчетом или конструктивно, но он должен быть не менее 5 мм. Катет углового шва крепления усиливающего листа к обечайке (трубе) патрубка или люка рекомендуется назначать в соответствии с Руководством [4, таблица 12].

5.1.14 Выпуклость или вогнутость углового шва не должна превышать более чем на 20 % величину катета шва.

5.1.15 Уменьшение катета углового шва допустимо не более 1 мм. Увеличение катета углового шва допустимо не более следующих значений:

- для катетов до 5 мм – 1,0 мм;

- для катетов свыше 5 мм – 2,0 мм.

5.1.16 В местах пересечения сварных швов и в местах исправления дефектов необходимо обеспечивать минимальную концентрацию напряжений за счет обеспечения плавного сопряжения шва с основным металлом.

5.1.17 Присоединение конструктивных элементов к стенке резервуара должно удовлетворять следующим требованиям:

- катет угловых швов крепления конструктивных элементов следует определять толщиной стенки и привариваемых элементов, и он не должен превышать 16 мм;

- постоянные конструктивные элементы следует располагать не ближе 100 мм от оси горизонтальных швов стенки и днища резервуара и не ближе 150 мм от оси вертикальных швов стенки, а также от края любого другого постоянного конструктивного элемента на стенке;

- приварка постоянных конструктивных элементов должна быть произведена через листовые накладки со скругленными углами, которые надо приваривать сплошным швом по всему контуру;

- временные конструктивные элементы (технологические приспособления) следует приваривать на расстояние не менее 50 мм от сварных швов стенки.

5.1.18 В целях уменьшения остаточных напряжений и деформаций сварку резервуаров рекомендуется выполнять одновременно несколькими сварщиками.

5.1.19 Все сварные швы подлежат клеймению, позволяющему установить сварщика, выполняющего эти швы. Клеймо следует наносить на расстоянии 40 – 60 мм от границы сварного шва при сварке. Если сварное соединение выполнялось несколькими сварщиками, то должны быть поставлены клейма в начале и конце шва. Взамен постановки клейм допускается составление исполнительных схем с подписями сварщиков.

У продольных швов клеймо должно находиться в начале и в конце шва на расстоянии 100 мм от кольцевого шва. На обечайке с продольным швом длиной менее 400 мм допускается ставить одно клеймо. Для кольцевого шва клеймо должно быть вбито в месте пересечения кольцевого шва с продольным. Клейма следует ставить с наружной стороны.

5.1.20 Сварку угловых швов, к которым предъявляется требование по герметичности, необходимо выполнять не менее чем в два прохода.

5.2 Сварка резервуарных металлоконструкций

5.2.1 При сварке резервуара должна быть соблюдена последовательность выполнения сварных швов.

5.2.2 Запрещается зажигать дугу на основном металле вне разделки кромок или вне зоны расположения сварного шва.

5.2.3 Способы выполнения швов по протяженности листа приведены в СТО НОСТРОЙ 2.10.64.

5.2.4 Каждый последующий валик многослойного шва сварных соединений следует выполнять после тщательной очистки предыдущего валика (слоя) от шлака, брызг металла. Участки шва с порами, кратерными трещинами должны быть удалены до наложения последующих слоев. Кратеры в местах обрыва дуги должны быть зашлифованы и заварены.

5.2.5 Ориентировочная длина технологических участков сварных швов при сварке приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Ориентировочная длина технологических участков (ступеней) сварных швов при механизированной сварке

Сварные соединения	Длина технологического участка, мм
Стыковые швы окраек	200 – 300
Поперечные швы центральной части днища	300 – 400
Продольные швы центральной части днища	400 – 700
Швы сопряжения центральной части днища с кольцом окраек	400 – 700
Уторный шов	400 – 700
Сварные швы стенки	400 – 500
Швы патрубков и усиливающих листов	200 – 400
Настил крыши	400 – 700

5.2.6 Начало и конец каждого технологического участка в наплавленном валике многослойного шва должны быть перекрыты последующим со смещением на 25 – 30 мм.

5.2.7 Горизонтальные швы большой протяженности с К-образной разделкой кромок следует делить на участки с таким расчетом, чтобы два сварщика могли заварить двусторонний шов на таком участке в течение одной смены.

5.2.8 В двусторонних стыковых соединениях перед выполнением шва с обратной стороны необходимо зачистить корень шва абразивным кругом до чистого бездефектного металла.

5.2.9 Сварку стыковых многослойных швов рекомендуется вести непрерывно до заполнения разделки. При вынужденных перерывах в проведении сварки технологический участок шва должен быть заполнен не менее чем на половину сечения с обеих сторон двустороннего шва и на 2/3 сечения для односторонних швов.

5.2.10 В процессе сварки необходимо обеспечивать плавный переход от шва к основному металлу. Величина выпуклости сварных швов не должна превышать значений, указанных в проектной документации и технологических картах. В случае если высота выпуклости сварных швов превышает допустимую, сварные швы следует зачистить шлифмашинкой.

5.2.11 При выполнении механизированной сварки в защитном газе в условиях ветра для обеспечения стойкости швов к порообразованию и получения требуемых механических свойств сварных соединений необходимо использовать сварочную проволоку только малого диаметра (1,2 мм), свободную от ржавчины и технологической смазки. Расход углекислого газа следует устанавливать в зависимости от скорости ветра в зоне выполнения работ.

5.2.12 Перед возбуждением сварочной дуги следует продуть шланги, удалить из них воздух и обдуть место сварки углекислым газом. После окончания сварки обрывать дугу следует после заплавления кратера, а газ подавать до полной его кристаллизации.

5.2.13 При сварке без разделки кромок угловых, тавровых или нахлесточных соединений в нижнем положении швы катетом до 8 мм можно выполнять за один проход на режиме: сварочный ток 250 – 320 А, напряжение 25 – 28 В. Швы больших катетов следует выполнять за два или несколько проходов. При сварке угловых швов в других пространственных положениях режим сварки следует выбирать таким же, как и при выполнении заполняющих слоев стыковых соединений.

5.2.14 При выполнении горизонтальных швов в CO_2 проволокой сплошного сечения для предотвращения стекания металла сварочной ванны и качественного формирования шва электрод следует направлять таким образом: корневые слои шва – при наклоне горелки вниз до 15^{o}, заполняющие – при горизонтальном положении электрода, а облицовочные слои – при наклоне электрода «снизу вверх» под углом до 15^{o}. При этом следует горелку перемещать по схеме поступательно-вращательного движения конца электрода.

5.2.15 Ширина каждого прохода обычно равна ширине слоя выполняемого шва, однако она не должна превышать 20 мм.

5.2.16 Ориентировочные режимы механизированной сварки плавящимся электродом в среде активных газов в различных пространственных положениях шва приведены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Ориентировочные режимы механизированной сварки в углекислом газе стыковых, угловых и тавровых соединений проволокой Св-08Г2С диаметром 1,2 мм

Пространственное положение шва	Слой шва	Сварочный ток обратной полярности, А	Напряжение дуги, В	Вылет электрода, мм
Нижнее	Корневой	140 – 210	19 – 22	10 – 15
	Заполняющие	180 – 320	20 – 28	10 – 15
	Облицовочные	160 – 320	20 – 28	10 – 15
Вертикальное	Корневой	140 – 180	19 – 22	10 – 15
	Заполняющие	160 – 220	19 – 24	10 – 15
	Облицовочные	140 – 160	19 – 22	10 – 15
Горизонтальное	Корневой	160 – 180	19 – 22	10 – 15
	Заполняющие	240 – 300	22 – 26	10 – 15
	Облицовочные	160 – 220	20 – 25	10 – 15
Потолочное	Все	140 – 160	18 – 20	10 – 15
Примечание – Расход CO_2 устанавливается в зависимости от скорости ветра.				

6 Термообработка врезок в стенку резервуаров

6.1 Листы стенок резервуаров толщиной свыше 25 мм для стали с пределом текучести менее 295 МПа и свыше 18 мм для стали с пределом текучести от 295 до 345 МПа, включающих врезки патрубков D_N=300 мм и более, должны быть термообработаны.

6.2 В состав термообрабатываемого узла входят: лист стенки, усиливающий лист или усиленная вставка, обечайка люка или патрубка, а также элементы зачистного люка.

Термообработку следует производить в печах по технологическому процессу, разработанному с учетом следующих рекомендаций:

- термообрабатываемый узел должен быть полностью собран на заводе и термообработан при температуре от плюс 590 °С до плюс 640 °С из расчета 25 минут на каждые 10 мм толщины листа стенки;

- при температуре не более плюс 315 °С узел должен быть помещен в печь со скоростью повышения температуры нагрева не более плюс 200 °С в час;

- не рекомендуется, чтобы во время нагрева перепад температуры узла превышал 150 °С;

- во время нагрева и периода выдержки атмосферу печи следует контролировать, чтобы избежать чрезмерного окисления поверхности обрабатываемого материала и непосредственного воздействия пламени на материал;

- узел следует охлаждать в печи до температуры плюс 400 °С со скоростью не более плюс 240 °С в час. Ниже температуры плюс 400 °С узел может быть охлажден на открытом воздухе при температуре не ниже плюс 5 °С.

6.3 После термообработки сварные швы узла подлежат визуальному и измерительному контролю, а затем контролю магнитопорошковым или капиллярным методом.

7 Контроль сварочных работ и сварных соединений

7.1 Контроль сварочных работ

7.1.1 В процессе монтажа резервуаров следует проводить контроль выполнения сварочных работ на стадиях входного и операционного контроля. Входной контроль следует проводить в соответствии с разделом 3.

7.1.2 При операционном контроле подлежат проверке:

- качество подготовки деталей для сварки;

- качество сборки перед сваркой;

- в процессе выполнения сварки – режим сварки, порядок наложения отдельных слоев, их форма, качество зачистки и наличие шлака между слоями, наружные дефекты в швах (несплавления, поры, трещины и др.).

7.2 Контроль сварных соединений

7.2.1 При сооружении резервуаров следует применять следующие методы контроля сварных соединений:

- механические испытания сварных соединений образцов-свидетелей;

- визуальный и измерительный контроль всех сварных соединений резервуара;

- контроль герметичности (непроницаемости) сварных швов с использованием проб «мел–керосин», ПВТ (течеискание), избыточного давления воздуха или ПВК (капиллярный контроль);

- физические методы для выявления наличия внутренних дефектов: РК или УЗК, а для контроля наличия поверхностных дефектов с малым раскрытием – магнитопорошковый контроль или цветная (капиллярная) дефектоскопия;

- гидравлические и пневматические прочностные испытания конструкции резервуара.

7.2.2 Визуальному и измерительному контролю следует подвергать 100 % длины всех сварных соединений резервуара.

7.2.3 Визуальный контроль должен быть произведен невооруженным глазом, в сомнительных случаях – с помощью лупы четырехкратного увеличения, а измерительный контроль – с использованием измерительных инструментов, щупов и шаблонов.

Визуальным и измерительным контролем должны быть проконтролированы в полном объеме поверхности проката, деталей, конструкций как до сварки, так и после сварки, а также поверхности сварных швов. Если визуальный и измерительный контроль выявил неудовлетворительные стыковые швы листов стенки, то их принятие или браковка должны быть основаны на результатах неразрушающих методов контроля.

7.2.4 Контролю на герметичность следует подвергать все сварные швы, обеспечивающие герметичность резервуара.

7.2.5 Контроль герметичности следует выполнять в соответствии с требованиями Руководства [4, раздел 8.4].

7.2.6 Объем контроля сварных соединений резервуаров физическими методами следует устанавливать в зависимости:

- от класса резервуара по степени опасности;

- категории сварного шва;

- уровня расчетных напряжений в сварном соединении;

- условий и режима эксплуатации резервуара, включая температуру эксплуатации, цикличность нагружения, сейсмичность района и др.

7.2.7 Рентгенографирование или гаммаграфирование следует выполнять после приемки сварных соединений визуальным и измерительным контролем.

7.2.8 Ультразвуковой контроль следует проводить для выявления внутренних дефектов (трещин, непроваров, шлаковых включений, газовых пор) с указанием количества дефектов, их эквивалентной площади, условной протяженности и координат расположения.

7.2.9 Ультразвуковой контроль следует проводить в соответствии с ГОСТ Р 55724.

7.2.10 Для соединений из деталей толщиной 6 мм и более вместо рентгенографического рекомендуется применять ультразвуковой контроль.

7.2.11 Объем контроля физическими методами сварных соединений стенок резервуаров в зависимости от класса опасности резервуаров представлен в таблице 7.1.

7.2.12 Магнитопорошковый контроль или контроль проникающими веществами (ПВК) следует проводить в целях выявления поверхностных дефектов основного металла и сварных швов, невидимых невооруженным глазом.

Магнитопорошковому контролю или ПВК (капиллярный контроль) подлежат: все вертикальные швы стенки и швы соединения стенки с днищем резервуаров, эксплуатируемых при температуре хранимого продукта свыше плюс 120 °С; сварные швы приварки люков и патрубков к стенке резервуаров после их термической обработки.

Таблица 7.1 – Объем контроля физическими методами сварных соединений стенок резервуаров

Зона контроля	Объем контроля сварных соединений стенок резервуаров, %			
	Резервуары IV класса	Резервуары III класса объемом, $м^3$		Резервуары II класса
		от 1 000 до 9 000	от 10 000 до 20 000	
Вертикальные сварные соединения в поясах:				
1; 2	20	25	50	100
3; 4	5	10	25	50
5; 6	2	5	10	25
остальные	–	–	5	10
Горизонтальные сварные соединения между поясами:				
1 – 2	3	5	10	15
2 – 3	1	2	5	5
3 – 4	–	–	2	2
остальные	–	–	–	2

Примечания

1 При выборе зон контроля преимущество следует отдавать местам пересечения швов.

2 Монтажные стыки резервуаров рулонной сборки объемом от 1 000 $м^3$ и более контролируются в объеме 100 % длины швов.

8 Исправление дефектов сварных соединений

8.1 Недопустимые дефекты, обнаруженные в процессе монтажа, должны быть устранены с последующим контролем исправленных участков.

8.2 Удаление дефектных сварных швов следует производить механическим методом (шлифмашинками или пневмозубилом) или воздушно-дуговой строжкой с последующей зашлифовкой поверхности реза.

8.3 Полнота удаления дефектов должна быть проверена визуальным и измерительным контролем и методами неразрушающего контроля: капиллярной или магнитопорошковой дефектоскопией либо травлением.

8.4 Исправление дефектов без заварки мест их выборки допускается в случае сохранения минимально допустимой толщины стенки детали в месте максимальной глубины выборки.

8.5 Исправление подрезов основного металла должно быть произведено после зачистки до чистого металла шва и основного металла, прилегающего к подрезам. Исправление подрезов, углублений между валиками следует производить путем наплавки. Валики между собой и крайние валики с основным металлом должны иметь плавное сопряжение.

8.6 Исправленные участки сварного шва должны быть подвергнуты повторному визуальному и измерительному контролю или контролю физическими методами. Если в исправленном участке вновь будут обнаружены дефекты, ремонт сварного шва должен быть выполнен при обязательном контроле всех технологических операций руководителем сварочных работ.

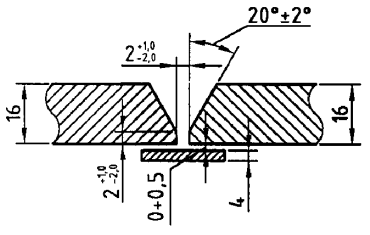
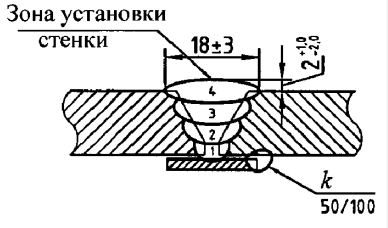
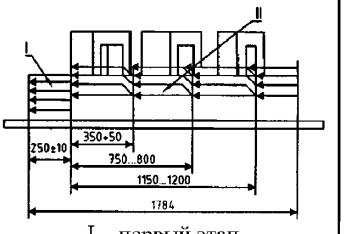
Выполнение троекратного ремонта сварных соединений в одной и той же зоне конструкций должно быть согласовано с разработчиком технологического проекта.

8.7 Удаление технологических приспособлений, закрепленных сваркой к корпусу резервуара, должно быть произведено механическим способом или кислородной резкой с последующей зачисткой мест их приварки заподлицо с основным металлом и контролем качества поверхности в этих зонах. Вырывы основного металла или подрезы в указанных местах недопустимы.

Приложение 1

Технологическая карта сварки стыковых соединений окраечных листов днищ резервуара (МП-01-ОХНВП/С19)

Наименование	Обозначения (показатели)
Нормативный документ	СТО-СА-03-002-2009 [5]
Способ сварки	МП
Основной материал (марки)	09Г2С-12 (С345)
Основной материал (группа)	1
Сварочные материалы	Св-08Г2С, CO_2
Толщина свариваемых деталей, мм	16
Тип шва	СШ
Тип соединения	С
Вид соединения	ос(сп)
Условное обозначение соединения	С19
Положение при сварке	Н1

Конструкция соединения	Конструктивные элементы шва	Порядок сварки
		 I – первый этап II – второй этап

Сварочное оборудование (тип): Kempomig 3200 (ПДУ).

Метод подготовки и очистки: механический, на ширину 20 мм в обе стороны от стыка.

Требования к сборке и прихватке: закрепление стыка выполнить сборочными скобами и поперечными гребенками. В качестве выводных планок использовать удлиненные подкладные пластины. Количество прихваток 3 – 4 штуки (длина 20 – 30 мм и высота до 5 мм), равномерно проставленных по длине.

Технологические параметры сварки

Номер слоя	Диаметр проволоки, мм	Род и полярность тока	Сварочный ток, А	Напряжение дуги, В	Вылет электрода, мм	Скорость подачи проволоки, м/мин	Скорость сварки, м/ч	Расход защитного газа, л/мин
1	1,2	Постоянный, обратная	140 – 210	19 – 22	10 – 15	3,2 – 3,5	15 – 18	20 – 60
2			180 – 320	22 – 28		3,5 – 4,1		

Технологические требования к сварке

Сварка окрайки:

- 1-й этап. Выполнить сварку начального участка стыков окраек зоны расположения элементов стенки ниточными валиками обратноступенчатым способом;

- 2-й этап. Выполнить сварку после последовательного выполнения операций сборки, сварки и контроля качества полотен центральной части днища, сборки, сварки вертикальных и горизонтальных швов между поясами и контролем качества не менее трех поясов стенки.

После окончания сварки всего стыка и его остывания удалить гребенки и скобы, а места их крепления зашлифовать. По окончании сварки первого слоя шва зачистить его от шлака и брызг и произвести визуальный и измерительный контроль. Обнаруженные дефекты вышлифовать и отремонтировать. Аналогично выполнить второй и третий слои с очисткой их от шлака.

Перед гашением дуги заполнить кратер путем постепенного отвода электрода и вывода дуги назад на 10 – 15 мм. Последующее зажигание дуги следует производить на металле шва на расстоянии 12 – 18 мм от кратера или на выводных планках.

Стык сваривать без перерыва. Не прекращать сварку до заполнения половины высоты разделки по всей длине. До полного окончания сварки стыка нельзя подвергать его механическим воздействиям.

При обнаружении дефектов дефектное место удалить механическим способом до «чистого» металла и заварить вновь.

При сварке высота валика должна быть 2 – 4 мм, ширина 5 – 8 мм.

При сварке на сквозняке расход защитного газа необходимо увеличить в 1,5 раза.

При сварке в защитном газе перед возбуждением сварочной дуги следует обдуть место сварки защитным газом для вытеснения воздуха из зоны сварки в целях предупреждения образования пор в начале шва.

После окончания сварки обрывать дугу следует после заплавления кратера. Кратер необходимо обдувать защитным газом до полного затвердевания металла, что исключает возможность вредного влияния воздуха на металл шва. Произвести очистку швов от шлака и брызг металла, проставить клейма сварщиков.

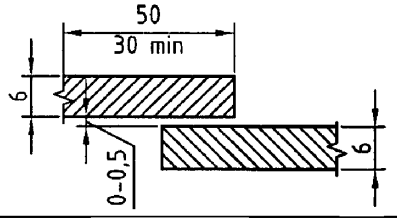
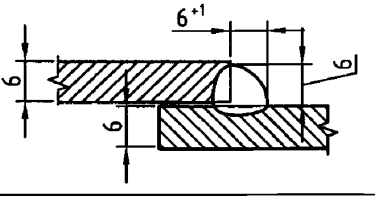
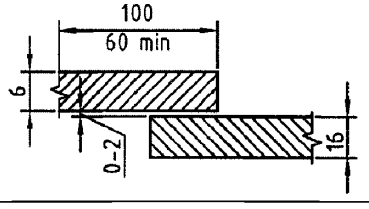
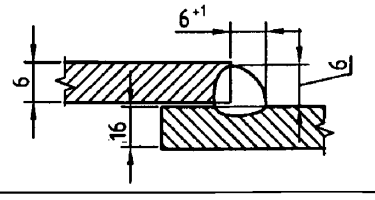
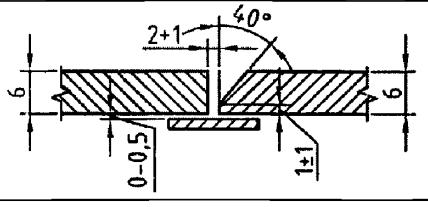
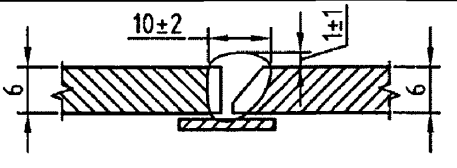
Требования к контролю сварных соединений

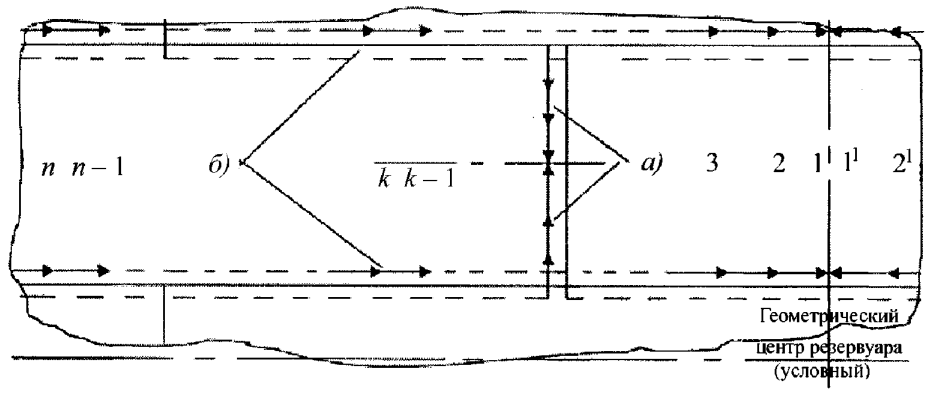
Метод контроля	Наименование (шифр) НД		Объем контроля	
	по методике контроля	по оценке качества	%	кол-во образцов
Визуальный и измерительный	РД 03-606-03 [10]	СТО СА 03-002-2009 [5, пункты 19.4, 19.5]	100	–
Радиографический	ГОСТ 7512	СТО СА 03-002-2009 [5, пункт 19.7]	В соответствии с разделом 7	

Приложение 2

Технологическая карта сварки нахлесточных соединений днищ резервуара (МП-02-ОХНВП/Н1)

Наименование	Обозначения (показатели)
Нормативный документ	СТО-СА-03-002-2009 [5]
Способ сварки	МП
Вид свариваемых деталей	Л
Основной материал (марки)	Ст3сп (С255)
Основной материал (группа)	1
Сварочные материалы (марки)	Св-08Г2С, CO_2
Толщина свариваемых деталей, мм	6
Тип шва	СШ
Тип соединения	С
Вид соединения	ос(бп)
Условное обозначение соединения	по СТО-СА-03-002-2009 [5, формы Н1, С10]
Положение при сварке	Н1

Конструкция соединения	Конструктивные элементы шва
Продольные швы днища (б), нахлест l = 50 мм, форма подготовки кромок Н1, 6 мм	
	
Полотнища днища с окрайкой, нахлест l = 100 мм (min 60 мм), форма подготовки кромок Н1, 16 мм	
	
Поперечные швы днища (а), форма подготовки кромок С10	
	



а) – поперечные швы днища, *б)* – продольные швы днища

Рисунок 1 – Порядок сварки

Сварочное оборудование (тип): Kempomig 3200 (ПДУ).

Метод подготовки и очистки: механический на ширину 50 мм в обе стороны от стыка.

Требования к сборке и прихватке: прихватки (длина 30 – 50 мм, шаг 300 – 350 мм, катет 3 – 4 мм).

Технологические параметры сварки

Номер слоя	Диаметр проволоки, мм	Род и полярность тока	Сварочный ток, А	Напряжение дуги, В	Вылет электрода, мм	Скорость подачи проволоки, м/мин	Скорость сварки, м/ч	Расход защитного газа, л/мин
1	1,2	Постоянный, обратная	210 – 250	24 – 26	10 – 15	3,2 – 3,5	15 – 18	20 – 60
2			190 – 230	22 – 24		3,5 – 4,1		

Технологические требования к сварке

Сварить элементы центральной части днища, за исключением швов периметра, центрального продольного нахлесточного соединения, участков продольных соединений длиной 600 – 2000 мм, примыкающих к окрайке. Эти швы, а также оставшуюся часть стыков окраек, сварить после монтажа и сварки не менее чем трех поясов стенки резервуара. Сварку следует проводить обратноступенчатым способом с длиной ступени 250 – 400 мм: поперечные стыки от оси симметрии листового элемента каждого ряда к краям. Очистить слой шва от шлака и проконтролировать его визуальным и измерительным контролем. Устранить выявленные дефекты.

Перед гашением дуги заполнить кратер путем постепенного отвода электрода и вывода дуги назад на 10 – 15 мм. Последующее зажигание дуги следует производить на металле шва на расстоянии 12 – 18 мм от кратера или на выводных планках.

Стык сваривать без перерыва. Не прекращать сварку до заполнения половины высоты разделки по всей длине. До полного окончания сварки стыка нельзя подвергать его механическим воздействиям.

При сварке высота валика должна быть 2 – 4 мм, ширина 5 – 8 мм.

При сварке на сквозняке расход защитного газа необходимо увеличить в 1,5 раза.

При сварке в защитном газе перед возбуждением сварочной дуги следует обдуть место сварки защитным газом для вытеснения воздуха из зоны сварки в целях предупреждения образования пор в начале шва.

После окончания сварки обрывать дугу следует после заплавления кратера. Кратер необходимо обдувать защитным газом до полного затвердевания металла, что исключает возможность вредного влияния воздуха на металл шва. Произвести очистку швов от шлака и брызг металла, проставить клейма сварщиков.

Требования к контролю сварных соединений

Метод контроля	Наименование (шифр) НД		Объем контроля	
	по методике контроля	по оценке качества	%	кол-во образцов
Визуальный и измерительный	РД 03-606-03 [10]	СТО-СА-03-002-2009 [5, пункты 19.4, 19.5]	100	–

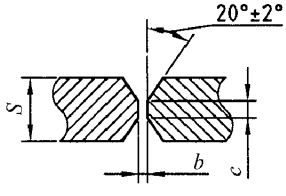
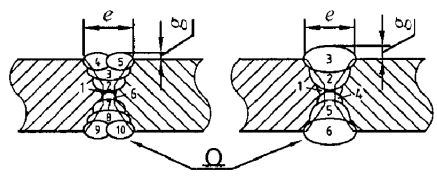
Организация (предприятие)		ФИО	Подпись	Дата
Утвердил	Главный инженер			
Проверил	Ведущий инженер			
Разработал	Технолог			

Приложение 3

Технологическая карта сварки вертикальных швов стенки резервуара (МП-03-ОХНВП/С25)

Наименование	Обозначения (показатели)
Нормативный документ	СТО-СА-03-002-2009 [5]
Способ сварки	МП
Вид свариваемых деталей	Л
Основной материал (марки)	09Г2С-15 (С345)
Основной материал (группа)	1
Сварочные материалы (марки)	Св-08Г2С, CO_2
Толщина свариваемых деталей, мм	(26+26), (22+22), (18+18), (16+16), (14+14)
Тип шва	СШ
Тип соединения	С
Вид соединения	дс(бз)
Условное обозначение соединения	по СТО-СА-03-002-2009 [5, форма С25]
Положение при сварке	В1

Эскиз сварного соединения

Конструкция соединения	Конструктивные элементы шва	Порядок сварки
1 – 2 пояс 	3 – 6 пояс 	

S, мм	*b**, мм	*c*, мм	*e*, мм	*g*, мм	Число слоев
26	2^{+1}_{-2}	2^{+1}_{-2}	15±2	2^{+1}_{-2}	6 – 7
22	2^{+1}_{-2}	2^{+1}_{-2}	15±2	2^{+1}_{-2}	5 – 6
18	1±1	1±1	12±2	1±1	4 – 5
16	1±1	1±1	10±2	1±1	4 – 5
14	1±1	1±1	10±2	1±1	4
* На монтаже допускается увеличение зазора не более чем на 1 мм.					

Сварочное оборудование (тип): Kempomig 3200 (ПДУ).

Метод подготовки и очистки: механический с наружной и с тыльной сторон на ширину 20 мм.

Требования к сборке и прихватке: вертикальный стык закрепить с помощью монтажных приспособлений, без прихваток в стыке. Перед сваркой установить выводные пластины.

Технологические параметры сварки

Номер слоя (валика)	Диаметр проволоки, мм	Род и полярность тока	Сварочный ток, А	Напряжение дуги, В	Вылет электрода, мм	Скорость подачи проволоки, м/мин	Скорость сварки, м/ч	Расход защитного газа, л/мин
1	1,2	Постоянный, обратная	140 – 180	19 – 22	10 – 15	3,2 – 3,5	15 – 18	20 – 60
2 и др.			160 – 220	22 – 24		3,5 – 4,1		

Технологические требования к сварке

Стык сварить прихватками (длиной 20 – 30 мм, высотой 3 – 5 мм) через 150 – 300 мм. Установить на верхней кромке стыка выводную планку из стали Ст3 или ей равноценной, сварить с кромкой стенки.

Сварку выполнять обратноступенчатым способом каждого участка (I – IV). Длина ступени 200 – 300 мм. После заполнения разделки с внутренней стороны стенки скобы убрать, зачистить корень шва. Сварку внешней половины швов следует проводить по аналогии со сваркой с внутренней стороны.

Перед гашением дуги заполнить кратер путем постепенного отвода электрода и вывода дуги назад на 10 – 15 мм. Последующее зажигание дуги следует производить на металле шва на расстоянии 12 – 18 мм от кратера или на выводных планках.

Стык сваривать без перерыва. До полного окончания сварки стыка нельзя подвергать его механическим воздействиям.

После завершения сварки корневого слоя шва следует выполнить визуальный осмотр его поверхности. Участки с излишней выпуклостью (или с поверхностными дефектами) зашлифовать, обеспечив одинаковую высоту валика по всей длине сварного соединения. Обработать шлифмашинкой (при необходимости) обратную сторону корневого слоя. При сварке облицовочных слоев следить за соблюдением требуемой геометрии шва. По окончании сварки каждого слоя следует производить очистку швов от шлака и брызг металла. В процессе сварки увод кромок регулировать с помощью сборочных приспособлений.

При обнаружении дефектов дефектное место удалить механическим способом до «чистого» металла и заварить вновь.

При сварке высота валика должна быть 2 – 4 мм, ширина 5 – 8 мм.

При сварке на сквозняке расход защитного газа необходимо увеличить в 1,5 раза.

При сварке в защитном газе перед возбуждением сварочной дуги следует обдуть место сварки защитным газом для вытеснения воздуха из зоны сварки в целях предупреждения образования пор в начале шва.

После окончания сварки обрывать дугу следует после заплавления кратера. Кратер необходимо обдувать защитным газом до полного затвердевания металла, что исключает возможность вредного влияния воздуха на металл шва. Произвести очистку швов от шлака и брызг металла, проставить клейма сварщиков.

Требования к контролю сварных соединений

Метод контроля	Наименование (шифр) НД		Объем контроля	
	по методике контроля	по оценке качества	%	кол-во образцов
Визуальный и измерительный	РД 03-606-03 [10]	СТО-СА-03-002-2009 [5, пункты 19.4, 19.5]	100	–
Радиографический	ГОСТ 7512	СТО-СА-03-002-2009 [5, пункт 19.7]	В соответствии с нормативным документом	

Организация (предприятие)		ФИО	Подпись	Дата
Утвердил	Главный инженер			
Проверил	Ведущий инженер			
Разработал	Технолог			

Библиография

[1]	ПБ 03-273-99	Правила аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства
[2]	РД 03-495-02	Технологический регламент проведения аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства
[3]	ПБ 03-440-02	Правила аттестации персонала в области неразрушающего контроля
[4]	Руководство по безопасности вертикальных цилиндрических стальных резервуаров для нефти и нефтепродуктов (приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору № 780 от 26.12.12 г.)	
[5]	СТО СА 03-002-2009	Правила проектирования, изготовления и монтажа цилиндрических стальных резервуаров для нефти и нефтепродуктов
[6]	РД 03-613-03	Порядок применения сварочных материалов при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов
[7]	РД 03-614-03	Порядок применения сварочного оборудования при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов
[8]	РД 03-615-03	Порядок применения сварочных технологий при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов
[9]	ВСН 311-89	Монтаж стальных вертикальных цилиндрических резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов объемом от 100 до 50000 $м^3$
[10]	РД 03-606-03	Инструкция по визуальному и измерительному контролю

Приложение Е

(рекомендуемое)

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ

«Ручная дуговая сварка покрытыми электродами соединений арматуры, арматурных и закладных изделий железобетонных конструкций»

(ТИ-РД-СК2)

2014 г.

Содержание

1 Область применения 140
2 Нормативные ссылки 140
3 Подготовка сварочного производства 141
4 Сборка под сварку 145
5 Требования к сварке 147
6 Контроль сварочных работ и сварных соединений 148
7 Исправление дефектов сварных соединений 151
Приложение 1 Технологическая карта сварки стыковых соединений вертикальных стержней на стальной скобе-накладке (РД 01-СК/С19-Рм) 152
Приложение 2 Технологическая карта сварки нахлесточных соединений, выполняемых ручной дуговой сваркой протяженными швами (РД 02-СК/Н1-Пш) 155
Библиография 157

1 Область применения

1.1 Технологическую инструкцию следует применять для выполнения сборочно-сварочных работ арматуры, арматурных и закладных изделий железобетонных конструкций.

1.2 Инструкция распространяется на стержневой арматурный прокат диаметром от 8 до 40 мм, выпускаемый:

- по ГОСТ 5781 для горячекатаной арматуры классов А240, А300, Ас300, А400, А600, А800;

- ГОСТ 10884 для термомеханически упрочненной арматуры классов Ат500С, Ат600С;

- ГОСТ Р 52544 для горячекатаной, холоднотянутой и термомеханически упрочненной арматуры классов А500С, В500С;

- ТУ 14-1-5596-2010 [1] для термомеханически упрочненной арматуры класса А600С.

1.3 Инструкция включает сварные соединения по ГОСТ 14098: крестообразные – К3-Рп; стыковые – С7-Рв, С10-Рв, С15-Рс, С19-Рм, С21-Рн, С23-Рэ; нахлесточные – Н1-Рш; тавровые – Т12-Рз.

1.4 Инструкция содержит требования к подготовке под сварку, сборке стыков, ручной дуговой сварке покрытыми электродами, контролю сварных соединений.

2 Нормативные ссылки

В настоящей инструкции использованы нормативные ссылки на следующие стандарты и своды правил:

ГОСТ 380–2005 Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки

ГОСТ 535–2005 Прокат сортовой и фасонный из стали углеродистой обыкновенного качества. Общие технические условия

ГОСТ 5781–82 Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций. Технические условия

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

ГОСТ 9467–75 Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей. Типы

ГОСТ 10884–94 Сталь арматурная термомеханически упрочненная для железобетонных конструкций. Технические условия

ГОСТ 10922–2012 Арматурные и закладные изделия, их сварные, вязаные и механические соединения для железобетонных конструкций. Общие технические условия

ГОСТ 14098–2014 Соединения сварные арматуры и закладных изделий железобетонных конструкций. Типы, конструкции и размеры

ГОСТ 14637–89 Прокат толстолистовой из углеродистой стали обыкновенного качества. Технические условия

ГОСТ 19281–89 Прокат из стали повышенной прочности. Общие технические условия

ГОСТ 23858–79 Соединения сварные стыковые и тавровые арматуры железобетонных конструкций. Ультразвуковые методы контроля качества. Правила приемки

ГОСТ Р 52544–2006 Прокат арматурный свариваемый периодического профиля классов А500С и В500С для армирования железобетонных конструкций. Технические условия

СП 63.13330.2012 «СНиП 52-01-03 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения»

СП 70.13330.2012 «СНиП 3.03.01 Несущие и ограждающие конструкции»

СТО 02495307-002-2008 Ультразвуковой контроль сварных соединений арматуры в железобетонных конструкциях

СТО 02495307-004-2009 Контроль качества арматурно-сварочных работ в железобетонных конструкциях

3 Подготовка сварочного производства

3.1 Требования к квалификации сварщиков, специалистов сварочного производства и контролеров

3.1.1 Сварку арматуры железобетонных конструкций должны проводить сварщики, аттестованные в соответствии с ПБ 03-273-99 [2] и РД 03-495-02 [3].

К сварке арматуры, арматурных и закладных изделий допускаются сварщики, имеющие квалификационный разряд по ЕТКС не ниже 4-го. При этом сварщики, выполняющие соединения типов С7-Рв, С10-Рв, С15-Рс, С19-Рм, должны иметь квалификацию не ниже 5-го разряда.

3.1.2 Сварщик, впервые приступающий к сварке на данном объекте, должен перед допуском к работе сварить допускные образцы, идентичные свариваемой конструкции по пространственному положению, маркам стали, диаметрам и толщинам, сварочным материалам, оборудованию, технике и технологии сварки. Сварку допускных образцов следует проводить в условиях, аналогичных условиям, в которых будет выполнена сварка конструкции.

3.1.3 Качество допускных сварных соединений следует определять визуальным и измерительным контролем, а также механическими испытаниями с оценкой результатов по ГОСТ 10922 в объеме, определяемом руководителем сварочных работ.

3.1.4 При неудовлетворительных результатах контроля разрешается повторная сварка допускных образцов. При неудовлетворительных результатах повторного контроля сварщик к сварке не допускается.

3.1.5 Руководство сварочными работами имеет право выполнять специалист сварочного производства, имеющий аттестационное свидетельство не ниже II уровня профессиональной подготовки.

Форма журнала сварочных работ приведена в СП 70.13330.2012 (приложение В).

3.1.6 К контролю сварных соединений допускаются специалисты по контролю сварных соединений, аттестованные в соответствии с ПБ 03-440-02 [4].

3.2 Свариваемые материалы

3.2.1 Перед передачей в работу свариваемые материалы должны пройти входной контроль, который включает:

- проверку наличия или документа о качестве на заводские арматурные и закладные изделия (паспорта, сертификата), полноты приведенных в нем данных и соответствия этих данных требованиям стандартов, технических условий, проектной документации;

- проверку наличия заводской маркировки на листовом и фасонном прокате и соответствия ее сертификатным или паспортным данным;

- проверку наличия сертификатов и бирок на арматурном прокате и совпадения номеров плавок в сертификатах и на бирках;

- осмотр металла для выявления недопустимых поверхностных дефектов и повреждений, регламентированных соответствующими нормативными документами.

3.2.2 При отсутствии сертификатов на арматурный и плоский прокат или несовпадении данных на бирках с данными сертификатов применение этого металла не допускается. В этом случае возможны выполнение химического анализа и проведение необходимых механических испытаний для идентификации металла.

3.2.3 Арматура, сортовой и фасонный прокат, закладные изделия должны храниться в крытых помещениях или под навесами.

3.2.4 Для плоских элементов закладных изделий следует применять плоский и фасонный прокат по ГОСТ 535 или толстолистовой прокат по ГОСТ 14637 из углеродистой стали

обыкновенного качества по ГОСТ 380, допустимо для плоских элементов закладных изделий применение низколегированных сталей по ГОСТ 19281.

3.3 Электроды для ручной дуговой сварки

3.3.1 Перед применением каждой партии сварочных материалов следует провести входной контроль:

- на наличие документа о качестве (сертификата), полноты приведенных в нем данных и их соответствие требованиям стандартов, технических условий или паспорта на конкретные сварочные материалы;

- наличие на каждом упаковочном месте (пачке, коробке и др.) соответствующих этикеток (ярлыков) или бирок с проверкой полноты указанных в них данных;

- сохранность упаковок и самих материалов.

3.3.2 При отсутствии документа о качестве и в случае расхождения его данных с требованиями соответствующего нормативного документа партия сварочных электродов к использованию не допускается.

3.3.3 Электроды перед использованием должны быть прокалены по режимам, указанным на этикетках или бирках. Прокаленные сварочные материалы необходимо хранить в оборудованных кладовых с температурой окружающего воздуха не ниже плюс 15 °С и влажностью не более 50 %, отдельно по партиям, маркам и диаметрам в условиях, предохраняющих их от увлажнения и механических повреждений.

3.3.4 Электроды с основным (фтористо-кальциевым) покрытием следует использовать в течение 5 суток после прокалки, остальные электроды – в течение 15 суток. При хранении электродов в сушильном шкафу при температуре плюс 80 °С ±20 °С срок их использования не ограничен. Прокаливание электродов более двух раз не рекомендуется.

3.3.5 Количество сварочных материалов на рабочем месте сварщика не должно превышать полусменной потребности. Оставшиеся в конце смены сварочные материалы должны быть возвращены в кладовую для хранения сварочных материалов.

3.3.6 На рабочих местах сварщики должны быть обеспечены пеналами для хранения электродов.

3.3.7 Для ручной дуговой сварки арматуры, арматурных и закладных изделий должны быть применены электроды, удовлетворяющие требованиям ГОСТ 9466 и ГОСТ 9467. При сварке арматуры разных классов между собой следует применять электроды, рекомендуемые для стали большей прочности. К применению допускаются сварочные материалы, аттестованные в соответствии с РД 03-613-03 [5].

3.3.8 Тип электродов следует выбирать по СП 70.13330.2012 (таблица 10.5) в зависимости от класса арматуры и типа соединения по ГОСТ 14098. Рекомендуемые типы электродов приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Рекомендуемые типы электродов*

Тип соединения	Класс арматуры							
	А240	А300	Ас300	А400 А400С	А600 А800 А1000	Ат500С, Ат600С	А500С, А600С***	В500С
К3-Рп	Э42, Э42А	Э42, Э42А	–	Э42А, Э46А		Э50А, Э55 Э60	Э50А, Э55, Э60	–
С7-Рв	Э42А, Э46	–	Э50А	Э55, Э60	–	–		–
С10-Рв	Э42А, Э46	–	Э50А	Э55, Э60	–	–		–
С15-Рс	Э42А, Э46	–	Э50А	Э55, Э60	–	Э60	Э50А, Э55, Э60	–
С19-Рм	Э42А, Э46	–	Э50А	Э55, Э60	–	Э60	Э50А, Э55, Э60	–
С21-Рн	Э42, Э42А	–	Э50А	Э46, Э46А	Э50А, Э55, Э60	Э60	Э50А, Э55, Э60	Э50А
Н1-Рш	Э46, Э46А	–	Э50А	Э46, Э46А	Э50А, Э55, Э60	–	Э50А, Э55, Э60	–
С23-Рэ	Э42, Э42А	–	Э46, Э46А	Э46, Э46А	Э55	Э60	Э50А, Э55, Э60	Э50А
Т12-Рз	Э42А, Э46	Э42А, Э46	Э46А, Э50А	Э46А, Э50А	–	Э55**	Э50А, Э55 Э60	Э50А

* Допускается применение других типов электродов, сварочно-технологические свойства которых не хуже указанных в таблице для конкретного типа сварного соединения и класса арматурной стали.

** Только для соединений арматуры Ат500С.

*** Для сварки всех соединений арматуры А600С применять электроды Э60.

На рабочем месте электроды должны находиться в закрывающихся коробках (пеналах) из влагонепроницаемого материала.

3.4 Сварочное оборудование

3.4.1 Для ручной дуговой сварки арматуры, арматурных и закладных изделий следует применять инверторные источники питания дуги с номинальным током 300 – 350 А, а также сварочные источники постоянного тока типов ВД, ВДУ, ВДВ и многопостовые источники питания с балластными реостатами. Полярность тока при сварке, как правило, обратная, за исключением некоторых марок электродов. Сварка переменным током не рекомендуется.

3.4.2 В организации – владельце сварочного оборудования должен быть составлен график технического обслуживания и ремонтов (текущий, капитальный) сварочного оборудования

и поверки средств измерений. Периодичность технического обслуживания и ремонтов должна соответствовать указаниям в паспортах изготовителей.

3.4.3 Оборудование перед использованием должно быть проконтролировано:

- на наличие паспорта завода-изготовителя;

- комплектность и исправность;

- действие срока последнего технического обслуживания в соответствии с утвержденным графиком технического обслуживания и ремонта;

- срок действия поверки контрольно-измерительных приборов.

3.4.4 Сварочное оборудование следует подключать к отдельному фидеру. Колебания напряжения сети, к которому подключено сварочное оборудование, не должны превышать ±5 % номинального значения.

Не допускается сварка с использованием неисправного оборудования, при ненадежных электрических сетях, перебоях в подаче электроэнергии, а также при колебаниях напряжения в сети более 5 %.

3.4.5 Сварочное оборудование должно быть аттестовано в соответствии с требованиями РД 03-614-03 [6].

3.5 Требования к организации сварочного производства

Организация – производитель сварочных работ должна пройти процедуры проверки готовности на использование аттестованной сварочной технологии в соответствии с РД 03-615-03 [7].

4 Сборка под сварку

4.1 Типы сварных соединений для различных классов арматуры и номинальных диаметров стержней приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Типы сварных соединений

Класс арматуры	Диаметр арматуры, мм								
	Тип соединения по ГОСТ 14098								
	К3-Рп	С7-Рв	С10-Рв	С15-Рс	С19-Рм	С21-Рн	С23-Рэ	Н1-Рш	Т12-Рз
А240	10 – 40	20 – 40	20 – 40	20 – 40	20 – 40	10 – 40	10 – 25	10 – 32	8 – 40
А300	10 – 32	–	–	–	–	–	–	10 – 32	10 – 40
Ас300	–	20 – 40	20 – 40	20 – 40	20 – 40	10 – 40	10 – 25	10 – 32	10 – 40
А400	10 – 28	20 – 40	20 – 40	20 – 40	20 – 40	10 – 40	10 – 25	10 – 32	8 – 40
А600	–	–	–	–	–	10 – 32	–	10 – 32	–
А800	–	–	–	–	–	10 – 32	–	10 – 32	–
Ат500С	10 – 32	–	–	20 – 32	20 – 32	10 – 32	10 – 18	10 – 32	8 – 18
Ат600С	10 – 32	–	–	20 – 32	20 – 32	10 – 32	10 – 18	10 – 32	–
А500С	10 – 40	–	–	20 – 40	20 – 40	10 – 40	10 – 25	10 – 32	10 – 40
А600С	10 – 40	–	–	20 – 40	20 – 40	10 – 40	10 – 25	10 – 32	10 – 40
В500С	–	–	–	–	–	10 – 12	10 – 12	10 – 12	8 – 12

4.2 Выпуски арматуры, арматурные стержни, поверхности плоских элементов закладных изделий должны быть очищены до чистого металла на всю длину контакта стержней плюс 20 мм, на поверхности плоских элементов шириной 50 – 100 мм – симметрично оси сварного соединения в зависимости от диаметра арматуры от следов бетона, грязи, ржавчины, краски и других загрязнений. Вода, в том числе конденсационная, снег или лед должны быть удалены с поверхности стержней, закладных изделий и соединительных деталей путем нагревания их пламенем газовых горелок или паяльных ламп до температуры не выше плюс 150 °С.

4.3 Сборные железобетонные конструкции, монтируемые только на выпусках стержней, должны быть собраны в кондукторах, обеспечивающих их проектное положение на прихватках в процессе монтажа.

Монтаж выпусков стержней железобетонных конструкций, удерживаемых краном, не допускается.

4.4 Заготовку (отрезку) стержней арматуры и проката в заводских условиях следует выполнять механической обработкой, абразивными отрезными кругами или газопламенной резкой.

4.5 Скобы-накладки, закладные изделия и арматурные каркасы (сетки) с допустимыми для транспортировки габаритами рекомендуется изготавливать на заводах металлоконструкций. Каждая партия скоб-накладок, закладных и арматурных изделий должна иметь паспорт (сертификат).

4.6 При их изготовлении на приобъектном участке заготовки следует вырезать газопламенной резкой с последующим удалением грата абразивным инструментом. Запрещена резка арматуры и заготовок электрической дугой.

4.7 Углы скоса кромок стержней в стыковых соединениях, размеры раззенкованного отверстия таврового соединения, длина накладок и длина нахлеста стержней должны соответствовать требованиям ГОСТ 14098.

4.8 Сборка элементов под сварку должна быть выполнена на прихватках. После сборки под сварку несоосность стыкуемых арматурных стержней, переломы их осей, смещение, створность накладок и другие допустимые отклонения размеров элементов сварных соединений от проектного положения должны соответствовать требованиям ГОСТ 10922–2012 (таблицы 1 и 2) или СТО 02495307-004.

4.9 В процессе сборки должно быть исключено попадание влаги, масла и других загрязнений в зону сварного шва и на прилегающие поверхности.

4.10 Недопустимо наличие ожогов и подплавления электрической дугой на поверхности рабочих стержней и плоских элементах закладных изделий. Ожоги должны быть зачищены абразивным кругом на глубину не менее 0,5 мм. При этом уменьшение площади сечения

стержня (углубление в основной металл) не должно превышать 3 %. Места механической зачистки должны иметь плавные переходы к телу стержня, а риски от абразивной обработки должны быть направлены вдоль стержня.

4.11 Прихватки должны быть выполнены теми же сварочными материалами, которые будут применены для сварки, и по возможности теми же сварщиками, которые будут выполнять данное сварное соединение.

4.12 Прихватки следует выполнять на тех же режимах, на которых будет выполнен сварной шов. После наложения прихватки прилегающие поверхности должны быть зачищены от шлака, брызг металла и проконтролированы визуальным контролем. К качеству прихваток следует предъявлять такие же требования, что и к сварному шву. Прихватки, имеющие недопустимые дефекты, должны быть удалены абразивным инструментом.

5 Требования к сварке

5.1 Режимы сварки различных типов соединений арматуры, арматурных и закладных изделий следует назначать по РТМ 393-94 [8] и уточнять по результатам сварки контрольных образцов. Ориентировочные режимы сварки конкретных соединений указаны в соответствующих технологических картах.

5.2 При температуре окружающего воздуха ниже 0 °С сварочный ток следует повышать на 10 % – 15 % и снизить скорость охлаждения стыковых соединений, выполненных ванными способами сварки, за счет обмотки сварного соединения асбестом и снятия формующих элементов после остывания соединения ниже плюс 100 °С.

5.3 При температуре ниже минус 5 °С сварку соединений стержней следует проводить без перерыва, за исключением времени, необходимого на смену электрода или зачистку шва при многослойной сварке. В случае вынужденного прекращения сварки (из-за отсутствия тока, выхода из строя аппаратуры и других причин) процесс следует возобновить при условии подогрева металла соединения в соответствии с технологией, разработанной для данной конструкции.

5.4 Для выполнения ручной дуговой сварки при отрицательной температуре окружающего воздуха до минус 30 °С необходимо:

- увеличивать сварочный ток на 1 % при понижении температуры воздуха на каждые 3 °С (от 0 °С);

- производить предварительный подогрев газовым пламенем стрежней арматуры до плюс 200 °С – плюс 250 °С на длину 90 – 150 мм от стыка;

- подогрев стержней выполнять после закрепления на них инвентарных форм, стальных скоб или накладок, без разборки кондукторов, используемых для временного закрепления монтируемых конструкций;

- инвентарные формующие элементы снимать после остывания сварного соединения ниже плюс 100 °С.

6 Контроль сварочных работ и сварных соединений

6.1 Контроль сварочных работ

6.1.1 Основные контрольные операции подразделены на входной и операционный контроль.

6.1.2 Входной контроль следует осуществлять до начала выполнения сварочных работ и выполнять в соответствии с разделом 3.

6.1.3 Операционный контроль, осуществляемый в процессе сварки, должен обеспечивать выявление и своевременное устранение обнаруженных дефектов и принятие профилактических мер с целью недопущения возникновения повторных дефектов.

6.1.4 Операционный контроль включает:

- соответствие сведений в журнале сварочных работ фактическим данным: фамилии сварщиков, наличие аттестационных удостоверений, расположение сварных узлов по проекту и исполнительной схеме с отметкой узлов, выполняемых каждым сварщиком (либо постановкой персонального клейма), температурные условия, тип сварочных электродов и др.;

- контроль подготовки и точности сборки элементов арматуры и закладных изделий на соответствие требованиям проектной документации, СП 70.13330, ГОСТ 14098, ГОСТ 10922; контроль качества подготовки поверхностей, прилегающих к зоне сварного шва, качества разделки кромок, соблюдения режимов сварки при наложении прихваток; контроль наличия дефектов на прихватках, контроль размеров узлов, подготовленных под сварку;

- контроль настройки сварочного оборудования и режимов сварки при выполнении производственных соединений;

- контроль за корректировкой режимов сварки при изменении температурных условий работы.

6.1.5 Если качество подготовки и точность сборки элементов хотя бы для одного соединения не соответствуют требованиям проекта и нормативной документации, следует провести повторный осмотр и обмер удвоенного количества подготовленных к сварке соединений. Если и в этом случае хотя бы одно подготовленное к сварке соединение выполнено с отступлениями от требований, то все подготовленные к сварке соединения подлежат поштучной приемке,

а дефектные – исправлению. Все недопустимые дефекты сборки и подготовки элементов под сварку должны быть устранены до выполнения сварочных работ.

6.2 Контроль сварных соединений

6.2.1 Требования к качеству сварных соединений при монтаже железобетонных конструкций установлены в СП 70.13330, СП 63.13330, ГОСТ 14098, ГОСТ 10922, ГОСТ 23858, РТМ 393-94 [8], СТО 02495307-004, СТО 02495307-002 и в проектной документации.

6.2.2 Арматурные и закладные изделия, сварные соединения арматуры, выполненные при изготовлении и монтаже железобетонных конструкций, должны быть приняты по результатам визуального и измерительного контроля, ультразвукового контроля, результатам механических испытаний.

6.2.3 Приемку сварных арматурных и закладных изделий и сварных соединений арматуры следует осуществлять партиями.

Партия готовых сварных арматурных и закладных изделий должна состоять из изделий одного типоразмера (одной марки), изготовленных по единой технологии одним сварщиком в одну смену.

6.2.4 Качество арматурных и закладных изделий, а также сварных соединений следует устанавливать по результатам выборочного контроля методом случайного отбора, который должен быть произведен:

- при изготовлении арматурных и закладных изделий до передачи их на склад готовой продукции;

- выполнении сварных соединений на строительных площадках до бетонирования монолитных конструкций или выпусков арматуры в стыках сборных железобетонных элементов.

6.2.5 Соответствие арматурных и закладных изделий и сварных соединений требованиям проекта и нормативных документов должно быть проверено путем визуального и измерительного контроля готовых изделий и сварных соединений, отобранных из контролируемой партии.

6.2.6 Количество изделий, отбираемых из партии для визуального и измерительного контроля, должно быть не менее трех штук.

6.2.7 Количество сварных стыковых соединений выпусков арматуры сборных и арматуры монолитных железобетонных конструкций, отбираемых из партии для визуального и измерительного контроля, должно составлять не менее 10 % их общего количества сварных соединений в партии.

6.2.8 Предельные отклонения размеров элементов представлены в ГОСТ 10922–2012 (таблицы 1 и 2).

6.2.9 В каждом отобранном арматурном изделии следует проверять:

- класс, диаметры и марку арматурной стали по проекту и данным документа о качестве, а при его отсутствии – по результатам лабораторных испытаний арматурной стали;

- длину отдельных стержней, расстояние между крайними стержнями по ширине, длине или высоте изделия; длину выпусков стержней в изделии, а также расстояние между двумя соседними продольными стержнями в арматурных каркасах;

- все сварные соединения.

6.2.10 В каждом отобранном закладном изделии следует проверять:

- марку стали плоских элементов, класс и диаметр анкерных стержней по данным проекта и документа о качестве, а при его отсутствии – по результатам лабораторных испытаний;

- отклонение от плоскостности лицевых поверхностей изделия;

- линейные размеры плоских элементов, размещение и длину анкерных стержней;

- расстояние между наружными плоскостями в изделиях закрытого типа;

- состояние кромок плоских элементов и размер углов между плоскими элементами и анкерными стержнями;

- все сварные соединения.

6.2.11 В каждом отобранном сварном соединении должны быть проверены размеры их конструктивных элементов и дефекты на соответствие требованиям, представленным в ГОСТ 14098 и ГОСТ 10922–2012 (таблицы 1, 2 и 3).

6.2.12 Если в результате визуального и измерительного контроля арматурных и закладных изделий, а также сварных соединений их элементов хотя бы одно изделие или одно соединение не будет соответствовать требованиям ГОСТ 10922, то следует провести повторную проверку удвоенного числа изделий.

Если при повторной проверке хотя бы одно изделие или сварное соединение не будет удовлетворять требованиям ГОСТ 10922, то все изделия этой партии подлежат поштучной приемке.

Результаты визуального и измерительного контроля следует оформлять актом.

6.2.13 Соединения с дефектами должны быть исправлены или усилены.

6.2.14 Сварные стыковые соединения, выполненные дуговой сваркой в инвентарных формах, дуговой и ванно-шовной сваркой на стальной скобе-накладке, после приемки их по результатам визуального и измерительного контроля следует контролировать ультразвуковой дефектоскопией по ГОСТ 23858 и СТО 02495307-002. Результаты контроля ультразвуковой дефектоскопией следует оформлять протоколом.

6.2.15 Объем выборки для ультразвукового контроля составляет 10 % для соединений типа С7-Рв, С10-Рв и 15 % – для соединений типов С15-Рс, С19-Рм.

6.2.16 Образцы, принятые по результатам визуального и измерительного контроля, кроме крестообразных соединений с ненормируемой прочностью и нахлесточных соединений, должны быть подвергнуты механическим испытаниям. Крестообразные сварные соединения с ненормируемой прочностью и нахлесточные соединения арматуры между собой, а также арматуры с плоскими элементами проката следует принимать только по результатам визуального и измерительного контроля.

6.2.17 Крестообразные соединения из термомеханически упрочненной арматуры следует проверять на разупрочнение основного металла по методике, изложенной в ГОСТ 10922.

6.2.18 Образцы сварных соединений при механических испытаниях до разрушения должны иметь минимальное временное сопротивление (С1) не менее указанного в ГОСТ 10922–2012 (таблица 4).

6.2.19 Методы контроля, измерительный инструмент, контролируемые параметры арматурных и закладных изделий и сварных соединений арматуры представлены в ГОСТ 10922–2012 (раздел 7).

7 Исправление дефектов сварных соединений

7.1 Наружные дефекты сварных соединений перечислены в ГОСТ 10922–2012 (таблица 3).

7.2 Все поверхностные дефекты, кроме трещин, следует удалять абразивным инструментом и подваривать электродом диаметром 4 мм. Исправленные сварные соединения повторно следует проверять визуальным и измерительным контролем. Исправление дефектного сварного соединения более двух раз не допускается.

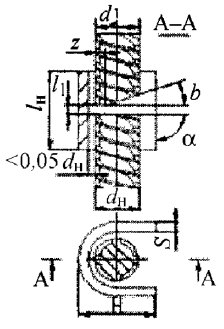
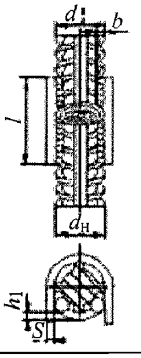
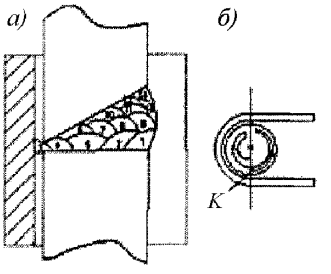
7.3 Исправление сварных соединений по результатам ультразвукового контроля следует выполнять за счет усиления или вырезки дефектного сварного соединения.

Приложение 1

Технологическая карта сварки стыковых соединений вертикальных стержней на стальной скобе-накладке (РД-01-СК/С19-Рм)

Наименование характеристик	Обозначения (показатели)
Нормативный документ	РТМ 393-94 [8], ГОСТ 14098, СП 70.13330
Способ сварки	РД
Вид свариваемых деталей	С
Основной материал (марка)	А400
Основной материал (группа)	29
Сварочные материалы (марки)	УОНИ-13/55 (Э46А)
Вид покрытия электродов	Б
Толщина пластины, мм	6 – 8
Номинальный диаметр стержня, мм	20 – 40
Тип соединения	С
Вид соединения	Сварка на скобе-накладке
Условное обозначение соединения	С19-Рм по ГОСТ 14098
Положение при сварке	Г
Положение осей стержней	Вертикальное
Условия производства	Монтажные

Эскиз сварного соединения

Конструкция соединения	Конструктивные элементы шва	Порядок сварки
		

Класс арматуры	$d_н$	$d^1_н/d_н$	l_1	α – 10°	β	z	$l_н$=1	b	H	h_1
А400	20 – 40	0,5 – 1,0	6 – 8	90°	30° – 40°	≤0,15$d_н$	3$d_н$+l_1	(0,35 – 0,40)$d_в$	≤1,2$d_н$+S	≤0,05$d_н$
Примечание – Для $d_н$ = 20 – 25 мм S = 6 мм, для $d_н$ = 28 – 40 мм S = 8 мм.										

Способ подготовки кромок: механический.

Способ сборки: на прихватках.

Требования к прихваткам: стыкуемые стержни со скобами-накладками следует фиксировать в проектном положении четырьмя прихватками, располагаемыми по две с каждой стороны соединения на расстоянии $0,5d_н$ от края накладки, длина прихваток 10 мм.

Сварочное оборудование (вид, тип): А3, инверторные источники на ток 300 – 350А, выпрямители ВД-306У3.

Требования к подогреву: без подогрева.

Технологические параметры сварки

Тип сварного соединения	Диаметр арматурных стержней, мм	Диаметр электрода, мм	Род тока, полярность	Сварочный ток, А
С19-Рм	20	4,0 – 5,0	Постоянный, обратная	130 – 160
	22 – 32	5,0		180 – 200

Технологические требования к сварке

Многослойную сварку стыковых соединений вертикальных стержней на стальных скобах-накладках следует выполнять в такой последовательности:

- возбудить дугу в дальнем от сварщика углу между торцом нижнего стержня и накладкой, выполнить шов, а затем проплавить притупление торца верхнего стержня;

- выполняя отдельные валики на торец нижнего стержня, постепенно заполнить разделку, проваривая особенно внимательно скошенную часть верхнего стержня.

Если шлак, образующийся в процессе сварки, затрудняет выполнение валиков последующих слоев, сварку следует прервать, удалить шлак с поверхности предыдущих слоев, а затем наплавлять новые слои.

Процесс сварки соединений вертикальных стержней состоит в том, что после возбуждения дуги в точке *К* сварщик должен выполнить валиковые швы 1 и 2, а затем перемещать конец электрода, как это указано на рисунке *б)*. Разделку торцов стержней следует заполнить путем последовательного наложения отдельных швов. Завершая процесс сварки, особое внимание следует уделить предупреждению подреза верхнего стержня. Сварку следует заканчивать выполнением фланговых швов.

После остывания сварного шва до температуры ниже плюс 100 °С выполнить сварку четырех фланговых швов по длине скобы-накладки. При сварке термоупрочненной арматуры фланговые швы выполнять в шахматном порядке от края скобы-накладки к центру, делая перерыв на остывание очередного шва до температуры ниже плюс 150 °С. При сварке горячекатаной арматуры последовательность наложения фланговых швов может быть произвольной, и сварку следует выполнять без перерывов.

Ширина фланговых швов должна быть в пределах (0,3 – 0,4)$d_н$. Тщательно заплавить кратеры.

Сварные соединения клеймить присвоенным сварщику клеймом.

Требования к контролю сварных соединений

Метод контроля	Наименование (шифр) НД		Объем контроля	
	по методике контроля	по оценке качества	%	кол-во образцов
Визуальный и измерительный	ГОСТ 10922	ГОСТ 14098 ГОСТ 10922	10	–
Ультразвуковой	СТО 02495307-002 ГОСТ 23858	СТО 02495307-002 ГОСТ 23858	≥15 %	но не менее 3 шт.
Механические испытания на растяжение	ГОСТ 10922	ГОСТ 10922	–	3 образца

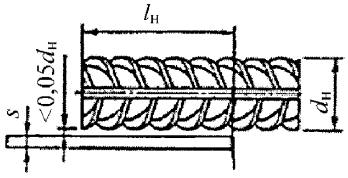
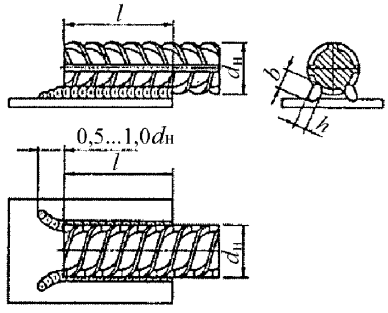
Организация (предприятие)		ФИО	Подпись	Дата
Утвердил	Главный инженер			
Проверил	Ведущий инженер			
Разработал	Технолог			

Приложение 2

Технологическая карта сварки нахлесточных соединений, выполняемых ручной дуговой сваркой протяженными швами (РД-02-СК/Н1-Пш)

Наименование характеристик	Обозначения (показатели)
Нормативный документ	ГОСТ 14098, ГОСТ 10922, СП 70.13330
Способ сварки	РД
Вид свариваемых деталей	С+Л
Основной материал (марка)	А400
Основной материал (группа)	29
Сварочные материалы (марки)	УОНИ-13/55 (Э46А)
Вид покрытия электродов	Б
Толщина листа, мм	$\geq 0{,}3d_н$, но ≥ 4
Номинальный диаметр стержня, мм	10 – 25
Тип шва	УШ
Тип соединения	Н
Вид соединения	ос
Условное обозначение соединения	Н1-Рш по ГОСТ 14098
Положение осей стержней	Горизонтальное
Условия производства	Монтажные

Эскиз сварного соединения

Соединение арматуры с пластиной	
До сварки	После сварки
	

Размеры, мм

Обозначение типа соединения, способа сварки	Класс арматуры	$d_н$	S	$l=l_н$	b	h
Н1-Рш	А400	10 – 32	$\geq 0{,}3d_н$, но ≥ 4	$4d_н$	$0{,}5d_н$, но ≥ 8	$\geq 0{,}25d_н$, но ≥ 4

Способ подготовки кромок: механический.

Способ сборки: на прихватках.

Требования к прихваткам: количество – две штуки, длина 15 – 20 мм каждая, расположенные по диагонали с противоположных сторон стержня на расстоянии $(0{,}5 – 1{,}0)d_н$ от краев нахлеста.

Сварочное оборудование (вид, тип): А3, инверторные источники питания на ток 300 – 350 А, выпрямители ВД-306У3 и др.

Требования к подогреву: без подогрева.

Технологические параметры сварки

Тип сварного соединения	Диаметр арматурных стержней $d_н$, мм	Диаметр электрода, мм	Род тока, полярность	Сварочный ток, А
Н1-Рш	10 – 16 20 – 25	4,0 5,0	Постоянный, обратная	140 – 160 200 – 220
Примечание – Сварку в вертикальном положении, выполняемую в монтажных условиях, следует вести при токе, который на 10 % – 20 % ниже указанного в таблице.				

Технологические требования к сварке

Сварку протяженными швами нахлесточных соединений стержней с плоским элементом проката (пластина, уголок и др.) следует выполнять одиночными электродами на режимах, приведенных в таблице.

Дуговую сварку соединений Н1-Рш анкеров с плоскими элементами стального проката закладных изделий следует выполнять при длине нахлеста $l_н$ не менее $5d_н$.

Сварку следует начинать у торца пластины, отступив от него на расстояние $(0,5 – 1,0)d_н$, с выводом конца шва и возможного кратера на плоскость металлопроката в месте окончания шва по РТМ 393-94 [8].

Ширина шва должна быть не менее 6 мм. Край нахлеста у торца пластины следует оставалять незаваренным. Второй шов в соединении при сварке термомеханически упрочненной арматуры следует накладывать после полного остывания первого.

Сварные соединения клеймить присвоенным сварщику клеймом.

Требования к контролю сварных соединений

Метод контроля	Наименование (шифр) НД		Объем контроля	
	по методике контроля	по оценке качества	%	кол-во образцов
Внешний и измерительный	РТМ 393-94 [8] ГОСТ 10922	ГОСТ 14098 ГОСТ 10922	–	Не менее 3 шт. от партии

Организация (предприятие)		ФИО	Подпись	Дата
Утвердил	Главный инженер			
Проверил	Ведущий инженер			
Разработал	Технолог			

Библиография

[1]	ТУ 14-1-5596-2010	Прокат термомеханически упрочненный класса А600С для армирования железобетонных конструкций. Технические условия
[2]	ПБ 03-273-99	Правила аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства
[3]	РД 03-495-02	Технологический регламент проведения аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства
[4]	ПБ 03-440-02	Правила аттестации персонала в области неразрушающего контроля
[5]	РД 03-613-03	Порядок применения сварочных материалов при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов
[6]	РД 03-614-03	Порядок применения сварочного оборудования при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов
[7]	РД 03-615-03	Порядок применения сварочных технологий при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов
[8]	РТМ 393-94	Руководящие технологические материалы по сварке и контролю качества соединений арматуры и закладных изделий железобетонных конструкций

Приложение Ж

(рекомендуемое)

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ

«Ручная дуговая сварка покрытыми электродами листов и труб из углеродистой стали для сосудов, работающих под давлением»

(ТИ-РД-КО)

2014 г.

Содержание

1 Область применения 160
2 Нормативные ссылки 160
3 Подготовка сварочного производства 161
4 Сборка под сварку 163
5 Требования к сварке 164
6 Требования к термообработке 166
7 Контроль сварочных работ и сварных соединений 166
8 Исправление дефектов сварных соединений 170
Приложение 1 Технологическая карта сварки деаэраторного бака (соединение левого и правого полукорпусов) (РД-01-КО/В1) 171
Приложение 2 Технологическая карта сварки переходного патрубка с переходным патрубком деаэраторной колонки (РД-03-КО/Г) 174
Приложение 3 Технологическая карта сварки четырех паровых труб (обечаек) (РД-04-КО/Г) 177
Библиография 180

1 Область применения

Технологическую инструкцию следует применять для сварки сосудов энергомашиностроения, изготавливаемых из углеродистых сталей.

В зависимости от расчетных параметров (давления и температуры стенки) и характера рабочей среды сосуды подразделены на группы 2, 3 и 4, работающие под давлением более 0,07 МПа (0,7 кгс/см^2), и сосуды групп 5а и 5б, работающие под давлением до 0,07 МПа.

Инструкция содержит требования к подготовке под сварку, сборке, ручной дуговой сварке покрытыми электродами листов и труб из углеродистой стали для сосудов, работающих под давлением, и к контролю сварных соединений.

2 Нормативные ссылки

В настоящей инструкции использованы нормативные ссылки на следующие стандарты и своды правил:

ГОСТ 5264–80 Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры

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

ГОСТ 8731–74 Трубы стальные бесшовные горячедеформированные. Технические требования

ГОСТ 8733–74 Трубы стальные бесшовные холоднодеформированные и теплодеформированные. Технические требования

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

ГОСТ 9467–75 Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей. Типы

ГОСТ 11534–75 Ручная дуговая сварка. Соединения сварные под острыми и тупыми углами. Основные типы, конструктивные элементы и размеры

ГОСТ 14637–89 Прокат толстолистовой из стали углеродистой обыкновенного качества. Технические условия

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

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

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

ГОСТ 23055–78 Контроль неразрушающий. Сварка металлов плавлением. Классификация сварных соединений по результатам радиографического контроля

ГОСТ 24297–2013 Верификация закупленной продукции. Организация проведения и методы контроля. Пересмотр (ГОСТ 24297–87)

ГОСТ Р 52630–2012 Сосуды и аппараты стальные сварные. Общие технические условия

3 Подготовка сварочного производства

3.1 Требования к квалификации сварщиков, специалистов сварочного производства и контролеров

3.1.1 Сварку металлоконструкций должны проводить сварщики, аттестованные в соответствии с ПБ 03-273-99 [1] и РД 03-495-02 [2].

Сварщики должны иметь II квалификационную группу по электробезопасности и сдать испытания по противопожарным мероприятиям и технике безопасности.

3.1.2 Сварщик перед допуском к работе должен сварить допускные образцы. Сварку допускных образцов следует проводить в условиях, идентичных производственным, в присутствии лица, ответственного за сварочные работы. Допускные образцы должны быть идентичными производственным сварным соединениям.

Контроль допускных образцов следует проводить по нормам, предусмотренным для производственных соединений.

3.1.3 Руководство сварочными работами имеет право выполнять специалист сварочного производства, имеющий аттестационное свидетельство не ниже II уровня профессиональной подготовки.

3.1.4 К контролю сварных соединений физическими методами допускаются специалисты, аттестованные в соответствии с ПБ 03-440-02 [3].

3.2 Свариваемые материалы

3.2.1 Материалы, применяемые для изготовления сосудов с учетом заданных условий эксплуатации, приведены в СТО ЦКТИ 10.004-2007 [4, таблицы 6.1 и 6.2].

Материалы и полуфабрикаты должны быть поставлены в термически обработанном состоянии, их качество и свойства должны быть подтверждены документом о качестве.

Наличие сопроводительных сертификатов на листовую сталь, сортовой прокат, трубы и присадочные материалы, полнота необходимых сведений в них и их соответствие требованиям стандартов и технических условий должны быть проверены при входном контроле.

3.2.2 Материалы для элементов, привариваемых непосредственно к корпусу сосуда изнутри и снаружи (например, лап, опор, подкладок и др.), должны быть одного класса с материалом корпуса.

3.2.3 Требования к испытанию листов на ударную вязкость после механического старения должны быть предъявлены к листам, предназначенным для работы при температуре стенки выше плюс 200 °С.

3.2.4 Для плоских фланцев при рабочем давлении до 2,5 МПа и температуре до плюс 300 °С допускается применение листа из стали марки Ст3сп 3-й, 4-й и 5-й категорий по ГОСТ 14637; при давлении до 1,6 МПа и при температуре до плюс 200 °С листа из сталей марок Ст3сп, Ст3пс 2-й и 3-й категорий по ГОСТ 14637.

3.2.5 При заказе труб по ГОСТ 8733 и ГОСТ 8731 необходимо указывать группу В. Применение для изготовления корпусов сосудов труб, изготовленных из слитка, не допускается.

3.2.6 Материалы и полуфабрикаты (лист, поковки, трубы) для изготовления сосудов должны пройти входной контроль на предмет проверки сопроводительной документации, наличие маркировки, визуальный и измерительный контроль согласно ГОСТ 24297 и РД 03-606-03 [5].

3.2.7 При визуальном и измерительном контроле следует проверять соответствие качества поверхности каждого листа требованиям стандартов и ТУ на поставку стали. Одновременно следует контролировать наличие маркировки и клейм предприятия-поставщика и их соответствие данным сертификатов, измерять длину, ширину и толщину листов.

3.2.8 На листах принятых к изготовлению элементов сосуда должна быть сохранена маркировка металла. Если лист разрезан на части, на каждую из них должна быть перенесена маркировка металла листа.

3.3 Сварочные материалы

3.3.1 Для ручной дуговой сварки металлоконструкций из углеродистых сталей должны быть применены электроды, удовлетворяющие требованиям ГОСТ 9467 и ГОСТ 9466.

3.3.2 Сварочные электроды перед использованием должны пройти входной контроль и быть проконтролированы:

- на наличие документа о качестве с проверкой полноты приведенных в нем данных и соответствия требованиям нормативной документации;

- наличие на каждом упаковочном месте (пачке, коробке, ящике) соответствующих этикеток (ярлыков) с проверкой указанных в них данных;

- отсутствие повреждений упаковок и самих материалов.

3.3.3 При отсутствии документа о качестве, сертификатов необходимо определять механические свойства сварных соединений, выполненных с применением этих электродов.

3.3.4 Сварочные материалы (электроды) должны быть выбраны в зависимости от марки сталей в соответствии с таблицей 3.1.

Таблица 3.1 – Электроды для сварки сосудов из углеродистых сталей

Тип, класс стали	Марка стали	Марка электродов
Углеродистая	Ст3сп, Ст3пс, Ст3Гпс, 10, 20, 20К	ЦУ-6, ЦУ-7, УОНИИ-13/45, УОНИИ-13/55, ЦУ-5, ТМУ-21У
	22К	ЦУ-7, УОНИИ-13/55, ЦУ-5, ТМУ-21У

К применению допущены сварочные материалы, аттестованные в соответствии с РД 03-613-03 [6].

3.3.5 Сварочное оборудование должно быть аттестовано в соответствии с требованиями РД 03-614-03 [7].

3.4 Требования к организации сварочного производства

Организация – производитель сварочных работ должна пройти процедуры проверки готовности на использование аттестованной сварочной технологии в соответствии с РД 03-615-03 [8].

4 Сборка под сварку

4.1 При выполнении сборки должны быть соблюдены следующие требования:

- прихватки должны быть выполнены теми же электродами, которые применены для сварки данной стали;

- наложение прихваток на пересечении сварных швов не допускается;

- не допускается наличие на прихватках пор, подрезов, наплывов. Дефектные участки должны быть удалены;

- перед сваркой прихватки и кромки свариваемых элементов должны быть тщательно зачищены от брызг, шлака и загрязнений;

- при выполнении продольных сварных швов обязательно следует применять технологические пластины для вывода на них начального и конечного участков шва длиной 40 – 50 мм. Рекомендуемый размер пластин 100×100 мм.

4.2 При сборке деталей и сборочных единиц должны быть предусмотрены приспособления (струбцины, прижимы, упоры, домкраты и др.), обеспечивающие их качественное изготовление.

4.3 Сборка деталей под сварку должна обеспечивать правильное фиксированное расположение деталей, а также свободный доступ к выполнению сварочных работ в последовательности, предусмотренной технологическим процессом.

4.4 Швы приварки временных технологических деталей следует располагать от кромки стыка на расстоянии не менее 70 мм для кольцевых и продольных стыков обечаек диаметром не менее 1000 мм, для остальных стыков – на расстоянии не менее 30 мм.

4.5 Величина зазоров в стыке должна соответствовать требованиям ГОСТ 5264, ГОСТ 16037 или проектной документации.

4.6 Допуски на овальность обечаек, совместный увод кромок (угловатость) в продольных и кольцевых швах, смещение кромок в стыковых соединениях должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 52630–2012 (раздел 6).

4.7 В сварных стыках между элементами разной толщины необходимо предусматривать плавный переход от одного элемента к другому с помощью постепенного утонения более толстого листа.

4.8 Перед прихваткой необходимо проверить правильность установленного зазора между кромками, смещение кромок и наличие плавного перехода при разной толщине свариваемых листов в соответствии с требованиями проектной документации.

4.9 Расположение, размер и количество прихваток следует обусловливать толщиной и размерами соединяемых деталей.

4.10 При сборке штуцеров с корпусом или днищем рекомендуется установить технологические планки, количество которых определяет технологический процесс сборки изготавливаемого изделия.

4.11 Удаление временных технологических планок следует производить по их металлу пневмозубилом, кислородной, плазменной или воздушно-дуговой резкой. При этом необходимо оставлять технологический припуск 3 – 5 мм. Технологический припуск следует удалять шлифмашинкой, а места удаления контролировать внешним осмотром.

4.12 При изготовлении сосудов из углеродистых сталей толщиной 120 мм и более, а также сосудов, работающих в средах, вызывающих коррозионное растрескивание металла, места удаления временных технологических креплений следует контролировать цветной дефектоскопией. Вырывы основного металла при удалении временных креплений недопустимы.

5 Требования к сварке

5.1 Выбор формы подготовки кромок следует производить в зависимости от толщины свариваемого металла в соответствии с требованиями ГОСТ 5264, ГОСТ 16037, ГОСТ 11534.

5.2 Род тока, полярность и режимы сварки следует приводить на упаковке электродов. При сварке в вертикальном и потолочном положениях величину сварочного тока рекомендуется

снижать на 10 % – 20 % и 15 % – 30 % соответственно по сравнению со значениями тока для нижнего положения.

5.3 При двусторонней сварке с разделкой кромок сосудов с толщиной стенки более 4 мм выполнение шва с обратной стороны для обеспечения провара следует производить после удаления корня шва.

5.4 Однопроходную сварку швов длиной до 300 мм следует выполнять до конца на проход; швов длиной свыше 300 мм – от середины к краям или обратноступенчатым способом. Длина каждой ступени (участка) при сварке обратноступенчатым способом должна быть 100 – 300 мм.

5.5 При многослойной сварке продольных и кольцевых стыков следует применять следующие способы выполнения швов: блоками, каскадом, горкой.

5.6 При многослойной сварке диаметр электрода следует выбирать в зависимости от толщины свариваемого металла и номера прохода. Для первого прохода рекомендуется применение электродов диаметром не более 3 мм, для последующих – 4 – 5 мм.

5.7 Швы угловых и тавровых соединений надо выполнять в один проход, если катет шва не более 8 мм, и в два прохода или более, если катет шва превышает 8 мм.

5.8 При ручной дуговой сварке угловых, тавровых или нахлесточных соединений поверхностные швы рекомендуется выполнять без колебаний электрода. Ширина валика для электродов диаметром 4 мм должна быть 7 – 9 мм, каждый последующий валик должен перекрывать предыдущий на 30 % – 40 % его ширины.

5.9 Прихватки свариваемых сборочных узлов и деталей следует производить с применением сварочных материалов (электродов), указанных в таблице 3.1.

5.10 Сварка швов может быть произведена только после того, как будут проверены правильность сборки и тщательность зачистки всех поверхностей металла, подлежащих сварке. Выявленные при контроле отклонения от установленных требований должны быть устранены.

5.11 Ведение сварочных работ при изготовлении сосудов при температуре окружающей среды менее 0 °С не допускается.

5.12 Сварные соединения подлежат маркированию клеймом сварщика, выполнявшего сварку.

5.13 Клеймо сварщика или маркировка должны быть проставлены с наружной стороны сварных соединений на расстоянии 30 – 50 мм от краев шва. При этом на продольных сварных соединениях клеймо следует проставлять на расстоянии 100 – 200 мм от конца шва.

5.14 Допускается к паспорту сосуда прикладывать эскизы с указанием расположения сварных швов и клейм сварщиков.

5.15 Если шов с наружной и внутренней сторон заварен разными сварщиками, клейма следует ставить только с наружной стороны через дробь: в числителе клеймо сварщика, заваривавшего наружный шов, в знаменателе – внутренний шов. Если сварные соединения сосуда выполнены одним сварщиком, то допустимо клеймо сварщика ставить около фирменной таблички или на другом открытом участке изделия, место клеймения заключить в рамку, наносимую несмываемой краской. Для кольцевого шва клеймо должно быть выбито на месте пересечения кольцевого шва с продольным и далее через каждые 2 м, но при этом должно быть не менее двух клейм на каждом шве.

Клеймение продольных и поперечных швов сосудов с толщиной стенки менее 4 мм допускается производить электрографом или несмываемой краской.

6 Требования к термообработке

6.1 Сосуды (сборочные элементы) из углеродистых сталей, изготовленные с применением сварки, подлежат обязательной термообработке, если:

- толщина стенки цилиндрического или конического элемента обечайки, днища, патрубка и фланца в месте их сварного соединения более 36 мм для углеродистых сталей;

- днища сосудов и их элементов независимо от толщины изготовлены холодной штамповкой;

- вальцовка или штамповка обечайки или днища из углеродистой стали была произведена с нагревом и температура металла при окончании штамповки или вальцовки была ниже плюс 700 °С.

6.2 Для днищ и элементов из углеродистых сталей, штампуемых (вальцуемых) при температуре не ниже плюс 700 °С, термическая обработка не требуется.

6.3 Приварка внутренних и наружных устройств к сосудам, подвергаемым термической обработке, должна быть произведена до термической обработки сосуда.

Допускается приварка внутренних и наружных устройств без термической обработки к термообработанным сосудам при условии, что величина катета сварного шва не более 8 мм.

7 Контроль сварочных работ и сварных соединений

7.1 Порядок выполнения контроля

7.1.1 В процессе изготовления оборудования необходимо осуществлять входной контроль, операционный контроль и контроль сварных соединений.

7.1.2 При входном контроле подлежат проверке: персонал, свариваемые и сварочные материалы, состояние сварочного оборудования, сборочно-сварочных приспособлений, термического оборудования и приборов для дефектоскопии. Входной контроль следует проводить в соответствии с разделом 3.

7.1.3 При операционном контроле следует проверять: контроль подготовки и сборки деталей под сварку, контроль процессов сварки, контроль термообработки сварных соединений.

7.1.4 В процессе выполнения дуговой сварки следует контролировать режимы сварки, качество заварки корневого шва, допустимые размеры валиков и последовательность заполнения разделки.

7.1.5 Выявленные при контроле несоответствия должны быть устранены.

7.2 Контроль сварных соединений

7.2.1 Контроль сварных соединений включает:

- неразрушающие виды контроля (визуальный и измерительный контроль, радиографический контроль, ультразвуковой контроль, капиллярный контроль, магнитопорошковый контроль, контроль герметичности);

- разрушающие виды контроля (механические испытания, металлографические исследования);

- гидравлические (пневматические) испытания.

7.2.2 Сварные соединения сосудов, работающих под давлением, должны быть подвергнуты контролю в объеме, указанном в таблице 7.1.

7.2.3 При технической невозможности ультразвукового контроля или радиографического контроля сварных соединений допускается взамен указанных видов контроля проводить послойный визуальный контроль в процессе сварки с последующим капиллярным контролем или магнитным контролем выполненного сварного соединения в доступных местах.

Таблица 7.1 – Объем контроля сварных соединений

Виды объектов контроля и типы сварных соединений	Метод контроля	Объем контроля, %
Стыковые, угловые (D≥100 мм) и тавровые сварные соединения (без конструктивного непровара):	ВИК	100
- для сосудов группы 2	УЗК или РК	100
- для сосудов группы 3		50
- для сосудов групп 4, 5а		25
- для сосудов группы 5б		10
Места пересечений швов на длине не менее трех толщин стенки стыковых продольных и поперечных сварных соединений	ВИК + УЗК или РК	100

Окончание таблицы 7.1

Виды объектов контроля и типы сварных соединений	Метод контроля	Объем контроля, %
Прилегающие к отверстию участки сварных швов корпуса, на которых установлены люки и штуцеры на длине $l \geq \sqrt{Ds}$ (D – внутренний диаметр корпуса, s – толщина стенки корпуса в месте расположения отверстия)	ВИК + УЗК или РК	100
Ремонтные заварки	ВИК + МК или ПВК+УЗК или РК	100
Примечание – ВИК – визуальный и измерительный контроль, РК – радиографический контроль, УЗК – ультразвуковой контроль, ПВК – капиллярный контроль, МК – магнитный контроль.		

7.2.4 Методы и объемы контроля сварных соединений, подлежащих контролю, следует устанавливать конструкторской документацией в зависимости от группы сосудов и их рабочих параметров.

7.2.5 В случае обнаружения недопустимых дефектов или при выполнении выборочного контроля МК или ПВК объем контроля сварных швов следует удваивать, а при повторном обнаружении увеличивать до 100 % однотипных сварных соединений на изделии.

7.2.6 Дефекты, выявленные в результате контроля, должны быть устранены с последующим контролем исправленных участков.

7.2.7 Визуальный и измерительный контроль

7.2.7.1 Визуальный и измерительный контроль должен быть проведен в соответствии с требованиями ПБ 03-584-03 [9], РД 03-606-03 [5] и СТО ЦКТИ 10.004-2007 [4].

7.2.7.2 Качество корневого слоя шва по результатам внешнего осмотра (до заполнения остальной части шва) считается удовлетворительным, если не обнаружены трещины любых видов и направлений, непровары в корне швов, незаваренные прожоги и кратеры, наплывы, свищи, а также значительное количество объемных поверхностных включений, превышающих нормы.

7.2.7.3 При проведении визуального и измерительного контроля в сварных соединениях недопустимы трещины, отслоения, прожоги, свищи, наплывы, усадочные раковины, подрезы, брызги металла, непровары, скопления и неодиночные включения.

7.2.7.4 Визуальный послойный контроль следует проводить в процессе выполнения сварных соединений после сварки каждого слоя, после удаления шлака и зачистки слоя. Контроль следует выполнять невооруженным глазом, в сомнительных местах – с помощью лупы с семикратным увеличением.

7.2.7.5 Выявленные при визуальном и измерительном контроле поверхностные дефекты, которые могут быть удалены без последующей заварки выборок, должны быть исправлены до проведения контроля другими методами.

7.2.7.6 Исправление дефектов без заварки мест их выборки допускается в случае сохранения минимально допустимой толщины стенки детали в месте максимальной глубины выборки.

7.2.8 Радиографический контроль сварных соединений должен быть проведен в соответствии с ГОСТ 7512 и ГОСТ 23055, ультразвуковой – в соответствии с ГОСТ Р 55724 и РД 34.17.302 [10].

7.2.9 Классы дефектности сварных соединений при радиографическом контроле в зависимости от вида сварного соединения (стыковое, угловое, тавровое) и группы сосудов установлены в СТО ЦКТИ 10.004-2007 [4, таблица 19.7], а нормы допустимости одиночных несплошностей в сварных соединениях при УЗК – в СТО ЦКТИ 10.004-2007 [4, таблица 19.8].

7.2.10 Капиллярный контроль сварных соединений должен быть проведен в соответствии с ГОСТ 18442, РД 153-34.1-17.461-00 [11], РД 13-06-2006 [12].

7.3 Механические испытания

7.3.1 Качество сварных соединений по результатам механических испытаний считается удовлетворительным при условии:

а) временное сопротивление разрыву при испытании сварных соединений на растяжение должно быть не ниже минимально допустимого для основного металла;

б) угол изгиба при испытании на статический изгиб и просвет между сжимаемыми поверхностями при испытании на сплющивание сварных соединений труб должен соответствовать требованиям таблицы 7.2.

Таблица 7.2 – Требования к результатам испытания сварных соединений на изгиб и сплющивание

Типы (классы) стали свариваемых деталей	Номинальная толщина свариваемых деталей S, мм	Угол изгиба при испытании на изгиб (не менее), град	Просвет между сжимаемыми поверхностями при испытании на сплющивание (не менее), мм
Углеродистые	До 20 включительно	100	$4S$
	Свыше 20	100	–

7.3.2 Общий результат испытаний считается неудовлетворительным, если результаты испытаний хотя бы одного из образцов ниже установленных норм по временному сопротивлению разрыву и углу изгиба более чем на 10 %.

7.4 Металлографические исследования

Качество сварного соединения при металлографическом исследовании считается удовлетворительным при соблюдении следующих условий:

- на шлифе отсутствуют трещины и непровары;

- наибольшие размеры любых включений и скоплений не превышают допускаемого наибольшего размера, указанного в СТО ЦКТИ 10.004-2007 [4, таблица 19.11].

8 Исправление дефектов сварных соединений

8.1 Все обнаруженные при неразрушающем контроле дефекты сварных соединений подлежат исправлению (выборка, контроль, сварка) по разработанной карте технологического процесса ремонта или технологической инструкции на ремонт с соблюдением требований нормативной документации в части:

- методов и полноты удаления дефектов;

- плавности переходов в местах выборок;

- толщины стенки в месте максимальной глубины выборки;

- применяемых для заварки выборок способов сварки и сварочных материалов;

- режимов сварки.

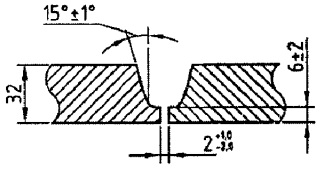
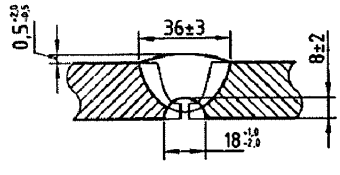
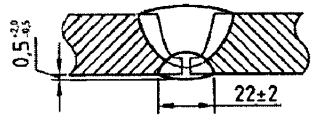
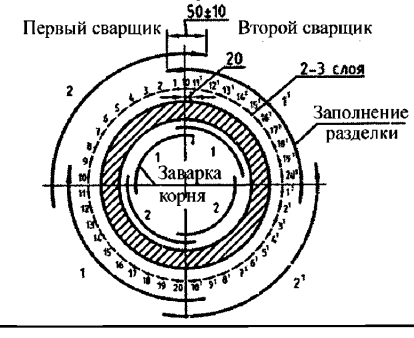
8.2 Выполненные выборки должны быть подвергнуты визуальному и измерительному контролю. Выборки в сварных соединениях при исправлении дефектов типа трещин и непроваров должны быть подвергнуты неразрушающему контролю согласно карте технологического процесса предприятием, производящим исправление дефектов.

Приложение 1

Технологическая карта сварки деаэраторного бака (соединение левого и правого полукорпусов) (РД-01-КО/В1)

Наименование	Обозначения (показатели)
Нормативный документ	ГОСТ Р 52630; СТО ЦКТИ 10.004-2007 [4]
Способ сварки	РД
Вид свариваемых деталей	Т
Основной материал (марки)	Ст3сп, 20К
Основной материал (группа)	1
Сварочные материалы (марки)	УОНИ-13/55
Вид покрытия электродов	Б
Толщина свариваемых деталей, мм	32
Диаметр свариваемых деталей, мм	5520
Тип шва	СШ
Тип соединения	С
Вид соединения	дс(зк)
Условное обозначение соединения	По СТО ЦКТИ 10.004-2007 [4]
Положение при сварке	В1

Эскиз сварного соединения

Конструкция соединения	Конструктивные элементы шва	Порядок сварки
	Выборка корня шва  Заварка корня шва 	Схема выполнения прихваток при сборке бака  Схема сварки бака 

Сварочное оборудование (тип): ВДУ-506У.

Метод подготовки и очистки: перед сваркой кромки сварного соединения и прилегающие поверхности на ширине не менее 20 мм зачистить до металлического блеска и обезжирить ацетоном или уайт-спиритом.

Требования к прихватке: длина прихватки 50 – 60 мм, расстояние между прихватками 200 – 250 мм. Прихватки устанавливать одновременно на диаметрально противоположных сторонах двумя сварщиками. Прихватки и прилегающие поверхности зачистить от шлака и брызг. Прихватки, имеющие дефекты, должны быть удалены механическим способом и выполнены вновь. Сварочный ток 130 – 160 А.

Технологические параметры сварки

Номер валика	Диаметр электрода, мм	Род и полярность тока	Сварочный ток, А	Напряжение дуги, В
1	4,0	Постоянный, обратная	130 – 160	24 – 26
2 – 40	4,0		150 – 180	

Технологические требования к сварке

Сварку выполнять одновременно двумя сварщиками на диаметрально противоположных сторонах. Сварку двух-трех слоев вести обратноступенчатым способом участками длиной 250 – 300 мм в направлении, указанном на рисунке. Последующее заполнение разделки выполнять на проход. В процессе сварки зачищать каждый слой от шлака и брызг и выполнять послойный визуальный и измерительный контроль и исправление дефектов.

Зачистить корень шва с обратной стороны. Ширина и глубина выборки – по рисунку. Сварку выполнять двумя сварщиками по четвертям с диаметрально противоположных сторон на проход.

После сварки каждого валика шов следует зачистить от шлака и брызг металла и произвести визуальный и измерительный контроль поверхности на отсутствие наружных дефектов и нарушений геометрических размеров сварного шва.

Зажигание и гашение сварочной дуги осуществлять только на наплавленном металле шва.

Глубина западания между валиками не должна быть более 1 мм.

Сварные соединения клеймить присвоенными сварщикам клеймами.

Требования к контролю сварных соединений

Метод контроля	Наименование (шифр) НД		Объем контроля	
	по методике контроля	по оценке качества	%	кол-во образцов
Визуальный и измерительный	РД 03-606-03 [5]	ГОСТ Р 52630, СТО ЦКТИ 10.004-2007 [4]	100	–
Радиографический	ГОСТ 7512	ГОСТ Р 52630, СТО ЦКТИ 10.004-2007 [4]	10	–
Ультразвуковой	ГОСТ Р 55724	ГОСТ Р 52630, СТО ЦКТИ 10.004-2007 [4]	10	–

Визуальный и измерительный контроль проводить в такой последовательности:

- контроль геометрических размеров деталей и узлов на соответствие требованиям конструкторской и нормативной документации;

- контроль собранных под сварку деталей и узлов: правильности сборки и крепления деталей при сборке чистоты кромок и прилегающих к ним поверхностей величины зазора между подготовленными под сварку деталями величины смещения кромок;

- контроль процесса сварки: количества и порядка наложения валиков и слоев шва чистоты зачистки свариваемых поверхностей от шлака, брызг, окалины перед наложением последующих валиков (слоев) температуры окружающей среды и свариваемого металла;

- после окончания сварки шва контролировать: геометрические размеры выпуклости валика, чистоту поверхностей под контроль.

Радиографический контроль сварных соединений следует проводить после удаления недопустимых несплошностей, выявленных визуальным и измерительным контролем.

Ультразвуковой контроль сварных соединений следует проводить при температурах окружающего воздуха и контролируемой поверхности от плюс 5 °С до плюс 40 °С. Шероховатость поверхности, подлежащей ультразвуковому контролю (УЗК), должна быть не ниже Rz40.

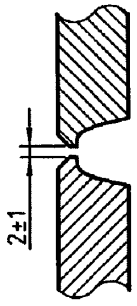
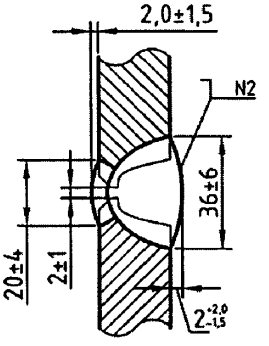
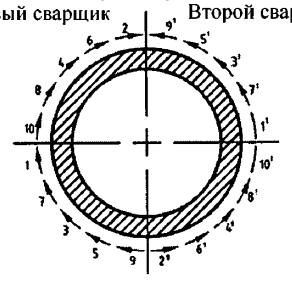
Организация (предприятие)		ФИО	Подпись	Дата
Утвердил	Главный инженер			
Проверил	Ведущий инженер			
Разработал	Технолог			

Приложение 2

Технологическая карта сварки переходного патрубка с переходным патрубком деаэраторной колонки (РД-03-КО/Г)

Наименование	Обозначения (показатели)
Нормативный документ	ГОСТ Р 52630 СТО ЦКТИ 10.004-2007 [4]
Способ сварки	РД
Вид свариваемых деталей	Т
Основной материал (марки)	Ст3сп, 20К
Основной материал (группа)	1
Сварочные материалы (марки)	УОНИИ-13/55
Вид покрытия электродов	Б
Толщина свариваемых деталей, мм	20
Диаметр свариваемых деталей, мм	2454
Тип шва	СШ
Тип соединения	С
Вид соединения	дс(зк)
Условное обозначение соединения	По СТО ЦКТИ 10.004-2007 [4]
Положение при сварке	Г

Эскиз сварного соединения

Конструкция соединения	Конструктивные элементы шва	Порядок сварки
		Схема выполнения прихваток при сборке Первый сварщик Второй сварщик  Схема сварки Первый сварщик 50±10 Второй сварщик 

Сварочное оборудование (тип): ВДУ-506У.

Метод подготовки и очистки: перед сваркой кромки сварного соединения и прилегающие поверхности на ширине не менее 20 мм зачистить до металлического блеска и обезжирить ацетоном или уайт-спиритом.

Требования к прихватке: длина прихватки 40 – 50 мм. Расстояние между прихватками 200 – 250 мм, прихватки выполнять с наружной стороны. Прихватки устанавливать одновременно на диаметрально противоположных сторонах двумя сварщиками. Прихватки и прилегающие поверхности зачистить от шлака и брызг. Прихватки, имеющие дефекты, должны быть удалены механическим способом и выполнены вновь. Сварочный ток 130 – 160 А.

Технологические параметры сварки

Номер валика	Диаметр электрода, мм	Род и полярность тока	Сварочный ток, А	Напряжение дуги, В
1	4,0	Постоянный, обратная	130 – 160	24 – 26
2 – 20	4,0		150 – 180	

Технологические требования к сварке:

Сварку выполнять одновременно двумя сварщиками на диаметрально противоположных сторонах. Сварку двух-трех слоев вести обратноступенчатым способом участками длиной 250 – 300 мм в направлении, указанном на рисунке. Последующее заполнение разделки выполнять на проход. В процессе сварки зачищать каждый слой от шлака и брызг и выполнять послойный визуальный контроль и исправление дефектов. Первыми заварить два центральных переходных патрубка одновременно, а затем – два крайних переходных патрубка одновременно.

Зачистить корень шва с обратной стороны. Ширина и глубина выборки – по рисунку. Сварку выполнять двумя сварщиками по четвертям с диаметрально противоположных сторон на проход.

После сварки каждого валика шов следует зачистить от шлака и брызг металла и произвести визуальный и измерительный контроль поверхности на отсутствие наружных дефектов и нарушений геометрических размеров сварного шва.

Зажигание и гашение сварочной дуги осуществлять только на наплавленном металле шва.

Глубина западания между валиками не должна быть более 1 мм.

Сварные соединения клеймить присвоенными сварщикам клеймами.

Требования к контролю сварных соединений

Метод контроля	Наименование (шифр) НД		Объем контроля	
	по методике контроля	по оценке качества	%	кол-во образцов
Визуальный и измерительный	РД 03-606-03 [5]	ГОСТ Р 52630, СТО ЦКТИ 10.004-2007 [4]	100	–
Радиографический	ГОСТ 7512	ГОСТ Р 52630, СТО ЦКТИ 10.004-2007 [4]	10	–
Ультразвуковой	ГОСТ Р 55724	ГОСТ Р 52630, СТО ЦКТИ 10.004-2007 [4]	10	–

Визуальный и измерительный контроль проводить в такой последовательности:

- контроль геометрических размеров деталей и узлов на соответствие требованиям конструкторской и нормативной документации;

- контроль собранных под сварку деталей и узлов: правильности сборки и крепления деталей при сборке чистоты кромок и прилегающих к ним поверхностей величины зазора между подготовленными под сварку деталями величины смещения кромок;

- контроль процесса сварки: количества и порядка наложения валиков и слоев шва, чистоты зачистки свариваемых поверхностей от шлака, брызг, окалины перед наложением последующих валиков (слоев) температуры окружающей среды и свариваемого металла;

- после окончания сварки шва контролировать: геометрические размеры выпуклости валика, чистоту поверхностей под контроль.

Радиографический контроль сварных соединений следует проводить после удаления недопустимых несплошностей, выявленных визуальным и измерительным контролем.

Ультразвуковой контроль сварных соединений следует проводить при температурах окружающего воздуха и контролируемой поверхности от плюс 50 ^{o}С до плюс 400 ^{o}С. Шероховатость поверхности, подлежащей ультразвуковому контролю (УЗК), должна быть не ниже Rz40.

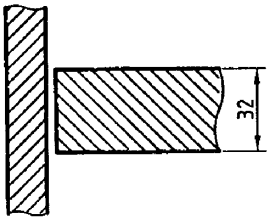
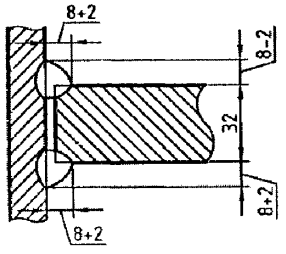
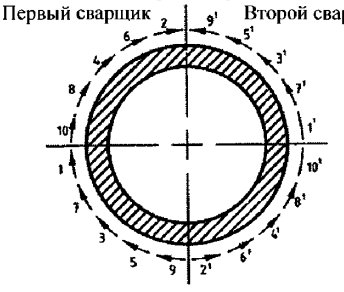
Организация (предприятие)		ФИО	Подпись	Дата
Утвердил	Главный инженер			
Проверил	Ведущий инженер			
Разработал	Технолог			

Приложение 3

Технологическая карта сварки четырех паровых труб (обечаек) (РД-04-КО/Г)

Наименование	Обозначения (показатели)
Нормативный документ	ГОСТ Р 52630, СТО ЦКТИ 10.004-2007 [4]
Способ сварки	РД
Основной материал (марки)	Ст3сп, 20
Основной материал (группа)	1
Сварочные материалы (марки)	УОНИИ-13/55
Вид покрытия электродов	Б
Толщина свариваемых деталей, мм	8
Диаметр свариваемых деталей, мм	400
Тип шва	УШ
Тип соединения	У
Вид соединения	дс(бз)
Условное обозначение соединения	По СТО ЦКТИ 10.004-2007 [4]
Положение при сварке	Г

Эскиз сварного соединения

Конструкция соединения	Конструктивные элементы шва	Порядок сварки
		Схема выполнения прихватки при сборке  Схема сборки 

Сварочное оборудование (тип): ВДУ-506У.

Метод подготовки и очистки: перед сваркой кромки сварного соединения и прилегающие поверхности на ширине не менее 20 мм зачистить до металлического блеска и обезжирить ацетоном или уайт-спиритом.

Требования к прихватке: длина прихватки 40 – 50 мм. Расстояние между прихватками 200 – 250 мм. Прихватки устанавливать одновременно на диаметрально противоположных сторонах двумя сварщиками. Прихватки и прилегающие поверхности зачистить от шлака и брызг. Прихватки, имеющие дефекты, должны быть удалены механическим способом и выполнены вновь. Сварочный ток 90 – 110 А.

Технологические параметры сварки

Номер валика	Диаметр электрода, мм	Род и полярность тока	Сварочный ток, А	Напряжение дуги, В
1 – 2	4,0	Постоянный, обратная	150 – 180	24 – 26
3 – 5	4,0		150 – 180	

Технологические требования к сварке

Сварку выполнять одновременно двумя сварщиками на диаметрально противоположных сторонах. Заварить шов с наружной стороны. Сварку выполнять по четвертям на проход за два прохода (высота каждого прохода 4 – 5 мм). Заварить шов с внутренней стороны. Сварку выполнять по четвертям на проход за три прохода (высота каждого прохода 4 – 5 мм). В процессе сварки зачищать каждый слой от шлака и брызг и выполнять послойный визуальный и измерительный контроль и исправление дефектов.

После сварки каждого валика шов следует зачистить от шлака и брызг металла и произвести визуальный и измерительный контроль поверхности на отсутствие наружных дефектов и нарушений геометрических размеров сварного шва.

Зажигание и гашение сварочной дуги осуществлять только на наплавленном металле шва.

Глубина западания между валиками не должна быть более 1 мм.

Сварные соединения клеймить присвоенными сварщикам клеймами.

Требования к контролю сварных соединений

Метод контроля	Наименование (шифр) НД		Объем контроля	
	по методике контроля	по оценке качества	%	кол-во образцов
Визуальный и измерительный	РД 03-606-03 [5]	ГОСТ Р 52630, СТО ЦКТИ 10.004-2007 [4]	100	–

Визуальный и измерительный контроль проводить в такой последовательности:

- контроль геометрических размеров деталей и узлов на соответствие требованиям конструкторской и нормативной документации;

- контроль собранных под сварку деталей и узлов: правильности сборки и крепления деталей при сборке чистоты кромок и прилегающих к ним поверхностей величины зазора между подготовленными под сварку деталями величины смещения кромок;

- контроль процесса сварки: количества и порядка наложения валиков и слоев шва чистоты зачистки свариваемых поверхностей от шлака, брызг, окалины перед наложением последующих валиков (слоев) температуры окружающей среды и свариваемого металла;

- после окончания сварки шва контролировать: геометрические размеры выпуклости валика, чистоту поверхностей под контроль.

Организация (предприятие)		ФИО	Подпись	Дата
Утвердил	Главный инженер			
Проверил	Ведущий инженер			
Разработал	Технолог			

Библиография

[1]	ПБ 03-273-99	Правила аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства
[2]	РД 03-495-02	Технологический регламент проведения аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства
[3]	ПБ 03-440-02	Правила аттестации персонала в области неразрушающего контроля
[4]	СТО ЦКТИ 10.004-2007	Сосуды энергомашиностроения. Общие технические требования к изготовлению
[5]	РД 03-606-03	Инструкция по визуальному и измерительному контролю
[6]	РД 03-613-03	Порядок применения сварочных материалов при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов
[7]	РД 03-614-03	Порядок применения сварочного оборудования при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов
[8]	РД 03-615-03	Порядок применения сварочных технологий при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов
[9]	ПБ 03-584-03	Правила проектирования, изготовления и приемки сосудов и аппаратов стальных сварных
[10]	РД 34.17.302-97 (ОП 501 ЦД-97)	Котлы паровые и водогрейные. Трубопроводы пара и горячей воды. Сосуды. Сварные соединения. Контроль качества. Ультразвуковой контроль. Основные положения
[11]	РД 153-34.1-17.461-00	Методические указания по капиллярному контролю сварных соединений, наплавок и основного металла при изготовлении, монтаже, эксплуатации и ремонте оборудования и трубопроводов ТЭС
[12]	РД 13-06-2006	Методические рекомендации о порядке проведения капиллярного контроля технических устройств и сооружений, применяемых и эксплуатируемых на опасных производственных объектах

Приложение И

(рекомендуемое)

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ

«Ручная аргонодуговая сварка неплавящимся электродом труб паровых и водогрейных котлов с температурой воды плюс 115 °С и выше»

(ТИ-РАД-КО)

2014 г.

Содержание

1 Область применения ... 183
2 Нормативные ссылки ... 183
3 Подготовка сварочного производства ... 183
4 Сборка под сварку ... 185
5 Требования к сварке ... 188
6 Контроль сварочных работ и сварных соединений ... 191
7 Исправление дефектов сварных соединений ... 193
Приложение 1 Технологическая карта ручной аргонодуговой сварки труб (РАД-01-КО/Тр-2) ... 196
Библиография ... 198

1 Область применения

Технологическую инструкцию следует применять для выполнения сборочно-сварочных работ с применением ручной аргонодуговой сварки неплавящимся электродом следующих изделий:

- трубные системы паровых котлов с рабочим давлением $P_{раб}$ свыше 0,07 МПа (0,7 кгс/см^2) (экраны, ширмы, пароперегреватели, экономайзеры), в том числе трубопроводы в пределах котла и турбины (опускные, отводящие, перепускные и др.);

- трубные системы водогрейных котлов, в том числе трубопроводы в пределах котла, с температурой $T_в$> плюс 115 °С.

Инструкция регламентирует требования к подготовке, сборке, сварке неплавящимся вольфрамовым электродом трубных систем котлов и трубопроводов, работающих под давлением, из углеродистых и низколегированных конструкционных сталей с условным проходом до 100 мм и толщиной стенки не более 10 мм, а также к контролю.

Объем, порядок контроля и нормы оценки качества сварных соединений следует устанавливать нормативными документами РД 153-34.1-003-01 [1] и СТО ЦКТИ 10.002-2007 [2].

2 Нормативные ссылки

В настоящей инструкции использованы нормативные ссылки на следующие стандарты и своды правил:

ГОСТ 2246–70 Проволока стальная сварочная. Технические условия

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

ГОСТ 10157–2016 Аргон газообразный и жидкий. Технические условия

ГОСТ 14082–78 Прутки и листы из прецизионных сплавов с заданным температурным коэффициентом линейного расширения. Технические требования

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

ГОСТ 23949–80 Электроды вольфрамовые сварочные неплавящиеся. Технические условия

ГОСТ 24297–2013 Верификация закупленной продукции. Организация проведения и методы контроля. Пересмотр (ГОСТ 24297–87)

3 Подготовка сварочного производства

3.1 Требования к квалификации сварщиков, специалистов сварочного производства и контролеров

3.1.1 Сварку должны проводить сварщики, аттестованные в соответствии с ПБ 03-273-99 [3] и РД 03-495-02 [4]. Сварщики должны иметь II квалификационную группу по электробезопасности и сдать испытания по противопожарным мероприятиям и технике безопасности.

3.1.2 Сварщик, впервые приступающий в данной организации к сварке труб, должен перед допуском к работе пройти проверку на сварке и контроле допускных стыков. Конструкция допускного стыка должна соответствовать производственным соединениям. Методы и объемы контроля допускных стыков трубопроводов должны отвечать требованиям РД 153-34.1-003-01 [1, пункт 5.1.3].

3.1.3 Сварщик должен быть обеспечен необходимым набором инвентаря и инструментов. Сварщики должны иметь кожаные (или хлопчатобумажные) перчатки, набор заточенных вольфрамовых электродов и пассатижи.

3.1.4 Руководство сварочными работами имеет право выполнять специалист сварочного производства, имеющий аттестационное свидетельство не ниже II уровня профессиональной подготовки.

3.1.5 К контролю сварных соединений труб физическими методами допускаются специалисты по контролю сварных соединений, аттестованные в соответствии с ПБ 03-440-02 [5].

3.2 Свариваемые материалы

3.2.1 Материалы, применяемые для изготовления котлов, пароперегревателей, экономайзеров, работающих под давлением, даны в ПБ 10-574-03 [5, приложение 5].

3.2.2 Трубы должны быть очищены от окалины, коррозии, масла и других загрязнений в соответствии с требованиями входного контроля по ГОСТ 24297.

3.2.3 Толщина стенки трубы в местах удаления дефектов не должна выходить за пределы минимально допустимого значения.

3.2.4 До запуска в производство трубы должны храниться на специализированных складах и должны быть рассортированы по размерам и маркам стали. Трубы должны быть уложены на стеллажи, обеспечивающие отсутствие остаточных деформаций.

Торцы труб для изготовления поверхностей нагрева должны быть закрыты предохранительными колпачками или заглушками.

3.3 Сварочные материалы

3.3.1 Сварочные материалы до запуска в производство должны пройти входной контроль и проверку на соответствие их поставки и хранения требованиям ГОСТ 2246. Каждая партия сварочных материалов должна иметь документ о качестве (сертификат) с указанием всех необходимых данных, предусмотренных требованиями ГОСТ 2246 или ТУ на изготовление.

3.3.2 Перед запуском в производство организация обязана проверить каждую бухту сварочной проволоки стилоскопированием на соответствие документу о качестве, углеродистую

проволоку – на отсутствие легирующих элементов. После намотки на сварочные кассеты должно быть проведено повторное стилоскопирование начала и конца проволоки на кассете.

3.3.3 Перед использованием аргона из каждого баллона следует проверить качество газа, для чего надо наплавить на пластину или трубу валик длиной 100 – 150 мм и по внешнему виду поверхности наплавки определить ее качество. При обнаружении пор в металле шва газ, находящийся в данном баллоне, следует браковать.

3.3.4 Сварочные материалы должны храниться в соответствии с требованиями ГОСТ 2246, ГОСТ 10157, паспорта или технических условий на данную марку неплавящихся электродов по ГОСТ 23949, сварочную проволоку и газы.

3.3.5 К применению допущены сварочные материалы, аттестованные в соответствии с РД 03-613-03 [7].

3.4 Сварочное оборудование

3.4.1 Для ручной аргонодуговой сварки неплавящимся электродом в качестве источников питания сварочным током следует использовать однопостовые выпрямители. Для обеспечения стабильного режима сварки стыков источники электропитания целесообразно подсоединять к отдельным силовым трансформаторам, к которым не должны быть подключены другие потребители. Колебания напряжения питающей сети не должны превышать ±5 % номинального значения.

3.4.2 Сварочное оборудование должно быть аттестовано в соответствии с требованиями РД 03-614-03 [8].

3.5 Требования к организации сварочного производства

Организация – производитель сварочных работ должна пройти процедуры проверки готовности на использование аттестованной сварочной технологии в соответствии с РД 03-615-03 [9].

4 Сборка под сварку

4.1 Подготовка деталей к сварке

4.1.1 На всех блоках, трубах и деталях до начала сборки мастером (или другим ответственным лицом) должно быть проверено наличие клейм, маркировки, а также документов (сертификатов) завода-изготовителя, подтверждающих соответствие блоков, труб и деталей их назначению.

4.1.2 Гладкие трубы, идущие на изготовление экранов, мембранных панелей и конвективных поверхностей нагрева, должны быть термически обработаны и соответствовать требованиям на изготовление и поставку таких труб ТУ 14-3Р-55-2001 [10], ТУ 14-3-190-2004 [11].

Для изготовления панелей следует использовать бесшовные трубы из сталей марок 20, 20ПВ.

4.1.3 При отрезании части трубы наружным диаметром более 76 мм на оставшейся части должна быть сохранена или восстановлена маркировка. Трубы для поверхностей нагрева с наружным диаметром 76 мм и менее допускается маркировать по инструкции предприятия – изготовителя котла несмываемой краской, однозначно определяющей марку стали, одной продольной полосой по всей длине трубы.

4.1.4 Вмятины на концах труб следует исправлять с помощью домкратов или других разжимных устройств при условии, что глубина вмятины не превышает 3,5 % наружного диаметра $D_н$.

Вмятины на трубах из углеродистых и низколегированных сталей допускается исправлять вхолодную или с нагревом.

4.2 Резка и механическая обработка концов труб

4.2.1 Обрезка торцов труб.

Торцы труб, подлежащие аргонодуговой сварке, должны быть обработаны механическим способом перпендикулярно к оси трубы.

Допуск перпендикулярности торца к оси трубы не должен превышать значений:

- для труб до D = 76 мм включительно – 0,5 мм;

- для труб с D свыше 76 до 133 мм включительно – 1,0 мм.

4.2.2 Обработку концов труб для сварки (обрезка труб и снятие фасок) необходимо производить механическим способом (резцом, фрезой или абразивным кругом) с помощью специальных труборезных станков.

Подготовленные к сборке кромки не должны иметь неровности (вырывы, заусенцы) с острыми и резкими переходами.

4.2.3 Если у стыкуемых труб разность внутренних диаметров превышает допустимую, то для обеспечения плавного перехода в месте стыка может быть применена раздача (вхолодную или с нагревом) конца трубы с меньшим внутренним диаметром путем его калибровки с последующей механической обработкой конца трубы.

После раздачи необходимо проверить, не произошло ли утонения стенки трубы больше допустимой величины.

4.2.4 Допуск излома осей труб в месте сварного стыка не должен превышать 3 мм на длине 200 мм. Отклонение от соосности должно быть определено наложением линейки с вырезом, имеющей базовую поверхность 200 мм.

4.2.5 Требования к сборке стыков труб.

4.2.5.1 Сборка стыков труб под сварку должна быть произведена с использованием центровочных приспособлений, обеспечивающих соосность стыкуемых труб.

4.2.5.2 Непосредственно перед сборкой свариваемые кромки, внутренняя и наружная поверхности труб должны быть зачищены от масла, ржавчины и других загрязнений. Ширина указанных участков, считая от кромки разделки (торца), должна быть не менее 15 мм при подготовке деталей под дуговую сварку.

4.2.5.3 Смещение (несовпадение) наружной стороны свариваемых труб (и фасонных деталей) при сварке стыков с односторонней разделкой кромок не должно превышать значений $0{,}20S$ при номинальной толщине стенки соединяемых деталей S до 5 мм и $0{,}10S + 0{,}5$ при толщине $S > 5$ до 10 мм.

4.3 Сборка стыков труб

4.3.1 Перед сборкой стыков труб следует проверить:

- соответствие формы, размеров и качества подготовки кромок требованиям конструкторской документации;

- качество зачистки наружной и внутренней поверхностей концов труб (патрубков, штуцеров);

- соответствие минимальной фактической толщины стенки концов собираемых элементов требованиям конструкторской документации.

4.3.2 Основные рекомендуемые конструкции стыковых сварных соединений даны в РД 153-34.1-003-01 [1].

Допустимо применение сварных соединений с другими конструктивными размерами подготовки кромок, если при этом обеспечено надлежащее качество.

4.3.3 При сборке стыков труб под сварку следует пользоваться специальными центровочными приспособлениями, предпочтительно инвентарными, не привариваемыми к трубам.

4.3.4 В стыках труб, собираемых без подкладных колец, количество прихваток и их протяженность должны соответствовать нормам, приведенным в таблице 4.1.

Высота прихваток при их выполнении без присадочной проволоки на стыках труб с разделкой Тр-1 должна быть равна толщине стенки трубы; на стыках труб с разделкой Тр-2 должна быть равна величине $b \pm 0{,}5$ мм (b – размер притупления). При выполнении прихваток с присадочной проволокой высота прихватки может быть увеличена на 0,5 – 1,0 мм.

4.3.5 Прихватки необходимо выполнять с полным проваром и по возможности переплавлять при наложении основного шва.

Для выполнения прихваток швов должен быть применен тот же присадочный материал, который будет использован (или может быть использован) для сварки корневого слоя.

Прихватки должны быть равномерно расположены по периметру стыка. Не рекомендуется накладывать прихватки на потолочном участке стыка.

К качеству прихваток следует предъявлять такие же требования, как и к сварному шву. Прихватки, имеющие недопустимые дефекты, обнаруженные при визуальном и измерительном контроле, следует удалять механическим способом.

Таблица 4.1 – Количество и протяженность прихваток при сборке стыков труб

Диаметр труб, мм	До 50	Свыше 50 до 100
Количество прихваток по периметру, шт.	1 – 2	1 – 3
Протяженность одной прихватки, выполняемой ручной аргонодуговой сваркой, мм	5 – 10	10 – 20

5 Требования к сварке

5.1 Общие положения технологии сварки стыков труб

5.1.1 Сварку стыков труб следует начинать сразу после прихватки. Непосредственно перед сваркой сварщик должен проверить состояние поверхности стыка, убедиться в отсутствии недопустимых дефектов в прихватках.

5.1.2 Во всех случаях многослойной сварки разбивать шов на участки следует с таким расчетом, чтобы стыки участков («замки» швов) в соседних слоях не совпадали, а были смещены один относительно другого на 12 – 18 мм.

5.1.3 По окончании наплавки каждого валика необходимо полностью удалить шлак после его охлаждения (потемнения). При обнаружении на поверхности шва дефектов (трещин, скоплений пор и др.) дефектное место следует удалить механическим способом до «здорового» металла и при необходимости заварить вновь.

5.1.4 Минимальная температура окружающего воздуха, при которой могут быть выполнены прихватка и сварка стыков трубопроводов, приведена в таблице 5.1. При более низкой температуре воздуха сварка должна быть выполнена в помещении или укрытии (кабине, палатке), где поддерживается температура выше 0 °С.

Таблица 5.1 – Требования к температуре окружающего воздуха при сварке и прихватке элементов котлов и трубопроводов

Марка стали свариваемых элементов	Номинальная толщина металла, мм*	Минимальная температура окружающего воздуха, °С
Ст2сп, Ст3пс, Ст3сп, 08, 10, 20, 20ПВ	Независимо	–20
20Л, 25Л, 20ГСЛ	Независимо	–10
15ГС, 16ГС, 17ГС, 17Г1С, 17Г1СУ	≤ 10	–20

* При толщине более 10 мм выполняется комбинированная сварка.

Примечание – При сварке деталей из сталей разных марок требования по допустимой температуре окружающего воздуха принимаются по стали, для которой допустимой температурой окружающего воздуха является более высокая температура.

5.1.5 При температуре окружающего воздуха ниже 0 °С сваривать и прихватывать стыки трубопроводов и труб котлов необходимо с соблюдением следующих требований:

- металл в зоне сварного соединения перед прихваткой и сваркой должен быть просушен и подогрет с доведением его температуры до положительной;

- во время всех термических операций (прихватки, сварки) стыки труб должны быть защищены от воздействия осадков, ветра, сквозняков до полного их остывания.

5.1.6 Размеры каждого валика (слоя) должны составлять при ручной аргонодуговой сварке вертикального неповоротного и горизонтального стыка: высота 2 – 4 мм, ширина 4 – 8 мм.

5.1.7 Сваренный и зачищенный стык труб с толщиной стенки 6 мм и более сварщик должен заклеймить присвоенным ему клеймом. Клеймо следует ставить на самом сварном шве или на трубе на расстоянии 30 – 40 мм от шва (на вертикальном стыке вблизи верхнего «замка», на горизонтальном – в любом месте).

При зачистке стыка для ультразвукового контроля место расположения клейма не надо зачищать.

5.2 Ручная аргонодуговая сварка труб

5.2.1 При сборке и сварке неповоротных стыков труб диаметром 100 мм и менее возможны два технологических варианта сварки:

- сварной шов следует полностью выполнять ручной аргонодуговой сваркой неплавящимся электродом;

- сварной шов следует выполнять комбинированным способом: корневой слой – ручной аргонодуговой сваркой неплавящимся электродом, последующие слои – ручной дуговой сваркой покрытыми электродами.

Для стыков труб при толщине стенки 4 мм и более предпочтение следует отдавать комбинированному способу; при меньшей толщине нужно сваривать стык полностью ручной аргонодуговой сваркой.

5.2.2 Для ручной аргонодуговой сварки неплавящимся электродом рекомендуется использовать однопостовой источник постоянного тока, оснащенный устройством бесконтактного или контактного возбуждения дуги на малых токах и плавного снижения сварочного тока при заварке кратера шва (в частности, ТИР-300ДМ1, УДГ-350, УПС-301), или многопостовой источник с балластным реостатом для регулирования сварочного тока и обеспечения стабильного горения сварочной дуги.

Аргон из баллона должен поступать в горелку через редуктор с дозирующим устройством; могут быть также применены редукторы-расходомеры АР-40, АР-10, РК-50 или РК-53 с ротаметром типа РМ.

5.2.3 Для ручной сварки неплавящимся электродом в среде аргона стыков труб в монтажных условиях рекомендуется применять малогабаритные горелки МАГ-3, АГМ-2 и др.

5.2.4 Собранные стыки следует прихватывать в одном или двух местах ручной аргонодуговой сваркой с применением присадочной проволоки или без нее. Исключение составляют стыки труб из углеродистой стали, которые всегда следует прихватывать с применением присадочной проволоки, а также стыки труб из стали других марок при зазоре между трубами более 0,5 мм. Следует использовать присадочную проволоку диаметром 1,6 – 2 мм той же марки, какая будет применена для сварки данного стыка.

5.2.5 Прихваченный стык по возможности следует полностью сваривать в приспособлении.

5.2.6 Корневой слой (первый проход) следует выполнять ручной аргонодуговой сваркой с использованием присадочной проволоки или без нее. Корневые слои стыков труб из углеродистой стали, а также стыки труб из стали других марок при зазоре более 0,5 мм должны быть сварены с присадкой. Последующие слои шва следует выполнять с применением присадочной проволоки диаметром 1,6 – 3 мм. Марка проволоки Св-08Г2С или Св-08ГС независимо от марки свариваемой стали.

5.2.7 Ручную аргонодуговую сварку нужно выполнять возможно короткой дугой на постоянном токе (100 – 140 А, напряжение дуги 10 – 12 В) прямой полярности вольфрамовым электродом диаметром 2 – 4 мм. Значение тока сварки следует уточнять при выполнении пробных стыков.

5.2.8 Зажигание и гашение дуги следует производить в разделке трубы или на уже наложенном шве на расстоянии 20 – 25 мм от его конца.

Подачу аргона необходимо прекращать спустя 5 – 8 с после обрыва дуги и в течение этого времени подавать аргон на кратер для защиты металла шва от воздействия воздуха.

Таблица 5.2 – Область применения сварочной проволоки для ручной аргонодуговой сварки

Марка стали труб	Марка проволоки по ГОСТ 2246
Ст2сп, Ст3пс, Ст3сп, 08, 10, 20, 20ПВ, 20Л, 25Л, 15ГС, 16ГС, 17ГС, 17Г1С, 20ГСЛ, 17Г1СУ	Св-08ГС, Св-08Г2С

5.2.9 Высота слоя (валика), выполненного ручной аргонодуговой сваркой, должна быть 2 – 4 мм.

В процессе сварки должна быть обеспечена качественная защита сварочной ванны для спокойного горения дуги. При выполнении корневого прохода необходимо обеспечить полное проплавление кромок с образованием обратного валика.

5.2.10 Для получения сварного шва без наплывов с внутренней стороны сварку труб рекомендуется вести с поддувом аргона или углекислого газа.

5.2.11 При аргонодуговой сварке особое внимание должно быть уделено провару корня шва и заделке кратера. Для заделки кратера необходимо применять дистанционное управление сварочным преобразователем. В отсутствие системы дистанционного управления сварочным преобразователем заделку кратера необходимо производить путем ввода в кратер капли расплавленного металла сварочной проволоки с одновременным ускорением отвода горелки от стыка до естественного обрыва дуги.

5.2.12 После сварки корневого шва должен быть проведен визуальный и измерительный контроль для выявления трещин. При обнаружении трещин дефектный участок должен быть удален и снова заварен с присадочной проволокой.

6 Контроль сварочных работ и сварных соединений

6.1 Контроль сварочных работ

6.1.1 В процессе производства сварочных работ необходимо осуществлять входной контроль, операционный контроль и контроль сварных соединений. Входной контроль следует проводить в соответствии с разделом 3.

6.1.2 Операционный контроль включает:

- контроль сборочно-сварочного оборудования, аппаратуры и приспособлений;
- контроль подготовки и сборки труб под сварку;
- контроль процессов сварки.

6.1.3 При контроле сборочно-сварочного оборудования, аппаратуры и приспособлений следует проверять:

- исправность и комплектность сборочно-сварочного оборудования и приспособлений, а также соответствие их геометрических и технологических параметров предстоящим операциям по сборке и сварке труб;
- отсутствие повреждения (недопустимого износа) токоподводящих кабелей и газоподводящих труб и шлангов;
- наличие проверенных редукторов-расходомеров на постах для аргонодуговой сварки;
- состояние горелок и шлангов.

6.1.4 При подготовке деталей под сварку следует контролировать:

- наличие маркировки, подтверждающей соответствие детали требованиям проектной документации;

- подготовку подлежащих сварке кромок (поверхностей), а также прилегающих к ним участков основного металла;

- форму и размеры кромок;

- форму и размеры расточки или раздачи труб.

6.1.5 При сборке деталей под сварку следует контролировать:

- правильность сборки и крепления деталей в сборочных приспособлениях;

- чистоту кромок и прилегающих к ним поверхностей;

- качество, размеры и расположение прихваток;

- величину зазора в соединениях;

- величину смещения кромок, перелом осей соединяемых труб;

- размеры собранного под сварку узла.

6.1.6 Перед началом сварки следует контролировать:

- соответствие квалификации сварщика выполняемым работам;

- чистоту кромок и поверхностей, подготовленных под сварку;

- марку применяемых сварочных материалов;

- наличие документов, подтверждающих положительные результаты входного контроля сварочных материалов;

- чистоту поверхности присадочных материалов.

6.1.7 В процессе сварки следует контролировать:

- режимы сварки и последовательность выполнения операций (по сварке, зачистке, контролю);

- порядок выполнения сварных швов;

- температуру окружающей среды;

- очередность наложения валиков и слоев.

6.1.8 После сварки следует контролировать наличие и правильность маркировки (клеймения) сварных швов.

6.2 Контроль сварных соединений

6.2.1 Контроль сварных соединений следует проводить по РД 153-34.1-003-01 [1].

6.2.2 Визуальному и измерительному контролю подлежат все сварные соединения. Визуальный и измерительный контроль должен быть проведен в соответствии с РД 03-606-03 [12]. Нормы оценки качества – в соответствии с РД 153-34.1-003-01 [1, таблица 18.2].

6.2.3 Качество корневого слоя шва по результатам внешнего осмотра, проведенного до заполнения остальной части шва, считается удовлетворительным, если выдержаны требования к размерам и формированию корневого слоя и не обнаружены трещины любых видов и направлений, непровары в корне шва, незаваренные прожоги и кратеры, наплывы (натеки), свищи, а также значительное количество объемных поверхностных включений, превышающих нормы, дефекты, свидетельствующие о нарушении режима сварки или о недоброкачественности сварочных материалов.

6.2.4 Выявленные при визуальном и измерительном контроле поверхностные дефекты, которые могут быть удалены без последующей заварки выборок, должны быть исправлены до проведения контроля другими методами.

6.2.5 Радиографический контроль сварных соединений должен быть проведен в соответствии с ГОСТ 7512 и РД 34.10.068-91 [13].

6.2.6 Ультразвуковой контроль сварных соединений должен быть проведен в соответствии с ГОСТ Р 55724, РД 34.17.302-97 [14].

6.2.7 Качество сварных соединений по результатам радиографического контроля следует оценивать в соответствии с требованиями РД 153-34.1-003-01 [1, таблица 18.6], по результатам ультразвукового контроля – в соответствии с требованиями РД 34.17.302-97 [14] и РД 153-34.1-003-01 [1, таблица 18.10], и оно считается удовлетворительным, если не будут обнаружены несплошности, превышающие допустимые значения.

7 Исправление дефектов сварных соединений

7.1 Исправлению путем местной подварки (без переварки всего стыка) с помощью ручной аргонодуговой сварки подлежат дефекты в сварных соединениях, в которых дефекты должны быть исправлены до эксплуатации сварных соединений.

7.2 Обнаруженные при визуальном и измерительном контроле, ультразвуковой дефектоскопии или радиографии поверхностные и подповерхностные дефекты в стыках трубопроводов (независимо от их назначения и параметров рабочей среды) и труб поверхностей нагрева котлов (в том числе в корневых слоях, выполненных аргонодуговой сваркой) должны быть исправлены следующим образом:

- чрезмерные выпуклости сварных швов удалить механическим способом, недостаточные выпуклости исправить подваркой предварительно зачищенного шва;

- наплывы удалить механическим способом и при необходимости подварить;

- подрезы и углубления между валиками подварить, предварительно зачистив места подварки;

- дефектные участки (трещины, незаплавленные кратеры, поры, неметаллические включения, несплавления и непровары) удалить до «здорового» металла, не оставляя острых углов и подварить до получения шва нормального размера. Дефектные стыки трубопроводов, которые нельзя исправить местной подваркой, следует вырезать;

- сквозной прожог или непровар в корневом слое, выполненном аргонодуговой сваркой (до заполнения остальной части разделки), исправить ручной аргонодуговой сваркой с применением присадочной проволоки соответствующей марки.

Исправление поверхностных и подповерхностных дефектов без последующей заварки мест их выборки допущено на сварных соединениях в случае, если остающаяся толщина металла в месте максимальной глубины выборки не менее расчетной толщины стенки, но не менее 75 % ее номинальной толщины.

7.3 Сварные соединения трубопроводов пара и горячей воды и труб поверхностей нагрева котлов могут быть отремонтированы путем подварки выборки поврежденного металла независимо от размеров выборки.

7.4 Поврежденный металл сварного соединения следует удалять механическим способом (абразивным инструментом, резанием или вырубкой).

Примечание – Под поврежденным металлом сварного соединения следует понимать металл шва и прилегающую к шву зону с дефектами в виде трещин, скоплений пор, несплавлений и других несплошностей, превышающих допустимые нормы.

Кромки выборки следует плавно вывести на поверхность трубы или шва, в поперечном сечении выборка должна иметь чашеобразную форму разделки с углом скоса α не менее 15°. Исправляемый участок после выборки, в целях проверки полноты удаления дефекта, следует контролировать визуально, а при исправлении трещины – капиллярной или магнитопорошковой дефектоскопией либо путем травления соответствующим реактивом.

Форма и размеры выборки и последующей ее заварки в зависимости от места расположения дефекта приведены на рисунке 7.1.

Если исправлению подлежит стык с трещиной, то ее концы должны быть точно определены путем травления или капиллярным методом и засверлены сверлом диаметром на 2 – 3 мм больше ширины трещины, после чего дефектный металл следует удалить полностью. При

сквозной трещине, для удобства последующего заплавления, целесообразно оставлять слой металла толщиной 2 – 2,5 мм в качестве подкладки нового шва (эту толщину следует проверить несколькими сквозными сверлениями) (см. рисунок 7.1*в*)). Подварку в этом случае нужно начинать с переплавления оставшейся части стенки с трещиной, причем сварщик должен следить за полным (сквозным) расплавлением стенки: если перед электродом перемещается маленькое сквозное отверстие, то это означает, что сварка идет с полным проваром.

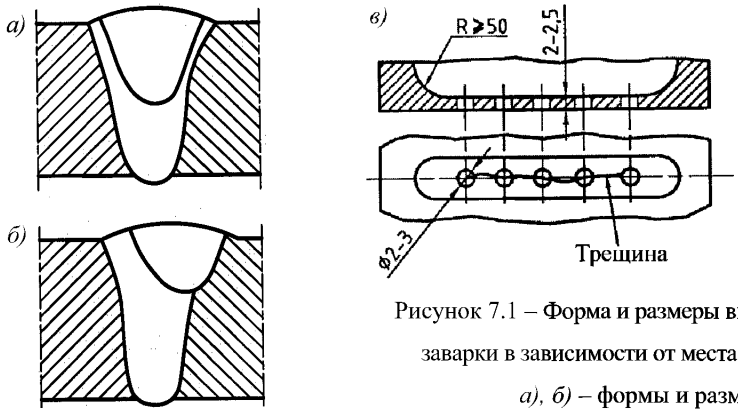


Рисунок 7.1 – Форма и размеры выборки и последующей ее заварки в зависимости от места расположения дефекта
а), б) – формы и размеры выборок при исправлении дефектов в сварных соединениях из углеродистой и низколегированной сталей;
в) – подготовка к заварке участка со сквозной трещиной

7.5 Подварку выборки и наплавку для исправления шва следует выполнять тем же способом сварки (ручным аргонодуговым) и с использованием тех же присадочных материалов, какие были применены для сварки основного шва.

Перед подваркой или наплавкой стык, независимо от толщины стенки трубы и марки стали, необходимо подогреть по всему периметру до температуры предварительного подогрева, регламентированной при сварке труб из стали этой марки.

Один и тот же участок может быть исправлен не более трех раз (под участком в данном случае понимается прямоугольник наименьшей площади, в контур которого вписана подлежащая заварке или уже заваренная выборка, и примыкающая к нему поверхность на расстоянии, равном трехкратной ширине этого прямоугольника).

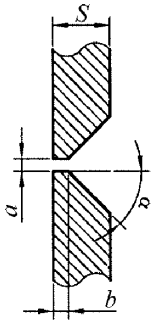
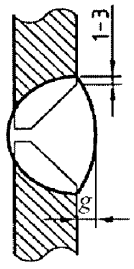
7.6 Исправленные с помощью сварки стыки нужно подвергнуть 100 %-ному визуальному и измерительному контролю, ультразвуковой дефектоскопии или радиографии, а также магнитопорошковому или капиллярному контролю.

Контролируемая зона должна включать место заварки и прилегающие к нему участки шириной не менее 20 мм сварного шва и 10 мм основного металла.

Приложение 1

Технологическая карта ручной аргонодуговой сварки труб (РАД-01-КО/Тр-2)

Наименование	Обозначения (показатели)
Нормативный документ	РД 153-34.1-003-01 [1]
Способ сварки	РАД
Вид свариваемых деталей	Т
Основной материал (марки)	Ст2сп, Ст3сп, Ст3пс, 10, 20, 15ГС, 16ГС, 17ГС, 17Г1С
Основной материал (группа)	1
Сварочные материалы (марки)	Св-08Г2С, Ar
Толщина свариваемых деталей, мм	2 – 8
Диаметр свариваемых деталей, мм	16 – 100
Тип шва	СШ
Тип соединения	С
Вид соединения	ос(бп)
Условное обозначение соединения	Тр-2 по РД 153-34.1-003-01 [1]
Положение при сварке	Горизонтальное неповоротное

Эскиз сварного соединения		Типоразмер труб $D_н$, S, мм	Размеры сварного соединения, мм			Тип разделки Тр-2	
			S	a	α, град	b	g
		$D_н$=16 – 100 S=2 – 8	2 – 8	1,5±0,5	30±3 (допускается 25 – 45)	1±0,5	0,5 – 2,0

Технологические параметры сварки

Толщина стенки, мм	Кол-во валиков, шт.	Марка присадочного материала	Род тока, полярность	Кол-во слоев	Диаметр присадочного материала, мм	Сварочный ток, А	Диаметр вольфрамового электрода, мм
2	1	Св-08Г2С	Постоянный, прямая	1 – 4	1,6 – 3,0	70 – 100	2 – 4 мм
3 – 4	2						
5 – 8	2 – 4						

Способ подготовки кромок: механическая обработка (резцом, фрезой или абразивным кругом) с помощью труборезного станка или шлифмашинки.

Способ сборки: на прихватках.

Требования к прихватке: одна – три штуки, длина 5 – 20 мм

Сварочное оборудование: ТИР-300ДМ1.

Технологические требования к сварке

Прихваченный стык следует полностью сварить в приспособлении. Ручную аргонодуговую сварку следует выполнять возможно короткой дугой. Зажигание и гашение дуги следует производить в разделке трубы или на уже наложенном шве на расстоянии 20 – 25 мм от его конца. Высота слоя (валика) должна быть 2 – 4 мм. При выполнении корневого прохода необходимо обеспечить полное проплавление кромок с образованием обратного валика.

После сварки каждого валика следует производить визуальный и измерительный контроль поверхностей на отсутствие дефектов.

Перед сваркой контролировать: конструктивные элементы подготовки кромок, чистоту кромок и прилегающих к ним поверхностей деталей, зазор и смещение кромок, перелом осей, качество, количество, размеры и расположение прихваток. В процессе сварки контролю подлежат: температура деталей и окружающего воздуха, порядок сварки соединения, режим сварки, толщина и ширина валика шва, технологические параметры сварки. После сварки контролю подлежат: клеймение, размеры выполненного шва и качество сварного соединения.

Требования к контролю сварных соединений

Метод контроля	Наименование (шифр) НД		Объем контроля	
	по методике контроля	по оценке качества	%	кол-во образцов
Визуальный и измерительный	РД 03-606-03 [12]	РД 153-34.1-003-01 [1]	100	–
Ультразвуковой или радиографический	ГОСТ 14082 ГОСТ 7512	РД 153-34.1-003-01 [1]	100	–
* Трубы поверхностей нагрева при рабочем давлении ≥ 10 МПа – 100 %; при рабочем давлении < 10 МПа – 5 %.				

Организация (предприятие)		ФИО	Подпись	Дата
Утвердил	Главный инженер			
Проверил	Ведущий инженер			
Разработал	Технолог			

Библиография

[1]	РД 153-34.1-003-01	Сварка, термообработка и контроль трубных систем котлов и трубопроводов при монтаже и ремонте энергетического оборудования
[2]	СТО ЦКТИ 10.002-2007	Элементы трубные поверхностей нагрева, трубы соединительные в пределах котла и коллектора стационарных котлов. Общие технические требования к изготовлению
[3]	ПБ 03-273-99	Правила аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства
[4]	РД 03-495-02	Технологический регламент проведения аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства
[5]	ПБ 03-440-02	Правила аттестации персонала в области неразрушающего контроля
[6]	ПБ 10-574-03	Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов
[7]	РД 03-613-03	Порядок применения сварочных материалов при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов
[8]	РД 03-614-03	Порядок применения сварочного оборудования при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов
[9]	РД 03-615-03	Порядок применения сварочных технологий при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов
[10]	ТУ 14-3Р-55-2001	Трубы стальные бесшовные для паровых котлов и трубопроводов. Технические условия
[11]	ТУ 14-3-190-2004	Трубы стальные бесшовные для котельных установок и трубопроводов. Технические условия
[12]	РД 03-606-03	Инструкция по визуальному и измерительному контролю
[13]	РД 34 10.068-91	Соединения сварные оборудования тепловых электростанций. Радиографический контроль
[14]	РД 34 17.302-97 (ОП № 501 ЦД)	Котлы паровые и водогрейные. Трубопроводы пара и горячей воды. Сосуды. Сварные соединения. Контроль качества. Ультразвуковой контроль. Основные положения

Приложение К

(рекомендуемое)

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ

«Сварка нагретым инструментом труб из полипропилена для внутренних систем холодного и горячего водоснабжения»

(ТИ-НИ-СК-ВС)

2014 г.

Содержание

1 Область применения 201
2 Нормативные ссылки 201
3 Подготовка сварочного производства 201
4 Сборка под сварку 203
5 Требования к сварке 203
6 Контроль сварочных работ и сварных соединений 207
7 Исправление дефектов сварных соединений 208
Приложение 1 Технологическая карта сварки труб из полипропилена (НИ-01-СК/Р) 209
Библиография 211

1 Область применения

Технологическую инструкцию следует применять для сварки нагретым инструментом враструб напорных труб и соединительных деталей из полипропилена внутренних систем холодного и горячего водоснабжения, транспортирующих воду, в том числе питьевую.

Инструкция распространяется на соединения сваркой труб и деталей из полипропилена «Рандом сополимер PP-R» с наружным диаметром от 16 до 110 мм по ГОСТ 32415.

2 Нормативные ссылки

В настоящей инструкции использованы нормативные ссылки на следующие стандарты и своды правил:

ГОСТ 32415–2013 Трубы напорные из термопластов и соединительные детали к ним для систем водоснабжения и отопления. Общие технические условия

ГОСТ Р 54792–2011 Дефекты в сварных соединениях термопластов. Описание и оценка

СП 40-101-96 Проектирование и монтаж трубопроводов из полипропилена «Рандом сополимер»

СП 40-102-2000 Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов. Общие требования

СП 73.13330.2012 «СНиП 3.05.01-85 Внутренние санитарно-технические системы»

Р НОСТРОЙ 2.15.1-2011 Инженерные сети зданий и сооружений внутренние. Рекомендации по устройству внутренних трубопроводных систем водоснабжения, канализации и противопожарной безопасности, в том числе с применением полимерных труб

3 Подготовка сварочного производства

3.1 Требования к квалификации сварщиков

3.1.1 Сварщики и специалисты сварочного производства, выполняющие работы по сварке нагретым инструментом труб, должны быть аттестованы в соответствии с ПБ 03-273-99 [1] и РД 03-495-02 [2].

3.1.2 Руководство сварочными работами имеет право выполнять специалист сварочного производства, имеющий аттестационное свидетельство не ниже II уровня профессиональной подготовки.

3.1.3 Сварку допускных стыков следует осуществлять в условиях, приближенных к производственным.

3.2 Свариваемые материалы

3.2.1 Трубы и соединительные детали должны иметь документ о качестве согласно ГОСТ 32415–2013 (пункт 7.2).

3.2.2 Входной контроль свариваемых труб и соединительных деталей включает:

- проверку целостности упаковки;

- проверку маркировки труб и соединительных деталей на соответствие технической документации;

- внешний осмотр наружной поверхности труб и соединительных деталей, а также внутренней поверхности соединительных деталей;

- измерение и сопоставление наружных и внутренних диаметров и толщин стенок труб с требуемыми. Измерения следует производить не менее чем по двум взаимно перпендикулярным диаметрам. Результаты измерений должны соответствовать величинам, указанным в нормативной документации на трубы и соединительные детали.

3.2.3 Не допускается использовать для строительства трубы и соединительные детали с технологическими дефектами, царапинами и отклонениями от допусков больше, чем предусмотрено стандартом или техническими условиями.

3.2.4 Концы труб под сварку должны быть отрезаны перпендикулярно оси трубы, без заусенцев. Отклонение угла реза не должно превышать 0,5 мм для труб с наружным диаметром до 50 мм, 1 мм – для труб с наружным диаметром 50 – 110 мм.

3.2.5 На поверхности и по торцу не допускаются пузыри, раковины, трещины и посторонние включения, видимые без применения увеличительных приборов. Высота выступов после удаления литников – не более 0,5 мм.

Длины поверхностей раструба, фитинга и гладкого конца фитинга или трубы, нагреваемых при сварке, должны соответствовать ТУ 2248-015-70239139-2006 [3].

3.2.6 Трубы и соединительные детали необходимо оберегать от ударов и механических нагрузок, а их поверхности – от нанесения царапин. При перевозке трубы из полипропилена необходимо укладывать на ровную поверхность транспортных средств, предохраняя от острых металлических углов и ребер платформы.

3.2.7 Трубы и соединительные детали из полипропилена, доставленные на объект в зимнее время, перед их применением в зданиях должны быть предварительно выдержаны при положительной температуре не менее двух часов.

3.3 Сварочное оборудование

Оборудование перед использованием должно быть проконтролировано на наличие паспорта завода-изготовителя, комплектность и исправность и должно обеспечивать заданные режимы работы. Оборудование должно быть аттестовано согласно РД 03-614-03 [4].

3.4 Требования к организации сварочного производства

Организация – производитель сварочных работ должна пройти процедуры проверки готовности на использование аттестованной сварочной технологии в соответствии с РД 03-615-03 [5].

4 Сборка под сварку

4.1 Сварка нагретым инструментом враструб рекомендуется для труб наружным диаметром до 110 мм и стенками любой толщины. При сварке труб PP-R диаметром более 40 мм следует использовать центрирующие приспособления.

4.2 Сварку нагретым инструментом труб и фитингов из сополимеров пропилена следует проводить при температуре окружающей среды не ниже 0 °С. Место сварки следует защищать от попадания влаги, пыли и грязи.

4.3 Соединение трубопроводов из сополимеров пропилена с металлическими трубопроводами и арматурой следует производить комбинированными фитингами с металлическими закладными деталями с наружной или внутренней трубной резьбой.

4.4 Для перерезки труб следует использовать специальные устройства, позволяющие получать гладкий срез, перпендикулярный оси трубы. Следует применять отрезные устройства трех видов: ножницы, телескопические труборезы с режущими дисками и гильотинные труборезы.

4.5 Для снятия фаски с наружной и заусенцев с внутренней кромок торцов труб следует использовать ручной или тоннельный фаскосниматель.

4.6 При работе с полипропиленовыми трубами, имеющими антидиффузное алюминиевое покрытие, при подготовке концов труб к сварке возникает необходимость в снятии защитного слоя алюминия. Эту операцию следует осуществлять с помощью специального устройства.

5 Требования к сварке

5.1 Технология сварки включает следующие операции:

- нанесение метки на расстоянии от торца трубы, равном глубине раструба соединительной детали плюс 2 мм (установка ограничительного хомута);

- установку раструба на дорне;

- установку гладкого конца трубы в гильзе нагретого инструмента;

- нагрев в течение заданного времени свариваемых деталей;

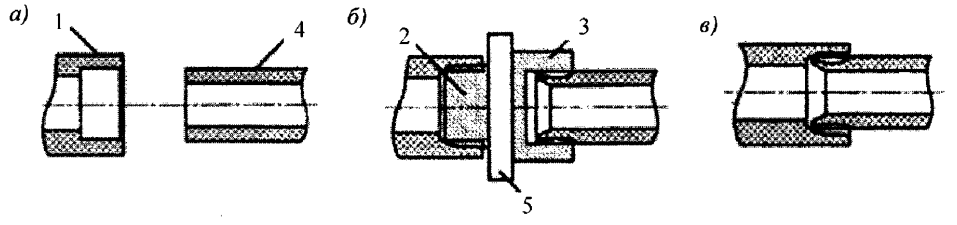
- одновременное снятие деталей с дорна и гильзы;

- соединение деталей между собой до метки с выдержкой до отвердения оплавленного материала.

5.2 Перед сваркой надо произвести обезжиривание ацетоном наружной поверхности конца трубы и внутренней поверхности муфтовой части соединительной детали, а также обезжиривание рабочих поверхностей нагревателя сварочного устройства.

5.3 При сварке поворот деталей друг относительно друга после сопряжения деталей не допускается. После каждой сварки необходима очистка рабочих поверхностей от налипшего материала. Время выдержки свариваемых изделий до частичного отвердения зависит от применяемого материала.

Схема сварки показана на рисунке 5.1.



а) – подготовка к сварке; *б)* – оплавление поверхностей свариваемых деталей;

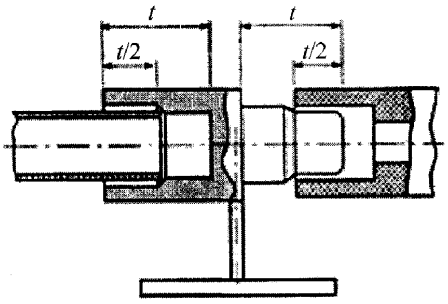
в) – готовое соединение

1 – полимерная деталь (фитинг); 2 – дорн (нагреватель для муфты); 3 – гильза (втулка для нагрева трубы); 4 – полимерная труба; 5 – нагреватель

Рисунок 5.1 – Схема сварки труб из полипропилена нагретым инструментом

5.4 Для обеспечения плотного прилегания свариваемой поверхности к нагретому инструменту (нагревателю) внутренний диаметр гильзы при температуре сварки должен быть несколько меньше минимального наружного диаметра трубы, имеющего положительные допускаемые отклонения, а наружный диаметр дорна – несколько больше номинального внутреннего диаметра раструба, на который предусмотрены отрицательные допускаемые отклонения, поскольку сварку следует осуществлять с «натягом». Поэтому в холодном состоянии конец трубы невозможно вдвинуть в раструб соединительной детали.

5.5 При надвигании деталей на нагретый инструмент излишний материал надо снять кромками этого инструмента. В связи с особенностями сварки нагретым инструментом целесообразно перед нагреванием деталей проверить их размеры калибром (см. рисунок 5.2).



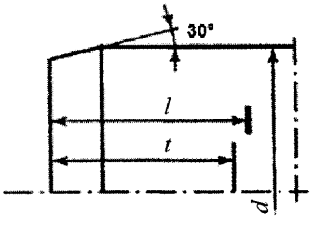
t – глубина раструба

Рисунок 5.2 – Калибр для проверки размеров свариваемых концов труб и раструбов соединительных деталей

5.6 Калибр имеет переднюю проходную и заднюю непроходную части, а также переходной конический участок, по которому можно оценить величину допускаемого отклонения.

Во всех случаях наружный диаметр трубы должен быть больше внутреннего диаметра раструба. Детали трубы, не прошедшие калибровку (или соответствующий измерительный контроль), следует браковать.

5.7 После снятия наружной фаски на трубе следует нанести метку или установить ограничительный хомут, который служит для устранения овальности, если отклонение в пределах свариваемой зоны превышает 1,5 % наружного диаметра трубы. Схема подготовки конца труб под сварку приведена на рисунке 5.3.



d – наружный диаметр полимерной трубы; t – глубина раструба; l – расстояние до метки

Рисунок 5.3 – Схема подготовки конца трубы под сварку

Таблица 5.1 – Минимальная длина раструба для труб

Наружный диаметр, мм	16	20	25	32	40	50	63	75	90	110
Минимальная длина раструба для труб, мм	2						3			

Нанесение метки следует производить на расстоянии от торца трубы, равном глубине раструба соединительной детали плюс 2 мм для труб диаметром до 20 мм и 3 мм – для труб большего диаметра. После сопряжения оплавленных деталей метка должна оставаться видной.

5.8 При выполнении операции «оплавление» не следует допускать несоосности труб и рабочих элементов нагревательного устройства и перегиба более чем на 5°.

5.9 Установка конца трубы в раструб должна быть произведена с максимальной скоростью. После установки конца трубы в раструб не допускается вращение деталей одной относительной другой.

Таблица 5.2 – Технологические параметры сварки труб и деталей из PP-R (при температуре воздуха плюс 20 °С)

Номинальный наружный диаметр, мм	Время, с		
	оплавления*	технологической паузы**, не более	охлаждения***
16	5	4	120
20	6	4	120
25	7	4	120
32	8	6	240
40	12	6	240
50	18	6	240
63	24	8	360
75	30	8	360
90	40	8	360
110	50	10	480

*Время оплавления – время, отсчитываемое с момента полной установки деталей в рабочие элементы нагретого инструмента.

**Технологическая пауза – время после снятия оплавленных деталей со сварочного устройства до момента стыковки оплавленных деталей.

***Время охлаждения – период после стыковки оплавленных деталей до приложения монтажных усилий.

Примечание – При температуре наружного воздуха от 0 °С до плюс 5 °С время оплавления следует увеличить на 50 %.

5.10 Детали вплоть до частичного отвердевания оплавленного материала должны находиться под осевой нагрузкой для того, чтобы труба не была вытолкнута из раструба. Продолжительность выдержки деталей под осевой нагрузкой должна быть примерно в три раза больше продолжительности нагрева. Полученное соединение следует охлаждать естественным путем и оно может быть нагружено после полного охлаждения.

Полным охлаждением считается состояние, когда температура расплава в сварном шве не будет превышать плюс 70 °С, что происходит за время, которое не меньше, чем приведенное в таблице 5.2. Полную прочность сварной шов приобретает через 16 часов после сварки.

5.11 При соединении труб с деталями сварку следует проводить так, чтобы вторая сварка деталей с трубой была осуществлена только после полного охлаждения детали, нагреваемой в результате выполнения первой сварки.

5.12 Маркировку сварных стыков надо производить несмываемым маркером.

5.13 Технологии производства работ для каждого сочетания внутренней системы (водопровод, канализация, водосток) и трубных изделий (по материалу) приведены в Р НОСТРОЙ 2.15.1.

6 Контроль сварочных работ и сварных соединений

6.1 Контроль сварочных работ

6.1.1 При строительстве трубопроводов с применением труб из полипропилена для обеспечения требуемого качества строительства необходимо производить:

- проверку квалификации монтажников и сварщиков;

- входной контроль применяемых труб в соответствии с 3.2, соединительных деталей и арматуры;

- технический осмотр сварочных устройств и применяемого инструмента;

- операционный контроль сборки и режимов сварки;

- визуальный и измерительный контроль сварных соединений и контроль их геометрических параметров.

6.1.2 Операционный контроль должен предусматривать:

- проверку подготовки сварочных работ, очистку поверхностей труб и фасонных частей от загрязнений, влаги и др;

- контроль технологии сварки (температуры нагревателя, продолжительности нагрева деталей и др.).

6.2 Контроль сварных соединений

6.2.1 При производстве сварочных работ должны быть обеспечены прочность и плотность сварных стыков.

6.2.2 Контроль сварных соединений трубопроводов должен быть произведен путем визуального и измерительного контроля сварных стыков.

Системы внутреннего холодного и горячего водоснабжения должны быть испытаны гидростатическим или манометрическим методом на герметичность в соответствии с требованиями СП 73.13330.

6.2.3 Визуальному и измерительному контролю подлежат все сварные стыки для выявления неправильного образования грата, углового смещения, неправильной стыковки, образования пористости и др.

6.2.4 Внешний вид сварных соединений, выполненных методом сварки враструб, должен удовлетворять следующим требованиям:

- отклонение величины углов между осевыми линиями трубопровода и фасонной части в месте стыка не должно превышать 5°;

- наружная поверхность раструбов фасонных частей, сваренных с трубами, не должна иметь трещин, складок или других дефектов, вызванных перегревом деталей;

- у кромки раструба соединительной детали, сваренной с трубой, должен быть виден сплошной (по всему периметру) валик оплавленного материала, слегка выступающий за торцевую поверхность раструба и наружную поверхность трубы.

7 Дефекты сварных соединений

7.1 Основные дефекты сварных соединений полимерных труб и деталей следует определять согласно ГОСТ Р 54792.

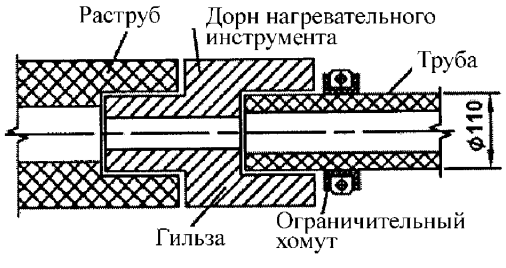
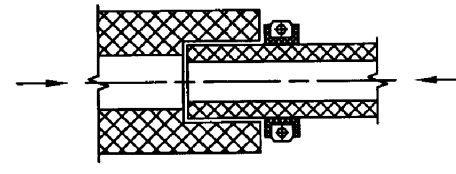
7.2 Сварные соединения, забракованные при визуальном и измерительном контроле, исправлению не подлежат и должны быть из трубопровода удалены.

Приложение 1

Технологическая карта сварки труб из полипропилена (НИ-01-СК/Р)

Наименование	Обозначения (показатели)
Нормативный документ	СП 40-102
Способ сварки	НИ
Вид свариваемых деталей	Т
Основной материал (марки)	PP-R
Основной материал (группа)	33
Диаметр свариваемых деталей в зоне сварки, мм	110
Толщина свариваемых деталей, мм	10
Стандартное размерное отношение	SDR 11
Тип соединения	Р
Степень автоматизации сварочного оборудования	ССА

Эскиз сварного соединения

Установка дорна в раструбе и трубы в гильзе	Соединение концов с выдержкой до затвердевания
	

Сварочное оборудование (тип): РОВЕЛД Р110.

Метод подготовки и очистки: механический, наружной поверхности на длину 50 мм

Технологические параметры сварки

Температура нагревателя, °С	Время нагрева, с	Время технологической паузы, с	Время при охлаждении, мин
260 ±5	50	10	8

Технологические требования к сварке:

- на сварочном аппарате установить сменные нагреватели требуемого размера;
- включить сварочный аппарат в электросеть;
- установить температуру нагревателя (260 ± 5) °С;
- на конце трубы снять фаску под углом 30°;

- на трубе нанести метку (или установить ограничительный хомут) на расстоянии от торца трубы до метки (или края хомута), равном глубине раструба соединительной детали плюс 2 мм;

- провести обезжиривание;

- раструб свариваемой детали насадить на дорн сварочного аппарата, а конец установить в гильзу до метки (до ограничительного хомута);

- выдержать время нагрева 50 секунд, после чего снять трубу и соединительную деталь с нагревателей, соединить их друг с другом и охладить естественным путем (не менее 8 минут).

При выполнении технологической операции «нагрев» не допускается отклонение осевой линии трубы от осевой линии нагретого инструмента более чем на 5 ^{o}C.

Во время охлаждения запрещается производить любые механические воздействия на трубу или соединительную деталь после сопряжения их оплавленных поверхностей в целях более точной установки.

Сварные соединения клеймить присвоенным сварщику клеймом.

Требования к контролю сварных соединений

Метод контроля	Наименование (шифр) НД		Объем контроля	
	по методике контроля	по оценке качества	%	кол-во образцов
Визуальный и измерительный	СП 40-101 ГОСТ Р 54792	СП 40-101 ГОСТ Р 54792	100	–

Организация (предприятие)		ФИО	Подпись	Дата
Утвердил	Главный инженер			
Проверил	Ведущий инженер			
Разработал	Технолог			

Библиография

[1]	ПБ 03-273-99	Правила аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства
[2]	РД 03-495-02	Технологический регламент проведения аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства
[3]	ТУ 2248-015-70230139-2006	Трубы напорные и соединительные детали к ним из сополимеров пропилена для систем холодного, горячего водоснабжения и отопления
[4]	РД 03-614-03	Порядок применения сварочного оборудования при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов
[5]	РД 03-615-03	Порядок применения сварочных технологий при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов

Приложение Л

(рекомендуемое)

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ

«Сварка нагретым инструментом трубопроводов внутренних и наружных сетей водоснабжения и канализации из напорных полиэтиленовых труб»

(ТИ-НИ-СК-ВК)

2014 г.

Содержание

1 Область применения 214
2 Нормативные ссылки 214
3 Подготовка сварочного производства 214
4 Требования к сборке и сварке 216
5 Контроль сварочных работ и сварных соединений 221
6 Дефекты сварных соединений 223
Приложение 1 Технологическая карта сварки труб из полиэтилена встык нагретым инструментом (НИ-01-СК/СБ) 224
Библиография 226

1 Область применения

Технологическую инструкцию следует применять для сварки нагретым инструментом встык напорных труб диаметром до 630 мм и фасонных частей к ним из полиэтилена, предназначенных для транспортирования воды хозяйственно-питьевого назначения и технических нужд при температуре от 0 °С до плюс 40 °С, производимых по ГОСТ 18599, ГОСТ 32415 и ТУ 2248-006-88742502-2004 [1].

2 Нормативные ссылки

В настоящей инструкции использованы ссылки на следующие нормативные документы:

ГОСТ 11262–80 Пластмассы. Метод испытания на растяжение

ГОСТ 18599–2001 Трубы напорные из полиэтилена. Технические условия

ГОСТ 32415–2013 Трубы напорные из термопластов и соединительные детали к ним для систем водоснабжения и отопления. Общие технические условия

ГОСТ Р 52779–2007 Детали соединительные из полиэтилена для газопроводов. Общие технические условия

ГОСТ Р 53652.3–2009 Трубы из термопластов. Метод определения свойств при растяжении. Часть 3. Трубы из полиолефинов

ГОСТ Р 54792–2011 Дефекты в сварных соединениях термопластов. Описание и оценка

ГОСТ Р 55276–2012 Трубы и фитинги пластмассовые. Процедуры сварки нагретым инструментом встык полиэтиленовых (ПЭ) труб и фитингов, используемых для строительства газо- и водопроводных распределительных систем

ГОСТ Р ИСО 12176-1–2011 Трубы и фитинги пластмассовые. Оборудование для сварки полиэтиленовых систем. Часть 1. Сварка нагретым инструментом встык

СП 40-102-2000 Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов. Общие требования

3 Подготовка сварочного производства

3.1 Требования к квалификации сварщиков

3.1.1 Сварщики и специалисты сварочного производства, выполняющие работы по сварке нагретым инструментом труб, должны быть аттестованы в соответствии с ПБ 03-273-99 [2] и РД 03-495-02 [3].

3.1.2 Руководство сварочными работами имеет право выполнять специалист сварочного производства, имеющий аттестационное свидетельство не ниже II уровня профессиональной подготовки.

3.1.3 Сварку допускных стыков следует осуществлять в условиях, приближенных к производственным. Допускные образцы следует изготавливать из отрезков полиэтиленовых труб длиной не менее 300 мм. Допускные образцы следует подвергать визуальному и измерительному контролю и испытанию на осевое растяжение.

3.2 Свариваемые материалы

3.2.1 Трубы и соединительные детали из полиэтилена должны иметь документ о качестве.

3.2.2 Документ о качестве, сопровождающий каждую партию труб (деталей), должен содержать: наименование и (или) товарный знак предприятия-изготовителя; номер партии и дату изготовления; условное обозначение трубы (детали); условия и сроки хранения; результаты испытаний или подтверждение о соответствии качества требованиям нормативной документации.

3.2.3 Входной контроль заключен в проверке свариваемых материалов труб, соединительных деталей и других изделий.

При входном контроле материалов следует проверить визуальным контролем соответствие их требованиям стандартов или других нормативных сопроводительных документов.

3.2.4 В случае неполноты приведенных данных в документе о качестве или при необходимости проверки качества труб из полиэтилена при входном контроле следует проводить испытания на осевое растяжение. Контроль следует выполнять в аттестованной лаборатории.

3.3 Сварочное оборудование

3.3.1 Работы должны быть произведены при температуре воздуха не ниже минус 15 °С и не выше плюс 45 °С. При более широком интервале температуры сварочные работы следует выполнять в помещениях (укрытиях), обеспечивающих соблюдение заданного температурного интервала.

3.3.2 Подготовительные операции включают:

- подготовку и проверку работоспособности сварочного оборудования;
- подготовку места сварки и размещение сварочного оборудования;
- выбор необходимых параметров сварки;
- закрепление и центровку труб и деталей в зажимах центратора сварочной машины;
- механическую обработку торцов свариваемых поверхностей труб и деталей.

3.3.3 При подготовке сварочного оборудования надо подобрать зажимы и вкладыши, соответствующие диаметру свариваемых труб. Вкладыши зажимов должны быть чистыми, без сколов и заусенцев, которые могли бы повредить поверхность труб. Рабочие поверхности нагретого инструмента (нагревателя) и инструмента для обработки полиэтиленовых труб (торцевателя) следует очистить от пыли и остатков полиэтилена.

3.3.4 Работоспособность оборудования следует определять при визуальной проверке комплектующих узлов сварочных машин, аппаратов, приспособлений и при их контрольном включении. У сварочных машин стыковой сварки следует проверять плавность перемещения подвижного зажима центратора и работу торцевателя. Особое внимание следует уделять визуальной проверке изоляции электрических кабелей и заземлителей.

3.3.5 При сварке встык свободный конец трубы или плети следует закрыть инвентарными заглушками для предотвращения сквозняков внутри свариваемых труб.

Согласно ГОСТ Р 55276 для исключения дополнительных напряжений на зажимы центратора, возникающих при провисании концов соединяемых труб, может потребоваться установка роликовых опор под свариваемые трубы.

3.3.6 Оборудование перед использованием должно быть проконтролировано на наличие паспорта завода-изготовителя, комплектность и исправность, и оно должно обеспечивать заданные режимы работы. Оборудование должно быть аттестовано согласно РД 03-614-03 [4].

3.4 Требования к организации сварочного производства

Организация – производитель сварочных работ, должна пройти процедуры проверки готовности на использование аттестованной сварочной технологии в соответствии с РД 03-615-03 [5].

4 Требования к сборке и сварке

4.1 Стыковая сварка рекомендуется для соединения между собой труб и соединительных деталей наружным диаметром более 50 мм и толщиной стенки более 4 мм.

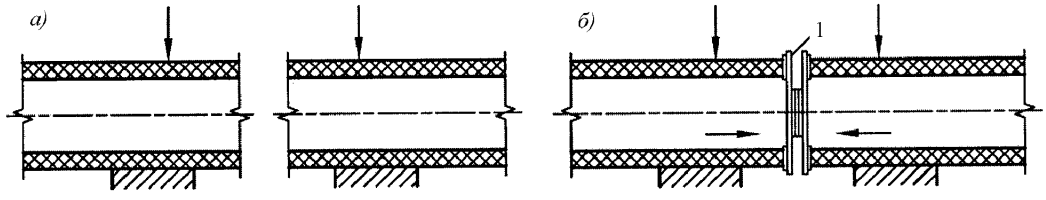
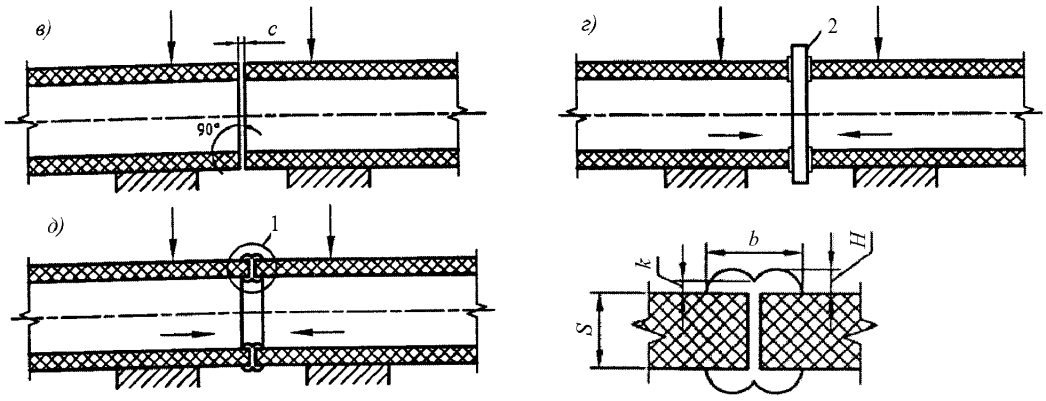


Рисунок 4.1, лист 1 – Последовательность процесса сборки и сварки труб нагретым инструментом



1 – торцеватель; 2 – нагретый инструмент

а) – центровка и закрепление в зажимах сварочной машины концов свариваемых труб;

б) – механическая обработка торцов труб с помощью торцевателя 1; *в)* – проверка точности совпадения торцов по величине зазора *с*; *г)* – нагрев и оплавление свариваемых поверхностей нагретым инструментом 2;

д) – осадка стыка

Рисунок 4.1, лист 2 – Последовательность процесса сборки и сварки труб нагретым инструментом

4.2 Основными параметрами при сварке нагретым инструментом встык являются температура нагретого инструмента $T_н$ и величины давления оплавления $P_{опл}$, нагрева $P_н$, осадки $P_{ос}$ и времени оплавления $t_{опл}$, нагрева $t_н$, подъема давления $t_д$, технологической паузы $t_{тп}$ и охлаждения $t_{охл}$. Значение параметров следует принимать в соответствии с рекомендациями завода –изготовителя сварочного оборудования.

Прочность шва снижается как при понижении, так и при повышении температуры расплава, поэтому большинство опасных дефектов возникает именно при перегреве или недогреве торцов свариваемых труб.

4.3 Перед началом сварочных работ рекомендуется проконтролировать достигнутую температуру на поверхности зеркала нагревателя с помощью контактного цифрового термометра.

4.4 Сборку свариваемых труб и деталей, включающую установку, центровку и закрепление свариваемых концов, следует производить в зажимах центратора сварочной машины. Рекомендуемый вылет концов труб из центратора при стыковой сварке составляет 30 – 50 мм (деталей с короткими трубными концами – не менее 5 мм). Зажимы следует стягивать так, чтобы предотвратить проскальзывание труб при приложении к ним усилия сварки и устранить (насколько это возможно) овальность на торцах. Под свободные концы труб следует устанавливать опоры, чтобы выровнять их в горизонтальной плоскости. Опоры должны быть устойчивыми и предусматривать возможность необходимого перемещения трубы в горизонтальной плоскости.

4.5 При сварке трубы с соединительной деталью следует устанавливать опоры, обеспечивающие расположение соединения в горизонтальной плоскости. Концы трубы и соединительной детали при сварке нагретым инструментом встык следует центрировать по наружной поверхности таким образом, чтобы максимальная величина смещения кромок не превышала 10 % номинальной толщины стенки трубы.

4.6 Закрепленные и сцентрированные концы труб и деталей перед сваркой следует подвергать механической обработке торцов (торцеванию) в целях очистки и выравнивания свариваемых поверхностей непосредственно в сварочной машине.

4.7 Обработку концов труб под стыковую сварку надо производить с помощью торцевателя. При обработке толщина снимаемой стружки должна составлять 0,1 – 0,3 мм. Механическую обработку концов труб следует производить до тех пор, пока снимаемая с торцов стружка не станет сплошной и равной по ширине толщине стенки трубы, после чего стружка должна быть удалена из зоны сварки.

4.8 После торцевания труб надо проверить наличие зазоров между ними. Зазоры между сопрягаемыми зачищенными концами труб должны составлять 0,3 – 0,5 мм.

4.9 После механической обработки загрязнение поверхности торцов не допускается. Удаление стружки изнутри трубы или детали следует производить с помощью кисти, а снятие заусенцев с острых кромок торцов – с помощью ножа.

4.10 Перед сваркой труб нагретым инструментом встык следует выполнить измерение потери давления холостого хода.

4.11 В настоящей технологической инструкции рассмотрена сварка при единственном низком давлении по классификации ГОСТ Р 55276. Сварку труб нагретым инструментом встык следует вести в такой последовательности:

- замерить давление (или усилие), необходимое на перемещение подвижного зажима с установленной в нем трубой $P_х$;

- установить между торцами труб нагретый инструмент (нагреватель), имеющий заданную температуру;

- провести процесс оплавления, для чего прижать торцы труб к нагревателю и создать требуемое давление $P_{опл}$ с учетом давления холостого хода ($P_{опл}+P_х$);

- выдержать $P_{опл}$ в течение времени $t_{опл}$, необходимого для появления по всему периметру оплавляемых торцов первичного грата. Оплавление торцов свариваемых поверхностей следует производить под давлением (0,15±0,01) МПа;

- после появления первичного грата снизить давление до величины, соответствующей $P_н$ с учетом давления холостого хода ($P_н + P_х$), и выдержать его в течение времени, необходимого для прогрева торцов труб $t_н$;

- по окончании процесса прогрева отвести подвижный зажим центратора на 5 – 6 см назад и удалить нагреватель из зоны сварки $t_{тп}$;

- свести торцы труб до соприкосновения и создать требуемое давление при осадке $P_{ос}$ с учетом давления холостого хода ($P_{ос}+P_х$);

- выдержать давление осадки в течение времени $t_{охл}$, необходимого для остывания стыка, и визуально проконтролировать полученное сварное соединение по размерам и конфигурации грата;

- извлечь трубы из зажимов центратора и проставить на сварном соединении его порядковый номер краской или маркерным карандашом.

Контроль давления при сварке надо вести с помощью манометра гидравлического насоса (насосной станции), контроль времени – по секундомеру.

4.12 Время нагрева и охлаждения, а в некоторых случаях и температуру нагревателя, следует корректировать в зависимости от температуры окружающего воздуха.

4.13 Технологическая пауза на удаление нагревателя не должна быть затянута. Если задержка все-таки возникла и температура свариваемых поверхностей упала ниже допустимой (особенно в случае неблагоприятных погодных условий), то качественная сварка станет невозможной. В этом случае необходимо повторно произвести механическую обработку и сварку.

4.14 Конструкция оборудования должна позволять удалять нагреватель, а концы труб после нагрева сводить в течение максимального времени, указанного в ГОСТ Р ИСО 12176-1–2011 (таблица 1).

4.15 Параметры процесса сварки для полиэтиленовых труб с SDR 11 приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Параметры процесса сварки нагретым инструментом при единственном низком давлении для полиэтиленовых труб с SDR 11

Стандартное размерное отношение	Диаметр и толщина стенки трубы, мм	Время нагрева торцов трубы, с	Высота первичного грата, мм	Максимальное время технологической паузы, с	Максимальное время нарастания давления, с	Время охлаждения, мин
SDR 11	63×5,7	58	1,0	5	6	8
	75×6,8	68	1,0	5	6	10
	90×8,2	82	1,5	5	7	12
	110×10,0	100	1,5	5	8	14
	125×11,4	114	1,5	5	8	16
	140×12,7	127	2,0	5	9	17
	160×14,5	145	2,0	5	10	19
	180×16,4	164	2,0	6	10	21

Окончание таблицы 4.1

Стандартное размерное отношение	Диаметр и толщина стенки трубы, мм	Время нагрева торцов трубы, с	Высота первичного грата, мм	Максимальное время технологической паузы, с	Максимальное время нарастания давления, с	Время охлаждения, мин
	200×18,2	182	2,0	6	11	24
	225×20,5	205	2,5	6	12	26
	250×22,7	227	2,5	6	13	29
	280×25,5	255	2,5	7	14	32
	315×28,6	286	3,0	7	16	36
	355×32,3	323	3,0	7	17	40
	400×36,4	364	3,0	8	19	45
	450×40,9	409	3,5	8	21	50
	500×45,5	455	3,5	9	23	55
	560×50,9	509	4,0	9	26	61
	630×57,3	973	4,0	10	29	68
Примечание – $T_{раб.поверхн.}$ =+ 220°С; $P_{опл}=P_{ос}$= 0,15 ± 0,01 МПа; $P_{н}$<0,01 МПа.						

4.16 На каждое сварное соединение должно быть нанесено клеймо сварщика, выполнившего это соединение. Нанесение необходимой маркировки следует производить на сварочный грат через 20 – 40 с после начала операции осадки, когда полученное соединение находится в зажимах центратора сварочной машины. Маркировку (шифр или номер) ставит сварщик клеймом на горячем расплаве грата в двух диаметральных точках. В случае остывшего сварочного грата возможна маркировка стыков горячим клеймом. Допускается клеймение стыка с помощью несмываемого маркера. Клеймо с определенным цифровым или буквенным шифром должно быть присвоено каждому сварщику и зарегистрировано в журнале производства работ.

4.17 При использовании машин с высокой и средней степенью автоматизации вручную надо производить закрепление трубы в центраторе и торцевателе. Ввод и удаление нагревателя из зоны сварки вручную следует производить только в машинах средней степени автоматизации, при высокой степени автоматизации нагреватель надо удалять автоматически. В этом случае задачи оператора входят ввод необходимой информации и визуальный контроль выполнения сварочных операций. Распечатка параметров сварочного процесса должна быть произведена после сварки каждого стыка.

4.18 Протоколы (распечатки) параметров сварочного процесса, подписанные сварщиком и/или лицом, осуществляющим контроль и приемку сварных соединений, являются составной частью исполнительной документации.

4.19 Стыковую сварку следует использовать и для изготовления соединительных деталей водопроводов и канализации с так называемым косым стыком.

5 Контроль сварочных работ и сварных соединений

5.1 Контроль сварочных работ

5.1.1 При контроле сварочных работ следует проводить входной контроль свариваемых материалов в соответствии с 3.2 и операционный контроль.

5.1.2 Операционный контроль следует проводить при сборке и сварке трубопроводов. Операционный контроль должен быть осуществлен в ходе выполнения производственных операций и должен обеспечивать своевременное выявление дефектов и принятие мер по их устранению и предупреждению.

При операционном контроле надо провести проверку подготовки труб под сборку и сварку, контроль технологического режима сварки.

5.2 Контроль сварных соединений

5.2.1 К методам контроля сварных соединений относятся:

- визуальный и измерительный контроль;

- гидравлические или пневматические испытания;

- испытания на осевое растяжение для сварных соединений, полученных сваркой нагретым инструментом встык.

5.2.2 Визуальный и измерительный контроль должен быть проведен на всех сварных соединениях. Визуальный и измерительный контроль следует проводить с помощью средств измерения, специальных шаблонов и с использованием метода сравнения контролируемого шва с контрольным образцом внешнего вида, который отвечает требованиям нормативных документов.

5.2.3 Внешний вид сварных соединений (см. рисунок 5.1), выполненных сваркой нагретым инструментом встык, должен отвечать следующим требованиям:

- валики сварного шва должны быть симметрично и равномерно распределены по окружности сваренных труб;

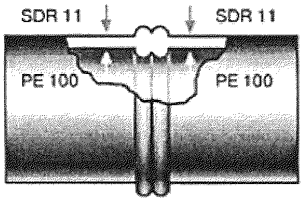


Рисунок 5.1 – Внешний вид сварного соединения

- цвет валиков должен быть одного цвета с трубой и не иметь трещин, пор, инородных включений;

- симметричность шва (отношение ширины наружных валиков грата к общей ширине грата) должна быть в пределах 0,3 – 0,7 в любой точке шва. При сварке труб с соединительными деталями это отношение допускается в пределах 0,2 – 0,8;

- смещение наружных кромок свариваемых заготовок не должно превышать 10 % толщины стенки трубы (детали);

- впадина между валиками грата (линия сплавления наружных поверхностей валиков грата) не должна находиться ниже наружной поверхности труб (деталей);

- угол излома сваренных труб или трубы и соединительной детали не должен превышать 5°.

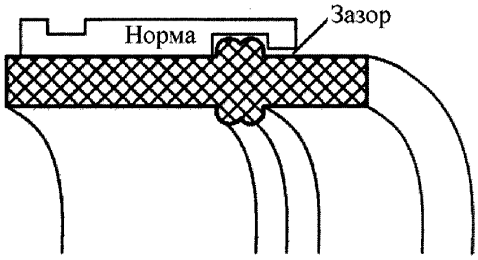


Рисунок 5.2 – Измерение смещения кромок с помощью шаблона

5.2.4 Размеры валиков наружного грата швов зависят от толщины стенки свариваемых труб (деталей) и должны отличаться по ширине не более чем на 20 % и соответствовать требованиям ВСН 440-83 [6, пункт 7.5].

Определение размеров валиков следует выполнять непосредственно на сварном шве в условиях строительного производства. Допускается определять расположение впадины между валиками грата и замер самих валиков после срезания наружного грата по всему периметру трубы. Срезание наружного грата должно быть произведено с помощью специальных приспособлений, не наносящих повреждений телу трубы и не выводящих толщину стенки за пределы допускаемых отклонений.

Отдельные наружные повреждения валиков сварного шва (срезы, сколы, вдавленности от клеймения стыка) протяженностью не более 20 мм, не затрагивающие основного материала трубы, считать браком не следует.

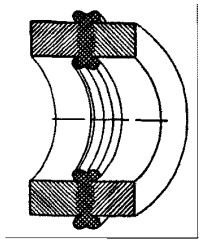


Рисунок 5.3 – Соединение, выполненное сваркой нагретым инструментом встык (хороший шов с гладкими и симметричными валиками грата округлой формы)

6 Дефекты сварных соединений

6.1 Основные дефекты, которые обнаруживаются при визуальном и измерительном контроле соединений, выполненных сваркой нагретым инструментом встык определяют в соответствии с ГОСТ Р 54792–2011 (таблица 1) (диаметром 160 мм) и требованиями ВСН 440-83 [6] для диаметров более 160 мм:

- шов с несимметричными валиками грата одинаковой высоты в одной плоскости, но различной в противоположных точках шва, из-за превышения допустимого зазора между торцами труб перед сваркой;

- малый грат округлой формы из-за недостаточного давления при осадке шва или малого времени нагрева;

- большой грат округлой формы из-за чрезмерного времени прогрева или повышенной температуры нагревателя;

- несимметричный грат по всей окружности шва из-за разных толщин стенок труб или разного материала труб;

- высокий и узкий грат, как правило, не касающийся краями трубы, возникает от чрезмерного давления при осадке при пониженной температуре нагревателя;

- малый грат с глубокой впадиной между валиками из-за низкой температуры нагревателя при недостаточном времени прогрева;

- неравномерность (асимметрия) валиков грата из-за смещения труб друг относительно друга;

- неравномерное распределение грата по периметру шва из-за смещения нагревателя в процессе нагрева;

- шов с многочисленными наружными раковинами по всему периметру с концентрацией по краям грата и с возможными следами поперечного растрескивания из-за чрезмерной температуры нагревателя, значение которой выше температуры деструкции данной марки полиэтилена.

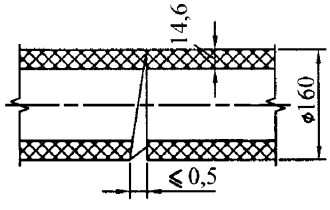
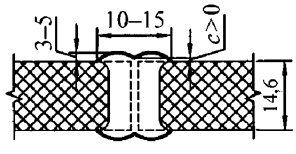
6.2 Сварные соединения, забракованные при визуальном и измерительном контроле, исправлению не подлежат и должны быть из трубопровода удалены.

Приложение 1

Технологическая карта сварки труб из полиэтилена встык нагретым инструментом (НИ-01-СК/СБ)

Наименование	Обозначения (показатели)
Нормативный документ	СП 40-102
Способ сварки	НИ
Вид свариваемых деталей	Т
Основной материал (марки)	ПЭ80, ПЭ100
Основной материал (группа)	30
Диаметр свариваемых деталей в зоне сварки, мм	160
Стандартное размерное отношение	SDR 11
Толщина свариваемых деталей, мм	14,6
Тип соединения	СБ
Степень автоматизации сварочного оборудования	ССА

Эскиз сварного соединения

Конструкция соединения	Конструктивные элементы шва
	

Сварочное оборудование: РОВЕЛД Р250В.

Метод подготовки и очистки: механический, наружной поверхности на длину 50 мм.

Технологические параметры сварки

Температура нагревателя, град	Время, с		Давление, МПа		Время подъема давления $t_д$, с	Время технологической паузы $t_{тп}$, с	Давление при осадке $P_{ос}$, МПа	Время при охлаждении $t_{охл}$, мин
	оплавления, $t_{опл}$	нагрева, $t_н$	оплавления, $P_{опл}$	нагрева, $P_н$				
220±10	До 15	146	0,16	0,021	9	9	0,16	19

Технологические требования к сварке:

- очистить поверхности концов свариваемых труб сначала увлажненной, затем сухой ветошью на длину не менее 50 мм от торцов;

- установить и закрепить трубы в зажимах центратора установки для сварки;

- центрировать трубы по наружной поверхности таким образом, чтобы максимальная величина смещения наружных кромок не превышала 10 % номинальной толщины стенки свариваемых труб;

- торцевать свариваемые поверхности труб непосредственно в сварочной установке;

- еще раз проверить центровку труб и отсутствие недопустимых зазоров в стыке (допускается зазор в стыке не более 0,5 мм). Зазоры следует измерять лепестковым щупом с погрешностью 0,05 мм;

- произвести замер усилия при холостом ходе подвижного зажима центратора установки с закрепленной в нем трубой и скорректировать величину усилий $P_{опл}$, $P_{н}$, $P_{ос}$.

Установить требуемые параметры режима сварки и произвести сварку сварного соединения.

После сварки произвести охлаждение стыка под давлением осадки в течение времени $t_{охл}$.

Поставить клеймо сварщика маркером на наружной поверхности трубы.

Удалить сварное соединение из установки для сварки и провести визуальный и измерительный контроль сварного соединения.

Требования к контролю сварных соединений

Метод контроля	Наименование (шифр) НД		Объем контроля	
	по методике контроля	по оценке качества	%	кол-во образцов
Визуальный и измерительный	СП 40-102	ГОСТ Р 54792	100	–
На статическое растяжение	ГОСТ 11262 ГОСТ Р 53652.3	ГОСТ Р 52779	–	≥ 5

Организация (предприятие)		ФИО	Подпись	Дата
Утвердил	Главный инженер			
Проверил	Ведущий инженер			
Разработал	Технолог			

Библиография

[1]	ТУ 2248-006-88742502-2004	Трубы напорные и фитинги (фасонные части) к ним из полиэтилена.
[2]	ПБ 03-273-99	Правила аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства
[3]	РД 03-495-02	Технологический регламент проведения аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства
[4]	РД 03-614-03	Порядок применения сварочного оборудования при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов
[5]	РД 03-615-03	Порядок применения сварочных технологий при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов
[6]	ВСН 440-83	Инструкция по монтажу технологических трубопроводов из пластмассовых труб

Приложение М

(рекомендуемое)

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ

«Сварка трубопроводов водоснабжения и канализации из полиэтилена соединительными деталями с закладными нагревателями»

(ТИ-ЗН-СК)

2014 г.

Содержание

1 Область применения 229
2 Нормативные ссылки 229
3 Подготовка сварочного производства 230
4 Требования к сборке и сварке 231
5 Контроль сварочных работ и сварных соединений 236
6 Дефекты сварных соединений 236
Приложение 1 Технологическая карта сварки муфтового соединения (ЗН-01-СК/М) 238
Приложение 2 Технологическая карта сварки седлового отвода с закладными нагревателями с трубой (ЗН-02-СК/О) 241
Библиография 243

1 Область применения

Технологическую инструкцию следует применять для выполнения сварки трубопроводов водоснабжения и канализации из полиэтилена соединительными деталями с закладными нагревателями.

Детали с закладными электронагревателями: муфты, отводы, седловые отводы, тройники, переходы и др., следует применять отечественного и зарубежного производства из ПЭ80 и ПЭ100 (SDR11, SDR17 и SDR26). Трубы из полиэтилена для водоснабжения должны быть изготовлены по ГОСТ 18599 и ГОСТ 32415.

Сварку муфтами с закладным нагревателем рекомендуется следует производить:

- для соединения длинномерных труб;
- соединения труб с толщиной стенки менее 5 мм или с разной толщиной стенки;
- труб, изготовленных из разных марок полиэтилена, например ПЭ80 и ПЭ100.

2 Нормативные ссылки

В настоящей инструкции использованы нормативные ссылки на следующие стандарты и своды правил:

ГОСТ 18599–2001 Трубы напорные из полиэтилена. Технические условия

ГОСТ 32415–2013 Трубы напорные из термопластов и соединительные детали к ним для систем водоснабжения и отопления. Общие технические условия

ГОСТ Р 52779–2007 Детали соединительные из полиэтилена для газопроводов. Общие технические условия

ГОСТ Р 54792–2011 Дефекты в сварных соединениях термопластов. Описание и оценка

ГОСТ Р ИСО 12176-2–2011 Трубы и фитинги пластмассовые. Оборудование для сварки полиэтиленовых систем. Часть 2. Сварка с закладными нагревателями

СП 40-102-2000 Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов. Общие требования

СП 42-103-2003 Проектирование и строительство газопроводов из полиэтиленовых труб и реконструкция изношенных газопроводов

3 Подготовка сварочного производства

3.1 Требования к квалификации сварщиков

3.1.1 Сварщики и специалисты сварочного производства, выполняющие работы по сварке соединительными деталями с закладными нагревателями, должны быть аттестованы в соответствии с ПБ 03-273-99 [1] и РД 03-495-02 [2].

3.1.2 Руководство сварочными работами имеет право выполнять специалист сварочного производства, имеющий аттестационное свидетельство не ниже II уровня профессиональной подготовки.

3.1.3 Сварку допускных стыков надо выполнять в условиях, приближенных к производственным.

3.2 Свариваемые материалы

3.2.1 Трубы и соединительные детали должны иметь документ о качестве.

3.2.2 Документ о качестве, сопровождающий каждую партию труб (деталей), должен содержать: наименование и (или) товарный знак предприятия-изготовителя; номер партии и дату изготовления; условное обозначение трубы (детали); размер партии в метрах (штуках); марку сырья; условия и сроки хранения; результаты испытаний или подтверждение о соответствии качества требованиям нормативной документации.

3.2.3 Трубы и детали следует подвергать визуальному и измерительному контролю в целях определения соответствия их проектной документации и обнаружения механических повреждений в процессе их транспортирования.

3.2.4 Внутренние и наружные поверхности деталей не должны иметь следов усадки (утяжины), трещин, вздутий и других дефектов, ухудшающих их эксплуатационные свойства. Допускаются незначительные следы от формующего инструмента, следы от механической обработки и холодных спаев (стыков).

3.2.5 По истечении гарантийного срока хранения, указанного в нормативном документе на трубы и детали, при нечеткой маркировке, несоответствии маркировки сопроводительному или нормативному документу или утере документа о качестве на изделия решение о пригодности их для строительства трубопровода следует принимать по результатам испытаний по всем нормируемым показателям нормативного документа на продукцию, проведенных испытательной лабораторией, аттестованной на право проведения таких испытаний.

3.3 Сварочное оборудование

3.3.1 Для сварки труб соединительными деталями с закладными нагревателями следует применять сварочные аппараты, работающие от сети переменного тока напряжением 230 В (190 –

270 В), от аккумуляторных батарей или от передвижных источников питания (мини-электростанций).

3.3.2 Требования к аппаратам для сварки полиэтиленовых труб с помощью соединительных деталей с закладными нагревателями (фитингов) установлены в ГОСТ Р ИСО 12176-2. Сварочные аппараты должны быть аттестованы согласно РД 03-614-03 [3].

3.4 Требования к организации сварочного производства

Организация – производитель сварочных работ должна пройти процедуры проверки готовности на использование аттестованной сварочной технологии в соответствии с РД 03-615-03 [4].

4 Требования к сборке и сварке

4.1 Технологический процесс соединения труб с помощью соединительных деталей с закладными нагревателями следует выполнять в соответствии с СП 40-102. Сварку с закладными нагревателями следует проводить при температуре окружающего воздуха не ниже минус 5 °С и не выше плюс 35 °С.

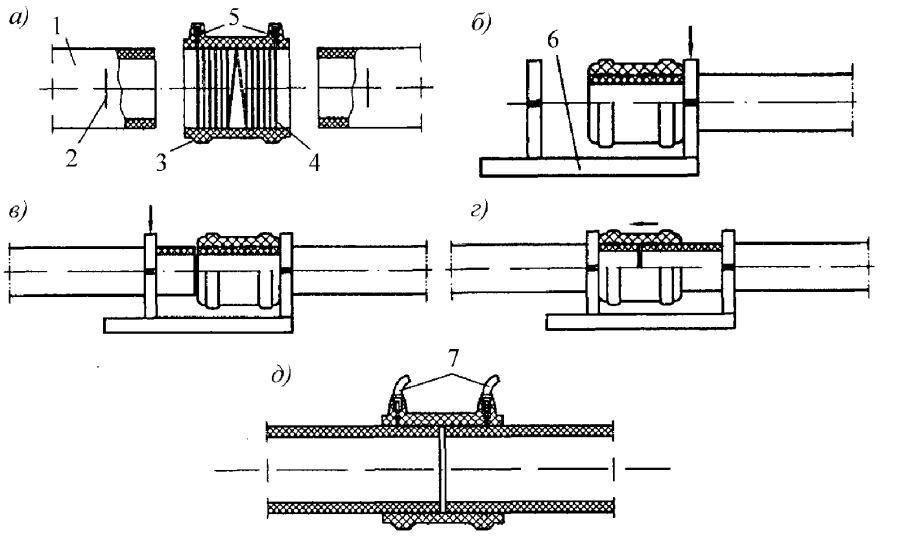
4.2 Трубы и соединительные детали перед монтажом и сваркой должны иметь одинаковую температуру.

4.3 Технологический процесс соединения труб с помощью соединительных деталей с закладными нагревателями включает (см. рисунок 4.1):

- подготовку концов труб (очистка от загрязнений, механическая обработка — циклевка свариваемых поверхностей, разметка и обезжиривание);

- сборку стыка (установка и закрепление концов свариваемых труб в зажимах позиционера (центрирующего приспособления) с одновременной посадкой детали с закладными нагревателями, подключение детали с закладными нагревателями к сварочному аппарату);

- сварку (задание программы процесса сварки, пуск процесса сварки, нагрев, охлаждение соединения).



а) — подготовка соединяемых элементов; *б), в), г)* — этапы сборки стыка;

д) — собранный под сварку стык;

1 — труба; 2 — метка посадки муфты и механической обработки поверхности трубы;

3 — муфта; 4 — закладной нагреватель; 5 — клеммы токопровода; 6 — позиционер;

7 — токоподводящие кабели сварочного аппарата

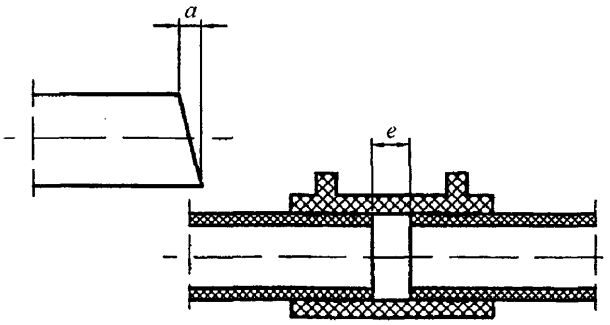
Рисунок 4.1 – Схема соединения труб муфтой с закладными нагревателями

4.4 Концы труб, защищенных полипропиленовой оболочкой, следует освободить от нее с помощью специального ножа. Длина очищаемых концов труб должна быть, как правило, не менее 1,5 длины раструбного конца применяемой для сварки соединительной детали.

4.5 Механическую обработку поверхности концов свариваемых труб следует производить на длину, равную не менее 0,5 длины используемой детали. Она заключена в снятии слоя толщиной 0,1 – 0,2 мм с поверхности размеченного конца трубы. Для труб диаметром до 75 мм, а также для удаления заусенцев с торца трубы, как правило, следует применять ручной скребок (циклю). Для труб диаметром более 75 мм, а также для труб, изготовленных из ПЭ100, независимо от диаметра рекомендуется использовать механический инструмент (торцовочную оправку), которая обеспечивает быстрое и равномерное снятие оксидного слоя с поверхности труб. Кольцевой зазор между трубой и соединительной деталью не должен, как правило, превышать 0,3 мм, и после сборки на трубе должны быть видны следы механической обработки поверхности.

4.6 Для правильной центровки соединения после механической обработки на концы свариваемых труб следует нанести метки глубины посадки муфты (соединительной детали), равные половине ее длины.

Не рекомендуется превышать величину зазора *е* между торцами труб в муфте (см. рисунок 4.2), указанную в таблице 4.1.



а – максимальный допуск косого среза трубы; *е* – максимальный зазор между двумя концами труб в муфте

Рисунок 4.2 – Установка зазора при стыковке труб

Таблица 4.1 – Величина зазора между торцами труб

Диаметр, мм	20 – 40	50	63	75	90	110	125	160	180	200	225	250
а	2	2	3	3	4	5	6	7	7	8	8	9
е	–*	5	7	8	9	11	13	16	17	18	20	22
* Во внутренней полости муфты диаметрами 20, 32, 40 мм предусмотрен технологический центральный буртик для упора концов свариваемых труб.												

4.7 Свариваемые поверхности труб после циклевки и муфты следует обезжиривать путем протирки салфеткой из хлопчатобумажной ткани, смоченной в спирте или других специальных обезжиривающих составах, которые полностью испаряются с поверхности.

Детали с закладными нагревателями, поставляемые изготовителем в индивидуальной герметичной упаковке, вскрываемой непосредственно перед сборкой, допускается обезжириванию не подвергать. Детали с закладными нагревателями механической обработке не подвергаются.

4.8 Механическую обработку и протирку труб и деталей следует производить непосредственно перед сборкой и сваркой.

4.9 Сборка стыка заключается в посадке муфты на концы свариваемых труб с установкой по ранее нанесенным меткам, по ограничителю или по упору в позиционере. Рекомендуется для сборки стыков труб, поставляемых в отрезках, использовать центрирующие хомуты и позиционеры, а для сборки стыков труб, поставляемых в бухтах или на катушках, использовать выпрямляющие позиционеры.

Процесс сборки включает:

- надевание муфты на конец первой трубы до совмещения торцов муфты и трубы, закрепление конца трубы в зажиме позиционера (см. рисунок 4.1 *б)*);

- установку в упор в торец первой трубы и закрепление конца второй трубы в зажиме позиционера (см. рисунок 4.1 *в)*);

- надвижение муфты на конец второй трубы на 0,5 длины муфты до упора в зажим позиционера (см. рисунок 4.1 *г)*) или до метки, нанесенной на трубу;

- подключение к клеммам муфты токоподводящих кабелей от сварочного аппарата (см. рисунок 4.1 *д)*).

В случае если муфты имеют внутренний ограничитель (кольцевой уступ), то сборку труб следует производить до упора торцов труб в кольцевой уступ и собранное соединение закрепить в позиционере.

Если свариваемые концы труб имеют овальность больше 1,5 % наружного диаметра трубы или ≥1,5 мм, то перед сборкой стыка для придания им округлой формы следует использовать инвентарные калибрующие зажимы, которые надо устанавливать на трубы на удалении 15 – 30 мм от меток или устранять овальность при помощи специальных приспособлений.

4.10 Во избежание повреждения закладных нагревателей (проволочных электроспиралей) надевание детали с закладными нагревателями на конец трубы или введение конца трубы в муфту надо производить без перекосов. Концы труб, входящие в соединительные детали, не должны находиться под действием изгибающих напряжений и под действием усилий от собственного веса. Муфты после монтажа должны свободно вращаться на концах труб от нормального усилия руки.

4.11 Трубы следует сваривать при обеспечении неподвижности соединения в процессе нагрева и последующего естественного охлаждения.

Параметры режимов сварки надо устанавливать в зависимости от вида и сортамента используемых соединительных деталей с закладными нагревателями и (или) сварочных аппаратов в соответствии с указаниями заводов-изготовителей в паспортах изделий.

В паспорте детали с закладными нагревателями или на штрих-коде указано время охлаждения сварного соединения до той температуры, при которой это соединение можно перемещать, и время охлаждения до той температуры, при которой возможно нагружение трубопровода опрессовочным или рабочим давлением.

4.12 Требуемые режимы сварки (длительность и мощность импульса сварочного тока) автоматически поддерживаются в зависимости от наружного диаметра свариваемых труб, определяющего электрическое сопротивление закладного нагревателя.

4.13 Для фиксации свариваемых концов полиэтиленовых труб следует применять специальные зажимы – позиционеры.

4.14 Приварку к трубам седловых отводов, представленных на рисунке 4.3, следует производить в такой последовательности:

- разметить место приварки отвода на трубе;

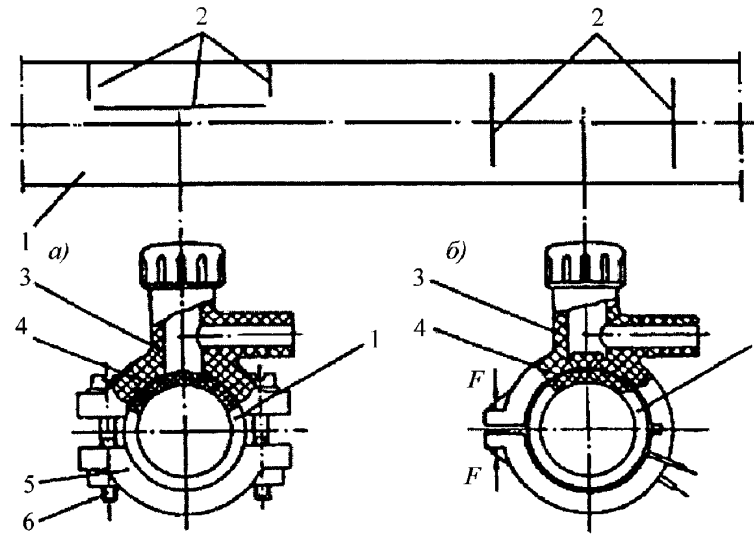
- поверхность трубы в месте приварки отвода зачистить, а затем обезжирить;

- привариваемую поверхность отвода, если он поставлен изготовителем в герметичной индивидуальной упаковке, вскрываемой непосредственно перед сборкой, обезжириванию не надо подвергать;

- отвод установить на трубу и прикрепить к ней с помощью механического зажима или специального позиционирующего устройства;

- подключить к контактным клеммам токопровода сварочные провода и произвести сварку.

После охлаждения через патрубок приваренного отвода следует произвести сверловку (фрезерование) стенки трубы для соединения внутренних полостей отвода и трубы. После и перед фрезерованием рекомендуется произвести кратковременную опрессовку отвода через патрубок. Таким образом можно проверить качество приварки отвода к трубе.



а) – отвод с седловым нагревателем; *б)* – отвод с кольцевым нагревателем;

1 – труба; 2 – метки посадки отводов и механической обработки поверхности трубы; 3 – отвод;

4 – закладной нагреватель; 5 – полухомут; 6 – винты крепления

F – направление усилия сжатия отвода при сборке и сварке;

Рисунок 4.3 – Сварка седловых отводов с закладными нагревателями с трубой

4.15 Организация, выполняющая сварочные работы, должна пройти проверку на использование аттестованной сварочной технологии в соответствии с РД 03-615-03 [4].

5 Контроль сварочных работ и сварных соединений

5.1 При строительстве и реконструкции водопроводов с использованием полиэтиленовых труб для обеспечения требуемого уровня качества следует производить:

- проверку квалификации сварщиков;
- входной контроль применяемых труб и соединительных деталей в соответствии с 3.1;
- технический осмотр сварочного и вспомогательного оборудования;
- операционный контроль сборки под сварку и режимов сварки;
- визуальный и измерительный контроль сварных соединений;
- механические испытания сварных соединений;
- испытания на прочность и плотность (герметичность) гидравлическим или пневматическим способом.

5.2 Перечень методов контроля и испытаний, обязательных при проведении контроля сварных соединений:

- визуальный и измерительный контроль;
- гидравлические или пневматические испытания;
- испытания на сплющивание муфтовых соединений и на отрыв седловых отводов.

5.3 Обязательным испытаниям должны быть подвергнуты сварные соединения, выполненные перед началом строительства трубопровода (допускные сварные соединения), и сварные соединения, сваренные сварщиком на объекте строительства (контрольные сварные соединения).

5.4 Внешний вид сварных соединений, выполненных сваркой деталями с закладными нагревателями, должен отвечать следующим требованиям:

- трубы за пределами соединительной детали должны иметь следы механической обработки (зачистки);
- индикаторы сварки деталей должны находиться в выдвинутом положении;
- угол излома сваренных труб или трубы и соединительной детали не должен превышать 5°;
- поверхность деталей не должна иметь следов температурной деформации или сгоревшего полиэтилена;
- по периметру детали не должно быть следов расплава полиэтилена, возникшего в процессе сварки.

6 Дефекты сварных соединений

6.1 К дефектам сварных соединений относятся: косо срезанные концы труб и неполное вдвигание трубы в муфту, из-за чего расплав вытекает в полость трубы и в плоскости сварки

образуется непровар; перелом оси трубопровода в соединении, вызывающий непровары и повышенное напряженное состояние соединения, приводящее к его досрочному разрушению.

6.2 Сварные соединения, забракованные при визуальном и измерительном контроле, исправлению не подлежат и должны быть из трубопровода удалены.

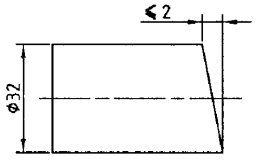
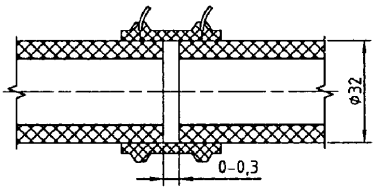
6.3 Дефекты сварных соединений, выполненных сваркой с закладными нагревателями следует определять согласно ГОСТ Р 54792.

Приложение 1

Технологическая карта сварки муфтового соединения (ЗН-01-СК/М)

Наименование	Обозначения (показатели)
Нормативный документ	СП 42-103
Способ сварки	ЗН
Основной материал (марки)	ПЭ100
Основной материал (группа)	30
Диаметр свариваемых деталей в зоне сварки, мм	32
Толщина свариваемых деталей, мм	3,6
Стандартное размерное отношение	SDR 11
Тип соединения	М
Вид соединения	Т+М+Т
Степень автоматизации сварочного оборудования	ЗНШ

Эскиз сварного соединения

Допуск косого среза трубы	Схема сборки и сварки труб муфтой
	
Примечание – Во внутренней полости муфты диаметром 32 мм предусмотрен технологический буртик для упора свариваемых труб.	

Сварочное оборудование (тип): БАРБАРА КОМПАКТ.

Метод подготовки и очистки: механическую обработку поверхности концов свариваемых труб произвести на длину, примерно на 5 мм больше, чем 0,5 длины используемой муфты. Оксидный слой (толщиной 0,1 – 0,2 мм) снять с поверхности размеченного конца трубы с помощью механического или ручного скребка. Затем маркером нанести поперечные короткие штрихи (маркировочные линии, отмечающие глубину сопряжения трубы с соединительной деталью с закладным нагревателем). Конец трубы должен войти в соединительную деталь до штрихов. В случае овальности концов труб в зоне сварки, превышающей 1,5 % их наружного диаметра, необходимо придать им круглую форму.

Соединительную деталь с закладным нагревателем освобождать от защитной упаковки следует непосредственно перед установкой ее на подготовленные концы труб.

При сборке соединения труб с соединительной деталью с закладным нагревателем необходимо обеспечить свободный доступ к электрическим контактам детали для подключения сварочного аппарата.

Концы труб, входящие в соединительную деталь с закладным нагревателем, не должны находиться под действием изгибающих напряжений и усилий собственного веса. Рекомендуется концы труб и соединительную деталь закреплять в позиционере для обеспечения неподвижности соединения во время сварки и последующего охлаждения соединения.

После установки соединительной детали с закладным нагревателем на поверхности трубы должны быть видны следы механической обработки и штрихи, отмечающие глубину сопряжения, при этом кольцевой зазор между трубой и соединительной деталью не должен превышать 0,3 мм.

Свариваемые поверхности труб после механической обработки и соединительную деталь с закладным нагревателем следует обезжирить специальным составом, нанесенным на безворсовую бесцветную впитывающую салфетку. Сварку следует начинать только после полного испарения обезжиривающей жидкости.

После окончания сварки и охлаждения следует произвести визуальный и измерительный контроль сварного соединения в соответствии с СП 42-103 и ГОСТ Р 54792.

Технологические параметры сварки заданы при считывание штрих-кода.

Технологические требования к сварке:

- надеть муфту на конец первой трубы до совмещения торцов муфты и трубы, закрепить конец трубы в зажиме приспособления;

- установить упор в торец первой трубы и закрепить конец второй трубы в зажиме приспособления;

- надвинуть муфту на конец второй трубы на 0,5 длины муфты до упора в зажим приспособления или до метки, нанесенной на трубу;

- подключить к клеммам муфты токоподводящие провода от сварочного аппарата.

Включить сварочный аппарат для протекания электрического тока по заложенным в муфту электрическим спиралям. Естественное охлаждение соединения.

После завершения нагрева трубное соединение можно перемещать не ранее чем через 20 минут охлаждения.

Требования к контролю сварных соединений

Метод контроля	Наименование (шифр) НД		Объем контроля	
	по методике контроля	по оценке качества	%	кол-во образцов
Визуальный и измерительный	СП 42-103 ГОСТ Р 54792	СП 42-103 ГОСТ Р 54792	100	–
На сплющивание*	ГОСТ Р 52779	ГОСТ Р 52779	–	1
* Испытание на сплющивание производится при выполнении допускных стыков.				

Организация (предприятие)		ФИО	Подпись	Дата
Утвердил	Главный инженер			
Проверил	Ведущий инженер			
Разработал	Технолог			

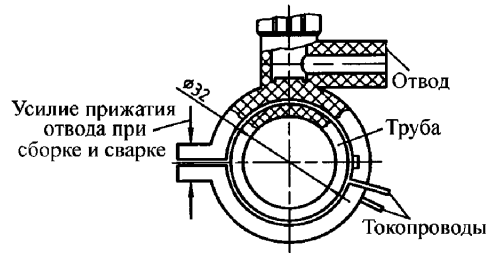
Приложение 2

Технологическая карта сварки седлового отвода с закладными нагревателями с трубой (ЗН-02-СК/О)

Наименование	Обозначения (показатели)
Нормативный документ	СП 40-102
Способ сварки	ЗН
Основной материал (марки)	ПЭ100
Основной материал (группа)	30
Диаметр деталей в зоне сварки, мм	40
Толщина свариваемых деталей, мм	3,7
Стандартное размерное отношение	SDR 11
Тип соединения	О
Вид соединения	О+Т
Степень автоматизации сварочного оборудования	ЗНШ

Эскиз сварного соединения

Схема сборки и сварки трубы с отводом



Зазор между прижимным хомутом и телом отвода следует указывать в инструкции по монтажу, которая должна быть приложена к каждой соединительной детали.

Сварочное оборудование (тип): БАРБАРА КОМПАКТ.

Метод подготовки и очистки: механический наружной поверхности на длину 50 мм.

Технологические параметры сварки заданы при считывании штрих-кода.

Технологические требования к сварке:

- отвод установить на трубу и механически прикрепить с помощью специальных зажимов;
- подключить к клеммам токоподводящие провода от сварочного аппарата;
- произвести сварку;
- после охлаждения через патрубок приваренного отвода произвести сверловку (фрезерование) стенки трубы для соединения внутренних полостей отвода и трубы.

Требования к контролю сварных соединений

Метод контроля	Наименование (шифр) НД		Объем контроля	
	по методике контроля	по оценке качества	%	кол-во образцов
Визуальный и измерительный	СП 42-103 ГОСТ Р 54792	СП 42-103 ГОСТ Р 54792	100	–
На отрыв*	ГОСТ Р 52779	ГОСТ Р 52779	–	1
* Испытание на отрыв производится при контроле допускных образцов.				

Организация (предприятие)		ФИО	Подпись	Дата
Утвердил	Главный инженер			
Проверил	Ведущий инженер			
Разработал	Технолог			

Библиография

[1]	ПБ 03-273-99	Правила аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства
[2]	РД 03-495-02	Технологический регламент проведения аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства
[3]	РД 03-614-03	Порядок применения сварочного оборудования при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов
[4]	РД 03-615-03	Порядок применения сварочных технологий при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов

Приложение Н

(рекомендуемое)

Наименования и обозначения способов сварки[1]

Таблица Н.1

Наименование способа сварки	Обозначение способа сварки	Обозначение и наименование процесса по ГОСТ Р ИСО 4063	
Ручная дуговая сварка покрытыми электродами*	РД	111	Сварка ручная дуговая плавящимся электродом (сварка дуговая плавящимся покрытым электродом)
Механизированная сварка самозащитной порошковой проволокой	МПС	114	Сварка дуговая порошковой самозащитной проволокой
Автоматическая сварка самозащитной порошковой проволокой	АПС	114	Сварка дуговая порошковой самозащитной проволокой
Механизированная сварка под флюсом	МФ	121	Сварка дуговая под флюсом сплошной проволокой
		125	Сварка дуговая под флюсом порошковой проволокой
		126	Сварка дуговая под флюсом порошковым ленточным электродом
Автоматическая сварка под флюсом	АФ	121	Сварка дуговая под флюсом сплошной проволокой
		122	Сварка дуговая под флюсом ленточным электродом
		124	Сварка дуговая под флюсом с добавлением металлического порошка
		125	Сварка дуговая под флюсом порошковой проволокой
		126	Сварка дуговая под флюсом порошковым ленточным электродом
Механизированная сварка сплошным плавящимся электродом в инертном газе	МАДП	131	Сварка дуговая сплошной проволокой в инертном газе
Механизированная сварка порошковой проволокой в инертном газе	МПИ	132	Сварка дуговая порошковой проволокой с флюсовым наполнителем в инертном газе
		133	Сварка дуговая порошковой проволокой с металлическим наполнителем в инертном газе
Автоматическая сварка сплошным плавящимся электродом в инертном газе	ААДП	131	Сварка дуговая сплошной проволокой в инертном газе

[1] Обозначения и наименования способов сварки приведены в соответствии с СТО НАКС 62782361-00-2013 [7] и включают обозначение и наименование процессов сварки по ГОСТ Р ИСО 4063.

Продолжение таблицы Н.1

Наименование способа сварки	Обозначение способа сварки	Обозначение и наименование процесса по ГОСТ Р ИСО 4063	
Автоматическая сварка порошковой проволокой в инертном газе	АПИ	132	Сварка дуговая порошковой проволокой с флюсовым наполнителем в инертном газе
		133	Сварка дуговая порошковой проволокой с металлическим наполнителем в инертном газе
Механизированная сварка сплошным плавящимся электродом в активном газе и смесях*	МП	135	Сварка дуговая сплошной проволокой в активном газе
Механизированная сварка порошковой проволокой в активном газе и смесях	МПГ	136	Сварка дуговая порошковой проволокой с флюсовым наполнителем в активном газе
		138	Сварка дуговая порошковой проволокой с металлическим наполнителем в активном газе
Автоматическая сварка сплошным плавящимся электродом в активном газе и смесях	АПГ	135	Сварка дуговая сплошной проволокой в активном газе
Автоматическая сварка порошковой проволокой в активном газе и смесях	АППГ	136	Сварка дуговая порошковой проволокой с флюсовым наполнителем в активном газе
		138	Сварка дуговая порошковой проволокой с металлическим наполнителем в активном газе
Ручная аргонодуговая сварка неплавящимся электродом [1]*	РАД	141	Сварка дуговая вольфрамовым электродом в инертном газе с присадочным сплошным материалом (проволокой или стержнем)
		142	Сварка дуговая вольфрамовым электродом в инертном газе без присадочного материала
		145	Сварка дуговая вольфрамовым электродом с присадочным сплошным материалом (проволокой или стержнем) в инертном газе с добавлением восстановительного газа
Ручная сварка неплавящимся электродом в инертном газе и смесях с присадочным порошковым материалом	РНИ	143	Сварка дуговая вольфрамовым электродом с присадочным порошковым материалом (проволокой или стержнем) в инертном газе
		146	Сварка дуговая вольфрамовым электродом с присадочным порошковым материалом (проволокой или стержнем) в инертном газе с добавлением восстановительного газа
Ручная сварка неплавящимся электродом в активном газе	РНА	147	Сварка дуговая неплавящимся вольфрамовым электродом в активном газе
Автоматическая аргонодуговая сварка неплавящимся электродом[1]	ААД	141	Сварка дуговая вольфрамовым электродом в инертном газе с присадочным сплошным материалом (проволокой или стержнем)
		142	Сварка дуговая вольфрамовым электродом в инертном газе без присадочного материала

[1] Без присадочного материала и с присадочным сплошным материалом.

Продолжение таблицы Н.1

Наименование способа сварки	Обозначение способа сварки	Обозначение и наименование процесса по ГОСТ Р ИСО 4063	
Автоматическая аргонодуговая сварка неплавящимся электродом [1]	ААД	145	Сварка дуговая вольфрамовым электродом с присадочным сплошным материалом (проволокой или стержнем) в инертном газе с добавлением восстановительного газа
Сварка неплавящимся электродом в активном газе	АНА	147	Сварка дуговая неплавящимся вольфрамовым электродом в активном газе
Автоматическая сварка неплавящимся электродом в инертном газе и смесях с присадочным порошковым материалом	АНИ	143	Сварка дуговая вольфрамовым электродом с присадочным порошковым материалом (проволокой или стержнем) в инертном газе
		146	Сварка дуговая вольфрамовым электродом с присадочным порошковым материалом (проволокой или стержнем) в инертном газе с добавлением восстановительного газа
Плазменная сварка	П	151	Сварка плазменная плавящимся электродом в инертном газе
		152	Сварка дуговая плазменная с присадочным порошковым материалом
		153	Сварка плазменная дугой прямого действия
		154	Сварка плазменная дугой косвенного действия
		155	Сварка плазменная с переключаемой дугой
Контактная точечная сварка	КТС	211	Сварка контактная точечная односторонняя
		212	Сварка контактная точечная двусторонняя
Контактная шовная сварка	КШС	221	Сварка контактная шовная внахлестку
		222	Сварка контактная шовная с раздавливанием кромок
		223	Сварка контактная шовная с предварительным утонением нахлесточного соединения
		224	Сварка контактная шовная проволокой
		225	Сварка контактная шовная стыковая с ленточными накладками из фольги
		226	Сварка контактная шовная с накладкой
Контактная рельефная сварка	КРС	231	Сварка контактная рельефная односторонняя
		232	Сварка контактная рельефная двусторонняя
Контактная сварка оплавлением	КСО	241	Сварка контактная стыковая оплавлением с предварительным подогревом
		242	Сварка контактная стыковая оплавлением без предварительного подогрева
		26	Приварка контактная шпилек
Контактная сварка сопротивлением	КСС	25	Сварка контактная стыковая сопротивлением
Контактная высокочастотная сварка	ВЧС	27	Сварка контактная высокочастотная
Газовая сварка	Г	311	Сварка ацетиленокислородная
		312	Сварка пропанокислородная
		313	Сварка водородно-кислородная
		–	Сварка с применением МАФ

[1] Без присадочного материала и с присадочным сплошным материалом.

Окончание таблицы Н.1

Наименование способа сварки	Обозначение способа сварки	Обозначение и наименование процесса по ГОСТ Р ИСО 4063	
Сварка ультразвуковая	У	41	Сварка ультразвуковая
Сварка трением	СТ	421	Сварка трением с непрерывным приводом
		422	Сварка трением инерционная
		423	Приварка трением шпилек
		43	Сварка трением с перемешиванием
Магнитно-импульсная сварка	МИ	442	Сварка магнитно-импульсная
Сварка взрывом	В	441	Сварка взрывом
Сварка диффузионная	Д	45	Сварка диффузионная
Сварка газопрессовая	ГП	47	Сварка газопрессовая
Сварка давлением холодная	ДХ	48	Сварка давлением холодная
Электронно-лучевая сварка	ЭЛ	51	Сварка электронно-лучевая
Лазерная сварка	Л	52	Сварка лазерная
Термитная сварка	Т	71	Термитная сварка
Электрошлаковая сварка	ЭШ	72	Сварка электрошлаковая
Сварка индукционная	И	74	Сварка индукционная
Сварка световым лучом	СЛ	75	Сварка световым лучом
Дуговая приварка стержней	ПС	783	Приварка дуговая растягиваемой дугой шпилек с керамической шайбой или в защитном газе
		784	Приварка вытянутой дугой шпилек коротким циклом
		785	Приварка конденсаторная вытянутой дугой шпилек
		786	Приварка конденсаторная шпилек с оплавлением кончика детали
		787	Приварка вытянутой дугой шпилек с плавкой втулкой
		–	Приварка стержней под флюсом
Пайка	ПАК	91	Пайка высокотемпературная с местным нагревом
		92	Пайка высокотемпературная с общим нагревом
		94	Пайка низкотемпературная с местным нагревом
		95	Пайка низкотемпературная с общим нагревом
Сварка нагретым инструментом*	НИ	–	–
Сварка с закладными нагревателями*	ЗН	–	–
Сварка нагретым газом	НГ	–	–
Экструзионная сварка	Э	–	–

Примечания

1 В соответствии с ГОСТ Р ИСО 857-1 определение «сварка» включает и наплавку, поэтому процессы наплавки не выделены в отдельные способы сварки.

2 Состав защитных газов рекомендуется классифицировать в соответствии с ГОСТ Р ИСО 14175.

С учетом сложившейся практики на предприятиях состав защитного газа допускается классифицировать с учетом указаний о применении защитного газа, содержащихся в применяемых нормативных и технических документах.

3 Знаком * обозначены способы сварки, по которым разработаны инструкции в настоящих рекомендациях.

Приложение П

(рекомендуемое)

Группы и марки свариваемых материалов

Таблица П.1

Группа материала	Марка материала
1	Ст2кп, Ст2пс, Ст2сп, Ст3кп, Ст3пс, Ст3сп, Ст3Гпс, Ст3Гсп, Ст4пс, Ст4сп, Ст5пс, Ст5сп, Ст5Гпс, Ст6пс, Ст6сп, К260В, К270В, ОК300В, К310В, К330В, К350В, ОК360В, ОК370В, К390В, ОК400В, К490В, С235, С245, С255, 265 (Ст3сп, 09Г2С, 16ГС), С275, С285, 295 (09Г2, Ст3сп, 09Г2С, 10Г2С1, 16ГС, 09Г2Д), 315 (12ГС, Ст3сп, 16ГС, 10Г2С1, 09Г2С, 17Г1С, 14Г2), 325 (09Г2С, Ст3сп, 14Г2, 15ГФ, 10Г2С1, 16ГС, 17ГС, 17Г1С), С345, С345Т, С345К, 06МБФ, 345 (09Г2С, 09Г2, Ст3сп, 10Г2С1, 10ХНДП, 15ГФ, 17ГС, 14ХГС, 17Г1С), 355 (10Г2С1, 17Г1С, 15ГФ, 17Г1С, 17ГС), 08, 08Т, 08ГТ, 10, 15, 15Г, 18, 18Г, 20, 20Г, 25, 15К, 16К, 18К, 20К, 22К, 15Л, 20Л, 25Л, 20ЮЧ, А, В, 09Г2, 10Г2, 14Г2, 16ГМЮЧ, 12ГС,12ГСБ,12Г2С,13ГС,13ГС-У,15ГС, 16ГС, 17ГС, 17Г1С, 17Г1С-У, 20ГСЛ, 20ГМЛ, 08ГБЮ, 09Г2С, 09Г2СА, 09Г2С-Ш, 10Г2С, 10Г2С1, 10Г2С1Д, 14ХГС, 09Г2СЮЧ, 09ХГ2СЮЧ, 09ХГ2НАБЧ, 07ГФБ-У, 15ХСНД, 14ГНМА, 16ГНМА, 10ГН2МФА, 10ГН2МФАЛ, 15ГНМФА Трубы 20, Ст3кп, Ст3пс, Ст3сп, 09Г2С Для литых частей 25Л, 30Л, 35Л, 20ГЛ, 20ФЛ, 35ГЛ Судостроительные стали категорий А32, D32, Е32 Трубные стали классов прочности К50, К52, К54
2	Ст3пс (термоупрочненная), Ст3сп (термоупрочненная), Ст3Гпс (термоупрочненная), С375, С375Т, 375 (15ГФ, 10Г2Б, 14Г2АФ, 09Г2С, 17Г1С), С390, С390Т, С390К, 390 (10ХСНД, 15Г2СФ, 12Г2Б, 15Г2АФДпс, 14Г2, 10Г2С1, 14Г2АФ, 16Г2АФ), С440, 440 (16Г2АФ, 18Г2АФпс), 09Г2 (термоупрочненная), 09Г2С (термоупрочненная), 12Г2С (термоупрочненная), 09Г2С ДТУ-4, 15ХСНД (термоупрочненная), 09Г2СФ, 30ХГСА (термоупрочненная), 19ЮФТ (Ч-37),10Г2Б, 08ГБЮ, 09ГБЮ, 12Г2Б, 14Г2АФД,15Г2АФД, 10ХСНД, Ч-44, 09Г2ФБ, 10Г2ФБ, 16Г2АФ, 16Г2АФД, 18Г2АФ, 18Г2АФД, 1–12, 4–12,7–12, 13ХГСН1МД, 14ХГ2САФД, 10Г2СФБ, 10Г2ФБЮ, RAEX 640 XCF, FORM 500S1, Е40, 08Г1НФБ, 09ГНФЕ10Г2СБ, 10Х2ФБ, 12Г2СБ, 12Г2ФЕ, 12Г2СБ-У, 13Г1С-У, 13Г1СБ-У, 06ГФБАА, Х-60, Х-65, Х-70, Д40, 15Г2СФ, 20ГМЛ, 20ХН3Л, 08Г2Б-У, 08Г2БТ-У, 09Г2БТ, 10Г2БТ, 07ГФБ-У, 10Х2ГНМА-А, 13ГС-У, Д40, Е40, 20Х, 20ХЛ, 20Х, 20ХЛ, 13Г2АФ, 09Г2НАБ, 10Г2Ф, 12Г2СМФ,12ГН2МФАЮ, Д40, 10ХН1М, 12ХН2, 12ХН3А,10Х2ГНМ, 30ХМА, 18Х2МФА, 25Х2МФА, 12Х2Н4А, ОС, 32Х06Л, стали марок 1, 2, 3 по ГОСТ 10791, 12Г2С, 12Г2СД, 12Г2СМФ, 12ГН2МФАЮ

Продолжение таблицы П.1

Группа материала	Марка материала
3	13ХГСН1МД (термоупрочненная), 14ХГ2САФД (термоупрочненная), 12ГН2МФАЮ, 10ХСНД (термоупрочненная) 1–12 (термоупрочненная), 3–12, 12Г2СМФ, 15ХГНМРАФАЧ, 15ХГН2МАФАЧ, 12ХН2МД (АБ1), 12ХН2МД-Ш (АБ1-Ш),15Г2МФЮТРЧА, 10ГДН1ФЮ, 10ХН3МД (АБ-2), 10ХН3МД-Ш (АБ2-Ш), 14ХГНМД, 12Х2Г2НМФТ, 12ГН3МФАЮДР-Ш, 12ГН3МФАЮДР-СШ,14ХГН2МДАФБ, 15ХГНМФТ, 17Х2МБ,DOMEX 590XPE, DOMEX 640XPE, WELDOX 700E, WELDOX 960E, 07Х3ГНМЮА, АКН 29, 12ДН2ФЛ, 10Г1НФБ,30ХМА, 18Х2МФА, 25Х2МФА, 25Х3МФА,18Х3МВ, Х70МФ-ВИ, 20ХГСА, 30ХГСА, 30ХГС, С590К (12ГН2МФАЮ), 12ГН2МФАЮ-У, 20Х3МВФ, 15Х3НМФА, 15Х3НМФА-А, 20ХН3Л, 38ХН3МФА, С590, С590К, С590КШ
4	12МХ, 12ХМ, 15ХМ, 20ХМ, 20ХМА, 20ХМЛ, 10Х2М, 10Х2М-ВД, 20Х2МА, 1Х2М1, 12Х2М1, 10Х2М1А, 10Х2М1А-А, 10Х2М1А-ВД, 10Х2М1А-Ш, 12Х1МФ, 15Х1М1Ф, 20ХМФЛ, 15Х1М1ФЛ, 12Х2МФСР, 12Х2МФБ, 12Х2МФА, 15Х2МФА,15Х2МФА-А, 15Х2НМФА, 15Х2НМФА-А
8	08Х22Н6Т, 08Х18Г8Н2Т, 08Х21Н6М2Т, 15Х18Н12С4ТЮ-Ш, 16Х18Н12С4ТЮЛ, 07Х16Н6-Ш, 10Х18Н4Г4Л, Х32Н8, Х32Н8-Ш, Х32Н8-ВД, 30Х23Н7С, 30Х23Н7СЛ, 35Х23Н7СЛ, 03Х22Н6М2 (ЭИ67), 03Х24Н6АМ3 (ЭИ-130), NTKR-4, H.V.D-1, 3RE60 SANDVIK (1.4417), SAF 2507 SANDVIK (1.4410), SAF 2205 (1.4462), 15Х18Н12С4ТЮ (ЭИ654), 16Х18Н12С4ТЮЛ (ЭИ654ЛК), 08Х21Н6М2Т (ЭП54), 08Х22Н6 (ЭП53), 10Х21Н6М2Л, 20Х23Н13
9	12Х18Н9Т, 08Х16Н9М2, 08Х18Н10Т, 12Х18Н10Т, 12Х18Н9ТЛ,12Х18Н12М3ТЛ, 10Х13Г12БС2Н2Д2,20Х23Н13, 08Х18Н10, 10Х18Н10, 08Х18Н10Т,08Х18Н12Т, 12Х18Н10Т, 12Х18Н12Т, 02Х8Н22С6, 02Х8Н22С6-ПД, 02Х8Н22С6-Ш, 02Х18Н11, 03Х19АГ3Н10Т, 03Х21Н21М4ГБ, 07Х21Г7АН5, 10Х14Г14Н4Т, 03Х17Н14М3, 08Х17Н13М2Т, 08Х18Н12Б, 02Х17Н14С5, 03Х18Н11, 08Х18Н10ТЛ, 03Х20Н16АГ6, 04Х18Н10, 07Х13Н4АГ20 (ЧС-52), 08Х16Н9М2, 10Х23Н18, 10Х18Н9Л, 10Х13Г12БС2Н2Д2, 20Х18Н9ТЛ, 20Х25Н20С, 20Х25Н20СЛ, 20Х25Н25ТЮ, 20Х25Н25ТЮЛ, 45Х25Н20С, 45Х25Н20СЛ, 45Х25Н20С2, 45Х25Н20С2Л, 35Х24Н24Б, 35Х24Н24БЛ, 03Х17Н14М3-ИД, 03Х17Н14М3-ВИ, 02Х25Н22АМ2, 03Х21Н21М4ГБ (ЭИ-35), 17249, 17248, 17349, 17350, 17348, X6CrNiTi 18.10 (1.4541), X2CrNiMo 18.14.3 (1.4435), X2CrNiMoN 17.13.3 (1.4429), X2CrNiMo 17.12.2 (1.4404), X1CrNiMoN 25-25-2 (1.4465), 2RE69 SANDVIK (1.4466), X6CrNiMoNb 17.12.2 (1.4580), X10CrNiMoNb 18.12 (1.4583), X6CrNiMoTi 17.12.2 (1.4571), AISI 304L, AISI 347 (AISI 321), AISI 316L, Tp310Mod, AISI 316Ti, SUS 304L, SUS 347, SUS 321, SUS 316L, SUS 316Ti, 14Х18Н4Г4Л, 10Х14Г14Н4Т (ЭИ711), 10Х18Н9, 10Х18Н9-ВД, 10Х18Н9-Ш, 12Х18Н9, 08Х18Н10Т-ВД, 08Х18Н10Т-Ш, 10Х17Н13М2Т (ЭИ448),10Х17Н13М3Т (ЭИ432), 08Х17Н15М3Т (ЭИ580), 03Х17Н14М3 (ЭИ66), 09Х14Н16Б (ЭИ694), 09Х14Н19В2БР (ЭИ695Р), 07Х20Н25М3Д2ТЛ, 07Х21Г7АН5 (ЭП222), 07Х16Н6, 08Х21Н6М2Т, 07Х13АГ20, 07Х13Н4АГ20, 10Х14Г14Н4Т, 03Х16Н9М2, 08Х16Н11М3, 08Х18Н9, 09Х19Н9, 10Х18Н9, 06Х18Н10Т10Х18Н9ТЛ, 10Х18Н12М3Л, 10Х18Н12М3ТЛ, 10Х18Н9Л, 20Х18Н9ТЛ, 12Х18Г9Т, 20Х23Н18

Окончание таблицы П.1

Группа материала	Марка материала
29	Арматурный прокат Горячекатаный: (А240) Ст3кп, Ст3пс, Ст3сп; (А300) Ст5сп, Ст5пс, 18Г2С (Ас300) 10ГТ; (А400) 35ГС, 25Г2С, 32Г2Рпс; (А600) 20ХГ2Ц; (А800) 23Х2Г2Т; (А1000) 22Х2Г2АЮ, 22Х2Г2Р, 20Х2Г2СР Термомеханически упрочненный: (Ат400С) Ст3пс, Ст3сп; (Ат500С) Ст5сп, Ст5пс; (Ат600С) 25Г2С, 35ГС, 28С, 27ГС; (Ат800) 20ГС, 20ГС2; (Ат1000) 20ГС, 20ГС2 Горячекатаный без последующей обработки или термомеханически упрочненный в потоке прокатки (А500С) Механически упрочненный в холодном состоянии (В500С) Горячекатаный без последующей обработки, термомеханически упрочненный в потоке прокатки, холоднодеформированный (А400С, А500С, А600С) Термомеханически упрочненный в потоке прокатки (А400С, А500С, Ав400С, Ав500С) Термомеханически упрочненный (А500СП) Холоднотянутый (Вр1(Вр-1))
30	РЕ63 (ПЭ 63), РЕ80 (ПЭ 80), РЭ100 (ПЭ 100)
31	PE-X (a, b, c, d), TUX 100, TUX 125, Dowlex 23444E
32	PVC-U 100 (НПВХ 100), PVC-U 125 (НПВХ 125), PVC-C 250
33	PP-H100, PP-B80, PP-R80

Приложение Р

(рекомендуемое)

Подготовка к аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства

Р.1 Аттестацию сварщиков и специалистов сварочного производства следует осуществлять в аттестационных центрах Системы аттестации сварочного производства в соответствии с требованиями ПБ 03-273-99 [3] и РД 03-495-02 [4] и проводить в целях установления достаточности их теоретической и практической подготовки посредством проверки знаний и навыков для подтверждения способности сварщиков и специалистов выполнять определенные виды сварочных работ.

Р.2 Для аттестации сварщика организации необходимо подготовить заявку на аттестацию с приложением следующих документов:

- копия документа о профессиональной подготовке по сварочному производству (диплом, свидетельство, удостоверение, выписка из трудовой книжки);

- документ, подтверждающий квалификационный разряд;

- документ, подтверждающий стаж работы сварщиком (справка, заверенная выписка из трудовой книжки или копия трудовой книжки);

- документ об отсутствии медицинских противопоказаний к работе сварщиком;

- аттестационное удостоверение со всеми имеющимися к нему вкладышами (при периодической, дополнительной и внеочередной аттестации);

- согласие кандидата на аттестацию и на обработку его персональных данных, оформленное в соответствии с законодательством Российской Федерации;

- одна цветная фотография на матовой бумаге размером 3×4 см.

Р.3 Для аттестации специалиста сварочного производства организации необходимо подготовить заявку на аттестацию с приложением следующих документов:

- копия документа об образовании;

- документ, подтверждающий стаж работы (заверенная выписка из трудовой книжки или копия трудовой книжки);

- копия документа о проверке знаний правил безопасности Ростехнадзора;

- аттестационное удостоверение со всеми имеющимися к нему вкладышами (при периодической, дополнительной и внеочередной аттестации);

- согласие кандидата на аттестацию и на обработку его персональных данных, оформленное в соответствии с законодательством Российской Федерации;

- одна цветная фотография на матовой бумаге размером 3×4 см.

Р.4 По результатам аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства должны быть оформлены аттестационные удостоверения и протоколы аттестации. Каждому аттестованному сварщику должен быть присвоен уникальный шифр клейма, который указан в удостоверении и протоколе аттестации. Аттестационные документы действуют на всей территории Российской Федерации.

Библиография

[1] Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Требования к производству сварочных работ на опасных производственных объектах» (Утверждены приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 14.03.2014 № 102)

[2] Руководящий документ РД 03-615-03 — Порядок применения сварочных технологий при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов

[3] Правила безопасности ПБ-03-273-99 — Правила аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства

[4] Руководящий документ РД 03-495-02 — Технологический регламент проведения аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства

[5] Руководящий документ РД 03-614-03 — Порядок применения сварочного оборудования при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов

[6] Руководящий документ РД 03-613-03 — Порядок применения сварочных материалов при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов

[7] СТО НАКС 62782361-00-2013 — Система группирования процессов сварки

Р НОСТРОЙ 2.10.12-2014

ОКС: 91.040.01; 91.200.30, 23.040.45, 23.040.20; 25.160.01; 25.160.10

Виды работ 6.1, 6.2, 6.3, 7, 9.2, 10.4, 10.6, 12.1, 12.2, 12.3, 12.10, 14.5, 31.5 по приказу Минрегиона России от 30.12.2009 № 624

Ключевые слова: сварочные работы, технологическая инструкция, сварка, технологическая карта сварки, разработка, подготовка к аттестации

Издание официальное

Рекомендации

Сварочные работы

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИНСТРУКЦИИ ПО СВАРКЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КАРТЫ СВАРКИ.

Разработка и подготовка к аттестации

Р НОСТРОЙ 2.10.12-2014

Оригинал-макет подготовлен Издательско-полиграфическим предприятием ООО «Бумажник»
125475, г. Москва, Зеленоградская ул., д. 31, корп. 3, оф. 203,
тел.: 8 (495) 971-05-24, 8-910-496-79-46
e-mail: gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru