|  |
| --- |
| **ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОРПОРАЦИЯ ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ**  **«РОСАТОМ»** |
| **САМОРЕГУЛИРУЕМАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ НЕКОММЕРЧЕСКОЕ ПАРТНЕРСТВО ОБЪЕДИНЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИЙ, ВЫПОЛНЯЮЩИХ СТРОИТЕЛЬСТВО, РЕКОНСТРУКЦИЮ, КАПИТАЛЬНЫЙ РЕМОНТ ОБЪЕКТОВ АТОМНОЙ ОТРАСЛИ**  **«СОЮЗАТОМСТРОЙ»** |

**Утверждено**

решением общего собрания членов

СРО НП «СОЮЗАТОМСТРОЙ»

Протокол № 12 от 12 февраля 2016 года

**СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ**

**ОБЪЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ**

**Сварка трубопроводов при монтаже атомных энергетических установок. Требования к выполнению и контролю выполненных работ**

**СТО СРО-С 60542960 00062 -2016**

**Москва**

**2016**

# Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации» и Федеральным законом от 1 мая 2007г. №65-ФЗ «О внесении в Федеральный закон «О техническом регулировании», а правила применения стандарта организации – ГОСТ Р 1.4–2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения».

**Сведения о стандарте**

1 РАЗРАБОТАН ООО «Центр технических компетенций атомной отрасли»

2 ВНЕСЁН Советом СРО НП «СОЮЗАТОМСТРОЙ»

3 УТВЕРЖДЁН И ВВЕДЁН В ДЕЙСТВИЕ Протоколом общего собрания СРО НП «СОЮЗАТОМСТРОЙ» № 12 от 12 февраля 2016 г.

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведён, тиражирован и распространён в качестве официального издания без разрешения Госкорпорации «Росатом» и СРО НП «СОЮЗАТОМСТРОЙ»

**Содержание**

[1 Область применения 1](#_Toc436643170)

[2 Нормативные ссылки 2](#_Toc436643171)

[3 Термины и определения 3](#_Toc436643172)

[4 Обозначения и сокращения 4](#_Toc436643173)

[5 Общие положения по сварке соединений трубопроводов 5](#_Toc436643174)

[6 Требования к квалификации персонала 6](#_Toc436643175)

[7 Основные материалы 7](#_Toc436643176)

[8 Сварочные материалы 9](#_Toc436643177)

[9 Способы сварки и сварочное оборудование 15](#_Toc436643178)

[9.1 Способы сварки стыковых и угловых соединений трубопроводов 15](#_Toc436643179)

[9.2 Сварочное оборудование 15](#_Toc436643180)

[10 Подготовка кромок труб, деталей и арматуры 31](#_Toc436643181)

[11 Сборка соединений под сварку 93](#_Toc436643182)

[12 Сварка 100](#_Toc436643183)

[12.1 Способы сварки стыковых и угловых соединений трубопроводов 100](#_Toc436643184)

[12.2 Условия производства сварочных работ 101](#_Toc436643185)

[12.3 Требования к расположению сварных соединений 102](#_Toc436643186)

[12.4 Общие технические требования 103](#_Toc436643187)

[12.5 Способы сварки. Общие технологические требования 109](#_Toc436643188)

[13 Контроль выполнения сварных соединений 135](#_Toc436643198)

[13.1 Требования к качеству сварных соединений 13](#_Toc436643199)5

[13.2 Система контроля и управления качеством сварных соединений 136](#_Toc436643200)

[13.3 Методы контроля монтажных сварных соединений трубопроводов АЭС 137](#_Toc436643201)

[13.4 Подготовка к проведению контроля 139](#_Toc436643202)

[13.5 Технология неразрушающего контроля 140](#_Toc436643203)

[13.6 Оформление результатов контроля 153](#_Toc436643204)

[14 Исправление дефектов 153](#_Toc436643205)

[Библиография 156](#_Toc436643206)

**Введение**

Стандарт организации «Объекты использования атомной энергии. Сварка трубопроводов при монтаже атомных энергетических установок. Требования к выполнению и контролю выполненных работ» разработан в развитие требований Федерального закона от 21 ноября 1995 г. №170-ФЗ [1], Федерального закона от 29 декабря 2004 г. №190-ФЗ «Градостроительный кодекс Российской Федерации» [2], Технического регламента таможенного союза «О безопасности машин и механизмов» [3], Федерального закона от 21 июля 1997 г. №116-ФЗ [4], Федерального закона от 27 декабря 2002 г. №184-ФЗ [5], Распоряжения Правительства Российской Федерации от 21 июня 2010 г. №1047-р [6], приказа Министерства регионального развития Российской Федерации от 30 декабря 2009 г. №624 [7], СП 48.13330.2011, а также иных нормативных правовых актов и документов по стандартизации, действующих в сфере строительства и обеспечения безопасности объектов использования атомной энергии.

В стандарте изложены общие технические требования к сварочным работам при монтаже технологических трубопроводов на АЭС, последовательность и состав сварочных работ, а также работы по контролю качества.

1. **Область применения**
   1. Настоящий стандарт распространяется на трубопроводы, предназначенные для систем атомных станций, важных для безопасности (второго и третьего классов безопасности), согласно НП-001-97 [8], укрупнительная сборка и монтаж которых осуществляется в соответствии с требованиями ПНАЭ Г-7-008-89 [9].
   2. Настоящий стандарт не распространяется:
   * на сварку соединений трубопроводов главных циркуляционных контуров атомных станций;
   * на сварку соединений трубопроводов из плакированной стали;
   * на сварку стыковых и угловых соединений труб (патрубков), являющихся частью оборудования (парогенераторы, деаэратор и т.д.).
   1. Сварку соединений, на которые не распространяются действия настоящего стандарта выполнять согласно указаниям ПТД.
   2. ПТД на сварку соединений труб и патрубков, являющихся частью оборудования атомной станции, должна разрабатываться специализированной (монтажной) организацией на основании документации завода-изготовителя.
   3. Стандарт устанавливает основные требования к персоналу, сварочному оборудованию, сварочным материалам, технологии подготовки и сборке соединений под сварку, технологии сварки.
   4. Требования стандарта подлежат выполнению строительно-монтажными организациями, подведомственными Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом», организациями - членами СРО НП «СОЮЗАТОМСТРОЙ» и строительно-монтажными организациями, выполняющими изготовление и монтаж трубопроводов, предназначенных для атомных станций.
2. **Нормативные ссылки**

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие документы:

ГОСТ 427-75 Линейки измерительные металлические. Технические условия

ГОСТ 2246-70 Проволока стальная сварочная. Технические условия

ГОСТ 3749-77 Угольники поверочные 90°. Технические условия

ГОСТ 5378-88 Угломеры с нониусом. Технические условия

ГОСТ 7502-98 Рулетки измерительные металлические. Технические условия

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

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

ГОСТ 9087-81 Флюсы сварочные плавленые. Технические условия

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

ГОСТ 10157-79 Аргон газообразный и жидкий. Технические условия

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

ГОСТ 21105-87 Контроль неразрушающий. Магнитопорошковый метод

ГОСТ 21286-82 Каолин обогащенный для керамических изделий. Технические условия

ГОСТ 23949-80 Электроды вольфрамовые сварочные неплавящиеся. Технические условия

СП 48.13330.2011 Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004.

Примечание – При пользовании настоящим стандартом необходимо проверить действие ссылочных стандартов и классификаторов в информационной системе общего пользования – на официальных сайтах национального органа Российской Федерации по стандартизации в сети Интернет или по ежегодно издаваемым информационным указателям, опубликованным по состоянию на 1 января текущего года. Если заменен (изменен) ссылочный документ, то при пользовании стандартом 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.

1. **Термины и определения**

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

* 1. **головная материаловедческая организация:** Организация, признанная Органом управления использования атомной энергии пригодной оказывать услуги Эксплуатирующим или другим организациям по выбору материалов, технологии выплавки и разливки металла, термической резки, обработки давлением, сварки, наплавки и термической обработки, обеспечению качества оборудования и трубопроводов при конструировании, изготовлении, монтаже, эксплуатации и ремонте.
  2. **дефект:** Каждое отдельное несоответствие продукции, не удовлетворяющее установленным требованиям.
  3. **подстанция:**Электроустановка, предназначенная для приема, преобразования и распределения электрической энергии, состоящая из трансформаторов или других преобразователей электрической энергии, устройств управления, распределительных и вспомогательных устройств**.**
  4. **контроль качества:** Действия (комплекс мер), включающие проведение измерений, анализ испытаний совокупности свойств и характеристик продукции и их сравнение с установленными требованиями для определения соответствия полученных и требуемых величин параметров качества.
  5. **несплошность:**Обобщённое наименование трещин, отслоений, прожогов, свищей, непроваров и включений.
  6. **производственно-технологическая документация:** Технологические инструкции, карты технологических процессов и другие документы, регламентирующие содержание и порядок выполнения на предприятии-изготовителе (его субподрядчиках) всех технологических и контрольных операций при изготовлении продукции
  7. **производственно-контрольная документация**: Карты контроля, инструкции и другие документ, содержащие подготовительные и контрольные операции по контролю сварных соединений и наплавленных деталей продукции определённым методом
  8. **редуктор-расходомер:** Регулятор расхода газа предназначен для понижения и регулирования давления газа, поступающего в регулятор из баллона, и автоматического поддержания постоянным заданного расхода.
  9. **ротаметр:** Прибор для определения объёмного расхода газа в единицу времени.
  10. **сварка металлов**: Технологический процесс соединения металла(ов) при таком нагреве и/или давлении, в результате которого получается непрерывность структуры соединяемого(ых) металла(ов).
  11. **фидер:** Кабельная линия, через которую происходит подключение оборудования к электроподстанции.
  12. **электрический щит:** Устройство, предназначенное для приема и распределения электрической энергии.

1. **Сокращения**

В настоящем стандарте приняты следующие сокращения:

ААДС – автоматическая аргонодуговая сварка неплавящимся электродом без присадочной проволоки;

ААДСпр – автоматическая аргонодуговая сварка неплавящимся электродом с присадочной проволокой;

АДСф – автоматическая дуговая сварка под слоем флюса;

АЭС – атомная электростанция;

АЭУ – атомные энергетические установки;

ОСТ – отраслевой стандарт;

ОТК – отдел технического контроля;

ПЗГ – полуавтоматическая (механизированная) сварка плавящимся электродом в смеси защитных газов;

ПКД – производственная контрольная документация;

ПТД – производственная технологическая документация;

РАДС – ручная аргонодуговая сварка неплавящимся электродом;

РДС – ручная дуговая сварка покрытыми электродами;

СТК – служба технического контроля;

ТУ – технические условия;

СТО – стандарт организации;

ГОСТ – государственный стандарт.

1. **Общие положения по сварке соединений трубопроводов**
   1. Настоящий стандарт разработан на основании требований НП-001-97 [8], ПНАЭ Г-7-008-89 [9], ПНАЭ Г-7-009-89 [10], ПНАЭ Г-7-010-89 [11], а также отраслевых стандартов: ОСТ 24.125.31-89 [12], ОСТ 24.125.02-89 [13], ОСТ 24.125.41-89 [14], ОСТ 24.125.43-89 [15], ОСТ 24.125.57-89 [16], ОСТ 24.125.11-89 [17], ОСТ 24.125.12-89 [18], ОСТ 24.125.22-89 [19], стандартов организации СТО 79814898 102-2012 [20], СТО 79814898110-2012 [21], СТО 79814898106-2008 [22], СТО 79814898122-2009 [23], СТО 79814898123-2009 [24], СТО 95 121-2013 [25], СТО СРО-П 60542948 00018–2013 [26] и РД 34.10.59-90 [27].
   2. К монтажу (укрупнительной сборке) трубопроводов разрешается приступать только после соответствующей проектно-технологической и инженерной подготовки производства.
   3. Производство работ по монтажу (укрупнению блоков) трубопроводов, на которые распространяется действия ПНАЭ Г-7-008-89 [9], вести по технологии монтажа, разработанной в соответствии с требованиями конструкторской, нормативной документации и настоящего стандарта и включающей в себя ПТД и ПКД (технологические процессы изготовления изделия, технологические карты, карты контроля, инструкции и др.).
2. **Требования к квалификации персонала**
   1. К сварке и прихватке соединений трубопроводов, подведомственных ПНАЭ Г-7-009-89 [10], допускаются сварщики, прошедшие аттестацию на право выполнения сварочных работ в соответствии с требованиями ПНАЭ Г-7-003-87 [28] и получившие «Удостоверение сварщика» установленной формы.
   2. Сварщики допускаются к выполнению только тех видов сварочных работ (способы сварки, категория соединений, положение соединений при сварке, вид соединения, материал), которые указаны в их удостоверениях.
   3. Квалификационный разряд сварщика, допускаемого к первичной аттестации, должен быть не ниже приведённого в таблице 6.1 для конкретного способа сварки в зависимости от категории сварного соединения.
   4. Прихватку соединений трубопроводов должен производить тот же сварщик, который будет выполнять их сварку. Разрешается прихватку выполнять другому сварщику при условии, что он допущен к сварке аналогичных сварных соединений.
   5. К работам по сборке соединений трубопроводов допускаются слесари-сборщики, прошедшие теоретическую и практическую подготовку по программе, разрабатываемой предприятием, выполняющем работы по монтажу (укрупнительной сборке) трубопроводов и прошедшие квалификационную проверку знаний и производственных навыков. Проверку знаний и производственных навыков слесарей-сборщиков осуществляется комиссией предприятия.
   6. К руководству работами по сборке и сварке трубопроводов допускаются инженерно-технические работники, прошедшие аттестацию в соответствии с нормами «Типовые положения о порядке проверки знаний правил, норм и инструкций по безопасности в атомной энергетике у руководителей и инженерно-технических работников». Знания инженерно-технических работников должны быть проверены комиссией, назначаемой приказом руководителя предприятия (монтажной организации). Периодичность проверки знаний не реже одного раза в 3 года. Результаты проверки знаний инженерно-технических работников фиксируются в протоколе.

Таблица 6.1 - Квалификационные разряды сварщиков, при которых сварщик может быть допущен к первичной аттестации согласно ПНАЭ Г-7-003-87 [28]

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Категория сварного соединения по ПНАЭГ-7-010-89 [11] | Квалификационный разряд сварщика в зависимости от способа сварки (не ниже) | | | | | | |
| РДС | РАДС | ААДС | ААДСпр | АДСф | ПЗГ | |
|  |  |  |  |  |  | Нижнее  поворот-ное | Непово-ротное |
| IIa | 5 | 5 | 4 | 5 | 4 | 4 | 5 |
| IIв | 4 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 |
| IIIa | 4 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 |
| IIIв | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| IIIc | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Примечание - При комбинированной сварке соединения (сварка соединения выполнена несколькими способами) квалификационный разряд сварщика (сварщиков) по каждому способу сварки должен соответствовать приведённому в таблице. | | | | | | | |

1. **Основные материалы**
   1. Основные материалы, рекомендованные к применению, указаны в ПНАЭ Г-7-008-89 (приложение 9, таблица П 9.1) [9], в которой перечислены марки и сортамент допущенных к применению материалов, документация и предельные температуры использования материалов. Материалы (полуфабрикаты) должны быть термически обработаны в соответствии с указаниями стандартов и технических условий на поставку.
   2. Для выполнения работ по сварке трубопроводов, осуществляемых по ПНАЭ Г-7-009-89 [10], применяются нормативные документы (СТО и ОСТ). В таблице 7.1 приведены марки основных применяемых материалов, допущенных к применению, а также ссылки на пункты нормативной документации.

Таблица 7.1 - Нормативная техническая документация на основные свариваемые материалы

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Отраслевые стандарты или стандарты предприятия | Марка стали и документация |
| 1 | ОСТ 24.125.02-89 [13] | 08Х18Н10Т по ТУ 14-3Р-197; ТУ 14-3-935; ТУ 108-713; ГОСТ 5632  15ГС по ТУ14-3-460; 16ГС по ГОСТ 19281; 20 по ГОСТ 1050 |
| 2 | ОСТ 24.125.31-89 [12] | 15ГС по ТУ 14-3-460; 16ГС по ГОСТ19281; 20 по ГОСТ 1050; 20К по ГОСТ 5520 |
| 3 | СТО 79814898 102-2012 [20] | 08Х18Н10Т и 12Х18Н10Т по ГОСТ 5632  Стали аустенитного класса |
| 4 | СТО 79814898 106-2008 [22] | Стали перлитного класса (п.1.1.1 ПНАЭ Г-7-009-89 [10]) |
| 5 | СТО 79814898110-2009 [21] | Стали аустенитного класса (п.1.1.3 ПНАЭ Г-7-009-89 [10])  Стали перлитного класса (п.1.1.1 ПНАЭ Г-7-009-89 [10]) |
| 6 | СТО 79814898106-2008 [22] | Стали перлитного класса (п.1.1.1 ПНАЭ Г-7-009-89 [10]) |

* 1. Коррозионностойкая сталь аустенитного класса должна обладать стойкостью к межкристаллитной коррозии (МКК) при испытании по   
     ГОСТ 6032 и также должна быть подвергнута контролю на содержание ферритной фазы.
  2. Трубы, детали и блоки трубопроводов запускаются в производство только после получения положительных результатов входного контроля, который выполняется в соответствии с требованиями ПНАЭ Г-7-008-89 [9].

1. **Сварочные материалы**
   1. Сварочные материалы, допускаемые для выполнения сварных соединений, приведены в ПНАЭ Г-7-009-89 (таблицы 1-5) [10].
   2. Для выполнения работ по сварке трубопроводов, осуществляемых по ПНАЭ Г-7-009-89 [10] применяются нормативные документы (СТО и ОСТ). В таблице 8.1 приведены марки сварочных материалов согласно ОСТ и СТО.

Таблица 8.1 - Марки сварочных материалов согласно ОСТ и СТО

| № | Отраслевые стандарты или стандарты предприятия | Марки сварочных материалов и документация |
| --- | --- | --- |
| 1 | ОСТ 24.125.02-89 [13] | Сварочная проволока Св-04Х19Н11М3 по ГОСТ 2246; аргон по ГОСТ 10157.  Электроды ЭА-400/10У; ЭА-400/10Т по ОСТ 5.Р.9370-81 [29]  Флюс ОФ-6 по ОСТ 5Р.9206-75 [30]  Сварочная проволока Св-10Х16Н25АМ6 по ГОСТ 2246;  Электроды ЭА-395/9 по ОСТ5.9374-81 [31]; ЦТ-10 по ОСТ 108.948.01-86 [32] |
| 2 | ОСТ 24.125.31-89 [12] | Сварочная проволока Св-08А; Св-08Г2С, Св-08ГС, Св-12ГС по ГОСТ 2246; аргон по ГОСТ 10157; углекислый газ по ГОСТ 8050 (смесь газов Аr+CO2)  Электроды УОНИИ-13/45; УОНИИ-13/45А; УОНИИ-13/55 по ОСТ 5.9224-75 [33]  Флюс АН-348А или ОСЦ-45; АН-22 по ГОСТ 9087;  Флюс ЗИО-Ф2; ФЦ-11 по ОСТ 24.948.02-99 [34] |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *Окончание таблицы 8.1* | | |
| 3 | СТО 79814898 102-2012 [20] | Сварочная проволока Св-04Х19Н11М3 по ГОСТ 2246; аргон по ГОСТ 10157  Электроды ЭА-400/10У; ЭА-400/10Т по ОСТ 5.Р.9370-81 [29]  Сварочная проволока Св-10Х16Н25АМ6 по ГОСТ 2246; Электроды ЭА-395/9 по ОСТ5.9374-81 [31]; ЦТ-10 по ОСТ 108.948.01-86 [32] |
| 4 | СТО 79814898 106-2008 [22] | Сварочная проволока Св-08Г2С, Св-08ГС, по ГОСТ 2246; аргон по ГОСТ 10157; углекислый газ по ГОСТ 8050-85 изм. 1 (смесь газов Аr+CO2)  Электроды УОНИИ-13/45; УОНИИ-13/45А; УОНИИ-13/55 по ОСТ 5.9224-75 [33]; ЦУ-6; ЦУ-7; ЦУ-7А по ОСТ 108.948.01 [32]; ТМУ-21У по ГОСТ 9466 |
| 5 | СТО 79814898110-2012 [21] | Сварочная проволока Св-04Х19Н11М3 по ГОСТ 2246; аргон по ГОСТ 10157.  Электроды ЭА-400/10У; ЭА-400/10Т по ОСТ 5.Р.9370-81 [29] |
| 6 | СТО 79814898106-2008 [22] | Сварочная проволока Св-08Г2С, Св-08ГС, по ГОСТ 2246; аргон по ГОСТ 10157; углекислый газ по ГОСТ 8050 (смесь газов Аr+CO2)  Электроды УОНИИ-13/45; УОНИИ-13/45А; УОНИИ-13/55 по ОСТ 5.9224-75 [33]; ЦУ-6; ЦУ-7; ЦУ-7А по ОСТ 108.948.01 [32]; ТМУ-21У по ГОСТ 9466 |

* 1. В качестве неплавящегося электрода при аргонодуговой сварке допускается применять:
  + прутки лантанированного вольфрама марок ВЛ по ТУ 48-19-27-88 [35] и марки ЭВЛ по ГОСТ 23949 (ТУ 185374-00196150-006-2005 [36]);
  + прутки иттрированного вольфрама марок СВИ-1 по ТУ 48-19-221-83 [37] и ЭВИ-1, ЭВИ-2 по ГОСТ 23949 (ТУ 185374-00196150-006-2005 [36]);
  + прутки торированного вольфрама марки ЭВТ-15 по ГОСТ 23949 (ТУ 185374-00196150-006-2005 [36]) диаметром 1,6-3,0 мм при РАДС и диаметром 2-4 мм при ААДС (при работе с торированным вольфрамом следует исключить повреждения кожного покрова рук и тела о вольфрам).
  1. Для улучшения возбуждения дуги и повышения стабильности её горения рабочий конец вольфрамового электрода затачивается на конус с притуплением рабочего конца, равным:
  + 0,2-0,6 мм – при импульснодуговой сварке без присадки труб диаметром 57 мм и более и при сварке соединений с непрерывной дугой с подачей присадочной проволоки;
  + 0,1-0,3 мм - при сварке непрерывной дугой без присадочной проволоки и при импульснодуговой сварке стыков труб диаметром от 14 мм до 42 мм.
  1. Угол заточки электрода должен составлять:
  + 30-40˚ – при сварке соединений труб диаметром 57 мм и более;
  + 20-30˚ – при сварке соединений труб диаметром менее 57 мм.
  1. В качестве защитного газа при сварке в среде защитных газов неплавящимися и плавящимися электродами применять аргон газообразный высшего и первого сорта по ГОСТ 10157, углекислый газ (двуокись углерода) высшего и первого сорта по ГОСТ 8050, смесь газовую (Аr+СО2). Разрешается применение жидкого аргона и жидкого углекислого газа, поставляемого в изотермических цистернах, с последующей их газификацией при заполнении баллонов или газовых разводок.
  2. Сварочные материалы должны соответствовать требованиям стандартов, технических условий и паспортов и иметь сертификат.
  3. Сварочные материалы следует хранить рассортированными по партиям (определение партии по ГОСТ 9466 на электроды, по ГОСТ 2246 на проволоку, по ГОСТ 9087 на флюс), в условиях, исключающих порчу материала.
  4. Все сварочные материалы, поступающие на предприятие-изготовитель (монтажную организацию) перед выдачей в производство, подлежат контролю согласно требованиям п.6 ПНАЭ Г-7-010-89 [11] (для выполнения сварочных работ, осуществляемых по ПНАЭ Г-7-009-89 [10]). Использование сварочных материалов, не прошедших входной контроль, а также не имеющих сертификатов, не допускается.
  5. На каждой бухте проволоки должна быть прикреплена бирка с указанием марки, диаметра, номера плавки и завода-изготовителя. Бирка на бухте должна сохраняться до момента полного использования проволоки.
  6. На каждой пачке электродов должна быть этикетка с указанием марки и диаметра, типа наплавленного металла, завода-изготовителя, документа на поставку.
  7. На каждом баллоне с газом должна быть этикетка (сертификат) с указанием предприятия-изготовителя, наименования продукта, его сорта, стандарта, даты изготовления, номера баллона.
  8. Этикетки на упаковках электродов и флюсов должны сохраняться до момента их полного использования.
  9. Перед выдачей к месту производства работ, покрытые электроды для ручной дуговой сварки и сварочные флюсы для автоматической сварки под флюсом подлежат прокалке по режимам, установленными стандартами или техническими условиями на сварочные материалы конкретных марок. При отсутствии в стандартах или технических условиях указаний по температуре и выдержке при прокалке перед использованием электродов и флюсов следует руководствоваться указаниями ПНАЭ Г-7-009-89 (таблица 10) [10].
  10. Прокалку флюсов производить в электропечах на противнях из жаростойких сталей. Термопары при прокалке флюса должны располагаться непосредственно в слое прокаливаемого флюса. Допускается контроль режима прокалки осуществлять печными термопарами после их тарировки по термопарам, установленным во флюсе. Высота слоя флюса ОФ-6 при прокалке не должна превышать 100 мм, флюсов ОСЦ-45, АН-348А, ФЦ-11 ⎯ 300 мм, флюса   
      АН-22 ⎯ 200 мм.
  11. Прокаленные электроды и флюсы рекомендуется хранить в сушильных шкафах, при температуре 80±20°С, в закрытых мешках из водонепроницаемой ткани или полиэтиленовой плёнки или в закрытой таре с резиновым уплотнением крышки. Разрешается хранить прокаленные сварочные материалы в кладовых при температуре окружающего воздуха не ниже плюс 15°С и относительной влажности воздуха не более 50% (пункт 2.13 ПНАЭ Г-7-009-89 [10]).
  12. При хранении прокаленных электродов и флюсов в сушильных шкафах или в закрытой таре и водонепроницаемых мешках срок их годности не ограничивается. При хранении прокаленных материалов в кладовых срок годности не должен превышать значений, приведённых в таблице 8.2
  13. При нарушении условий хранения или по истечении сроков хранения, указанных в таблице 8.2 электроды и флюсы подлежат повторной прокалке. Прокалку одних и тех же частей партии сварочных электродов разрешается проводить не более трех раз, а флюса ОФ-6 – не более пяти раз. Для остальных флюсов число прокалок не ограничивается. Прокалка электродов и флюса ОФ-6, проведённая при изготовлении, в зачёт общего числа регламентируемых прокалок не идёт.
  14. Дата и режим каждой (очередной) прокалки и порядковый номер прокалки должен быть зафиксирован в специальном журнале, кроме этого эти же данные фиксируются на этикетке (бирке), устанавливаемой на месте хранения прокаливаемого сварочного материала. Также на этикетке (бирке) должны быть указано: марка материала, номер партии и размеры материала. Форма журнала и этикетки (бирке) разрабатывается и принимается производителем работ.
  15. Транспортировку прокаленных сварочных материалов к месту производства работ осуществляют в закрытой таре или мешках из водонепроницаемого материала (полиэтиленовая плёнка).
  16. Прокаленные электроды и флюс выдаются в количествах, необходимых для работы сварщика (сварочного поста) в течение смены. При выдаче электродов проверяется их марка по этикеткам (биркам), по окраске торцов или цвету покрытия. Аустенитные электроды и проволоку следует контролировать также магнитом на отсутствие среди выдаваемых материалов, материалов для сварки перлитных сталей.
  17. На рабочих местах сварочные материалы следует хранить в сухих, укрытых от осадков местах. Для хранения прокаленных электродов и флюсов рекомендуется устанавливать сушильные шкафы или применять термопеналы.
  18. Проволока (ГОСТ 2246), применяемая для аргонодуговой сварки неплавящимся электродом, механизированной сварки в среде защитных газов плавящимся электродом, перед сваркой должна быть очищена от смазки, следов ржавчины и окалины до чистого металла и обезжирена растворителем (ацетон, уайт-спирит). Зачистку проволоки производить механизированным путём на станке или вручную.
  19. Каждая партия сварочной проволоки и электродов для сварки соединений трубопроводов из коррозионной стали перед выдачей к месту производства работ должна быть проверена на содержание ферритной фазы в наплавленном металле. Содержание ферритной фазы в наплавленном металле должно составлять от 2 до 8%. Каждая плавка сварочной проволоки для сварки под слоем флюса должна быть проверена в сочетании с каждой партией флюса, с которой она будет использоваться при сварке.
  20. Наплавленный металл электродов и проволок каждой партии, предназначенных для сварки соединений трубопроводов из коррозионностойкой стали, к которым предъявляются требования по коррозионной стойкости, должен быть испытан на межкристаллитную коррозию по ГОСТ 6032.

Таблица 8.2 - Рекомендуемый срок годности электродов и флюсов при хранении их в кладовых после прокалки

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование сварочного материала | Марка сварочного материала | Срок годности после прокалки, суток |
| Покрытые электроды | УОНИИ-13/45, УОНИИ-13/45А, ТМУ-21У, УОНИИ-13/55, ЦУ-6,ЦУ-7,ЦУ-7А | 5 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *Окончание таблицы 8.2* | | |
| Наименование сварочного материала | Марка сварочного материала | Срок годности после прокалки, суток |
| Покрытые электроды | ЭА-395/9, ЭА-400/10Т, ЭА-400/10У | 15 |
| Флюсы | АН-348А | 15 |
| ОФ-6 | 3 |
| ОСЦ-45, ФЦ-11, | 15 |

1. **Способы сварки и сварочное оборудование**
2. Способы сварки стыковых и угловых соединений трубопроводов
   1. Согласно ПНАЭ Г-7-009-89 [10] и учитывая монтажные условия для выполнения сварных соединений трубопроводов могут применяться следующие способы сварки:
   * ручная дуговая сварка покрытыми электродами (РДС);
   * ручная аргонодуговая сварка (РАДС);
   * полуавтоматическая (механизированная) сварка плавящимся электродом в смеси газов (Аr+СО2) (ПЗГ);
   * автоматическая аргонодуговая сварка неплавящимся электродом без присадочной проволоки (ААДС);
   * автоматическая аргонодуговая сварка с присадочной проволокой (ААДСпр);
   * автоматическая сварка под слоем флюса (АДСф);
   1. Для выполнения работ по сварке трубопроводов, осуществляемых по ПНАЭ Г-7-009-89 [10], применяются нормативные документы СТО и ОСТы, содержащие указания по способам сварки трубопроводов.
3. Сварочное оборудование
4. Для выполнения сварки следует применять полностью исправные, укомплектованные и налаженные установки, аппаратуру и приспособления, обеспечивающие соблюдение всех требований нормативных документов, ПТД, а также контроль за соблюдением заданных режимов сварки. Контроль режимов сварки разрешается проводить как по показаниям приборов контроля (амперметры, вольтметры, ротаметры), так и по указателям, установленным на оборудовании для автоматической дуговой сварки. При отсутствии в составе сварочного поста для ручной сварки приборов для контроля силы сварочного тока допускается применение переносных приборов контроля для периодического контроля режима сварки.
5. Подключение сварочного оборудования должно производиться к электрическим щитам, соединённым с подстанцией отдельным фидером. Подключение оборудования сварочного поста, особенно оборудования для механизированной и автоматической сварки к электрическим щитам, к которым подключены грузоподъёмные механизмы, механическое и другое оборудование не допускается.
6. Проверка технического состояния сварочного оборудования, соединительных кабелей и шлангов, с чисткой и смазкой механических узлов, и протирка контактов аппаратуры, регулировка люфтов в соединениях и заменой износившихся деталей должна производиться в соответствии с ежегодным графиком технического обслуживания и ремонта сварочного оборудования, утверждённым главным инженером организации.
7. Сварочные источники питания и оборудования поста механизированной (полуавтоматической) и автоматической сварки должно устанавливаться в максимально возможной близости от места производства работ, при этом необходимо исключить повреждение оборудования и обеспечить защищённость от атмосферных осадков. При перерывах в работе сварочное оборудование должно храниться в специально отведённых помещениях или укрытиях (шкафы, строительные будки и пр.).
8. Газовые коммуникации автоматов и горелок для сварки в защитных газах, а также внутренние поверхности сварочных горелок должны не реже одного раза в месяц промываться растворителем с целью очистки от загрязнений.
9. Ручную дуговую сварку (РДС) внутри трубопровода разрешается производить полностью изолированным электрододержателем.
10. За состоянием сварочного оборудования поста должен следить сварщик. Объём ежесменной проверки устанавливается инструкциями по эксплуатации.
11. Применение сварочного оборудования для разных способов сварки указаны в таблице 9.1(для справки)

Таблица 9.1 - Оборудование для разных способов сварки трубопроводов

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Способы сварки | Оборудование для сварки | Источники питания |
| РДС | Электрододержатель, балластные реостаты | Таблицы 9.2; 9.3; 9.4 |
| РАДС | Горелка газовая (таблица 9.5), редукторы-расходомеры, ротаметры | Таблицы 9.2; 9.3; 9.4; 9.6 |
| ПЗГ | Редукторы, таблица 9.7 | Таблицы 9.2, 9.7 |
| ААДС | Таблица 9.8 | Таблица 9.8 |
| ААДСпр | Таблица 9.9 | Таблицы 9.6, 9.9 |
| АДСф | Таблица 9.10 | Таблица 9.2; 9.10 |

1. Для сварки рекомендуется применять однопостовые источники постоянного тока. Для ручной дуговой (РДС) и ручной аргонодуговой (РАДС) допускается использовать однопостовые выпрямители, а также многопостовые выпрямители. Рекомендуемые к применению источники питания для ручной сварки приведены в таблицах 9.2; 9.3; 9.4; 9.6.
2. Технические характеристики газовых горелок для ручной аргонодуговой сварки приведены в таблице 9.5.
3. Балластные реостаты предназначены для многопостовых и однопостовых сварочных выпрямителей постоянного тока и служат для регулировки величин сварочного тока при ручной дуговой сварке покрытым электродом. Применяются балластные реостаты типа РБ-302, МРБ-2М или другие.
4. Технические характеристики оборудования и источники питания для полуавтоматической (механизированной) и автоматической сварки в среде защитных газов приведены в таблицах 9.2; 9.7; 9.8; 9.9 настоящего стандарта.
5. Для контроля и регулирования расхода защитного газа применять редукторы-расходомеры типа АР-10, АР-40, У-30 или другие, аналогичных типов. В случае применения кислородных редукторов, не обеспечивающих показания расхода защитного газа в л/мин, применять для контроля газа ротаметры типа РС-3, РС-3А, РМ или другие, аналогичные по типу. Каждый ротаметр должен быть отградуирован на расход газа, который измеряется (углекислый газ, аргон).
6. Для подогрева и осушения двуокиси углерода (СО2) следует применять подогреватели и осушители заводского производства любой конструкции.
7. Некоторые марки автоматов для автоматической сварки под слоем флюса приведены в таблице 9.10.

Таблица 9.2 - Общие принципиальные данные о сварочных выпрямителях

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Марка сварочных выпрямителей | Назначение | Внешняя  вольтамперная характеристика источника | Наименование схемы выпрямления |
| ВД-201У3  ВД-306У3  ВД-502-2У3  ВД-401У3 | Ручная дуговая сварка штучными электродами  (РДС), ручная аргоно-дуговая сварка (РАДС), автоматическая дуговая сварка под флюсом (АДСф) | Крутопадающая | Трехфазная мостовая схема выпрямления |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *Окончание таблицы 9.2* | | | |
| Марка сварочных выпрямителей | Назначение | Внешняя  вольтамперная характеристика источника | Наименование схемы выпрямления |
| ВДГ-303У3,  ВСЖ-303У3,  ВС-30А, ВС-600М | Полуавтоматическая дуговая сварка плавящим электродом в защитных газах (ПЗГ) | Жесткая |  |
| ВДУ-305У3,  ВДУ-504-1У3,  ВДУ-505У3,  ВДУ-506У3,  ВДУ-601У3 | Ручная дуговая сварка штучными электродами  (РДС), автоматическая дуговая сварка под флюсом (АДСф) | Крутопадающая | Двойная трехфазная система с уравнительным реактором |
| ВДУ-305У3,  ВДУ-504-1У3,  ВДУ-505У3,  ВДУ-506У3,  ВДУ-5000У3 | Полуавтоматическая дуговая сварка плавящим электродом в защитных газах (ПЗГ) | Жесткая |
| ВДУ-1201У3 | Автоматическая дуговая сварка под флюсом (АДСф) | Крутопадающая | Шестифазная кольцевая система выпрямления |
| ВДГ-601У3,  ВДМ-1001У3,  ВДМ-1601У3 | Многопостовая ручная дуговая сварка штучными электродами,  ручная аргоно-дуговая сварка (РАДС), | Жесткая |

Таблица 9.3 - Техническая характеристика сварочных выпрямителей однопостовых

| Наименование | С крутопадающей внешней характеристикой | | | | С жесткой внешней характеристикой | | | | | С универсальной внешней характеристикой | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ВД-201У3 | ВД-306У3 | ВД-401У3 | ВД-502-2У3 | ВДГ-303У3 | ВСЖ-303У3 | ВС-300А | ВС-600М | ВДГ-601У3 | ВДУ-350У3 | ВДУ-1У3 | ВДУ-505У3 | ВДУ-506У3 | ВДУ-601У3 | ВДУ-1201У3 |
| Номинальный сварочный ток, А | 200 | 315 | 400 | 500 | 315 | 315 | 315 | 630 | 630 | 315 | 500 | 500 | 500 | 630 | 1250 |
| Продолжительность нагрузки, ПН% | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 100 |
| Напряжение холостого хода, не более, В | 70 | 70 | 80 | 80 | 40 | 34 | 34 | 50 | 90 | 70 | 80 | 80 | 80 | 90 | 85 |
| Пределы регулирования сварочного тока, А | 30-200 | 45-315 | 50-450 | 50-500 | 50-315 | 50-315 | 50-315 | 100-630 | 100-700 | 50-315 | 100-500 | 60-500 | 60-500 | 65-630 | 300-1250 |
| 20-315 | 60-500 | 50-500 | 50-500 | 50-630 | 200-1250 |
| Пределы регулирования сварочного напряжения | \_ | \_ | \_ | \_ | 16-40 | 16-34 | 16-34 | 20-50 | 18-66 | 16-38 | 18-50 | 18-50 | 18-50 | 18-56 | 24-56 |
| 21-33 | 22-46 | 22-46 | 22-46 | 22-52 | 25-56 |
| Первичная мощность, не более, кВА | 15 | 21 | 28 | 42 | 21 | 20 | 16 | 35 | 69 | 23 | 40 | 40 | 40 | 60 | 118 |
| КПД, не менее, % | 60 | 72 | 69 | 78 | 76 | 76 | 76 | 83 | 82 | 70 | 82 | 82 | 79 | 75 | 83,5 |

| Наименование | С крутопадающей внешней характеристикой | | | | | С жесткой внешней характеристикой | | | | | С универсальной внешней характеристикой | | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ВД-201У3 | ВД-306У3 | ВД-401У3 | ВД-502-2У3 | | ВДГ-303У3 | ВСЖ-303У3 | ВС-300А | ВС-600М | ВДГ-601У3 | ВДУ-350У3 | | ВДУ-1У3 | ВДУ-505У3 | ВДУ-506У3 | ВДУ-601У3 | ВДУ-1201У3 |
| Габаритные размеры, мм:  длина  ширина  высота | 716  622  775 | 785  780  795 | 772  770  785 | 810  560  1062 | 723  593  938 | | 600  650  900 | 650  600  900 | 1000  700  1400 | 900  1140  920 | | 975  634  760 | 1085  808  1026 | 790  670  880 | 820  620  1100 | 860  690  1100 | 1350  850  1250 |
| Масса, не более, кг | 120 | 164 | 200 | 330 | 220 | | 200 | 180 | 550 | 550 | | 230 | 370 | 300 | 300 | 320 | 730 |
| Примечание - Для сварочных выпрямителей с универсальной внешней характеристикой: в числителе - сведения для варианта с жесткой внешней характеристикой, в знаменателе – сведения для варианта с крутопадающей внешней характеристикой. | | | | | | | | | | | | | | | | | |

*Окончание таблицы 9.3*

Таблица 9.4 - Техническая характеристика многопостовых сварочных выпрямителей

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование | Марка выпрямителя | | | |
| ВДМ-1001У3 | ВДМ-1601У3 | ВМГ-5000У3 | ВДУМ-501У1 |
| Номинальный сварочный ток, А | 1000 | 1600 | 5000 | 7500 |
| Продолжительность нагрузки, ПН, % | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Номинальное рабочее напряжение, В | 60 | 60 | 30-60 | 75 |
| Напряжение холостого хода, В | 70 | 70 | 80 | 100 |
| Первичная мощность, кВ∙А | 74 | 120 | 317 | 660 |
| КПД, не более, % | 90 | 90 | 92 | 92 |
| Масса, не более, кг | 420 | 770 | 2490 | 8500 |
| Габаритные размеры, мм  длина  ширина  высота | 1100  700  900 | 1050  850  1650 | 1500  1150  1685 | 5150  2200  2450 |
| Число постов сварки | 7 | 9 | 30 | 150/200 |
| Номинальный сварочный ток одного поста при ПН=60 %, А | 315 | 315 | 315 | 160/90 |

Таблица 9.5 - Горелки для ручной аргонодуговой сварки и их технические характеристики

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип, марка оборудования \* | МГ-3А | МГ-1М | МАГ-3 | АГМ-2 | АРЮ-2М | АГМ-103У2 | АГМ-204У2 | ГД-2 | АДГ-IУ3 |
| Номинальный сварочный ток при ПН=60%, А | 300 | 300 | 120 | 130 | 160 | 100 | 160 | 180 | 160 |
| Диаметр вольфрамового электрода, мм | 1,6 – 3,0 | 2 - 3 | 1,6 – 2,5 | 3 | 2 - 3 | 2,5 – 3,0 | 2,5 – 3,0 | 2 - 3 | 2 - 3 |
| Расход аргона, л/м. | 6 -12 | 6 -12 | 5 - 7 | 4 - 5 | 5 - 7 | 0,36 – 0,48 | 0,36 – 0,48 | Аr: 3-5  CО2: 4-7 | Аr: 6-10  CО2: 4-12 |
| Габариты, мм | 258x60x  110 | 252x108x  44 | 42x19x220 | 32x26x220 | 55x47x185 | 189x26x58 | 197x30x72 | 240x36x  80 | 200x32x52 |
| Масса без  шланга, кг | 0,54 | 0,5 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,16 | 0,175 | 0,3 | 0,6 |
| Примечание\* - Охлаждение всех типов горелок естественное. | | | | | | | | | |

Таблица 9.6 - Техническая характеристика источников питания для ручной и автоматической аргонодуговой сварки неплавящимся электродом с присадочной проволокой и без присадочной проволоки

| Наименование | Марка источника питания | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УДГУ-301У3 | УПС-301УЗЛ4 | УДГ-201УХЛ4 | УДГ-350УХЛ4 | ТИР-300ДМ1 |
| Род сварочного тока | Постоянный Переменный | Постоянный | Постоянный | Постоянный | Постоянный |
| Номинальный сварочный ток, А | 315 | 315 | 200 | 315 | 315 |
| Продолжительность нагрузки, ПН, % | 60 | 60 | 40 | 60 | 60 |
| Напряжение холостого хода, В | 65/72 | 68 | 60-75 | 80 | 70 |
| Рабочее напряжение, В | 12/16 | 40 | 12 | 12 | 12 |
| Род и величина напряжения питающей сети, В | Переменный трехфазный 380 | Переменный трехфазный 380 | Постоянный 60-76 | Переменный трехфазный 380 | Переменный трехфазный 380 |
| Пределы регулирования тока, А | 20 – 100 90 - 315 | 4 – 25 25 - 315 | 10 - 315 | 10 - 315 | 25 - 315 |
| Время действия тока импульса, с | 0,02 | 0,1 - 10 | 0,1 - 10 | 0,1 - 10 | 0,3 - 3,0 |
| Время действия тока паузы, с | 0,02 | 0,1 - 10 | 0,1 - 10 | 0,1 - 10 | 0,3 - 3,0 |
| Габаритные размеры, мм  Длина ширина высота | 900 1100 900 | 900 1100 1100 | 300 500 400 | 600 350 400 | 1230 620 1000 |
| Масса, не более, кг | 420 | 340 | 40 | 45 | 410 |

*Окончание таблицы 9.6*

| Наименование | Марка источника питания | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УДГУ-301У3 | УПС-301УЗЛ4 | УДГ-201УХЛ4 | УДГ-350УХЛ4 | ТИР-300ДМ1 |
| Способ возбуждения дуги | Высокочастотный разряд | Касанием электрода изделия | Касанием электрода изделия | Касанием электрода изделия | Высокочастотный разряд |
| Способ гашения дуги | Плавное автоматическое снижение сварочного тока в течение заданного регулируемого времени | | | | |

Таблица 9.7 - Техническая характеристика полуавтоматов для дуговой сварки плавящимся электродом в среде защитных газов

| Наименование | Марка полуавтомата | | | | | | | | | | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ПДГ-305У3 | ПДГ-307У3 | ПДГ-308У3 | ПДГ-312У3 | ПДГ-502У3 | ПДГ-503У3 | ПДГ-515У3 | ПДГ-516У3 | ПДГ-601У3 | ПДГ-508У3 | А-1197А | А-1230М | А-547У | А-825М | А-765У3 |
| Номинальный сварочный ток, А | 315 | 315 | 315 | 315 | 500 | 500 | 500 | 500 | 630 | 500 | 630 | 315 | 315 | 315 | 500 |
| Продолжительность включения, ПВ, % | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 |
| Пределы регулирования сварочного тока, А | 50 -315 | 50 -315 | 50 -315 | 50 -315 | 100 -500 | 100 -500 | 60 -500 | 60 -500 | 100 -700 | 100 -500 | 100 -700 | 50 -315 | 50 -315 | 50 -315 | 60 -500 |
| Пределы регулировочного рабочего напряжения, В | 16 - 40 | 16 - 40 | 16 - 40 | 16 - 40 | 18 - 50 | 18 - 50 | 18 - 50 | 18 - 50 | 18 - 66 | 18 - 50 | 18 - 66 | 16 - 40 | 16 - 34 | 16 - 34 | 16 - 40 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Окончание таблицы 9.7* | | | | | | | | | | | | | | | |
| Диаметр электродной сплошной проволоки, мм | 0,8 – 1,4 | 0,8 – 1,4 | 1,2 – 1,6 | 1,0 – 1,4 | 1,2 – 2,0 | 1,2 – 2,0 | 1,2 – 2,0 | 1,2 – 2,0  (2,0 – 3,0) | 1,2 –  2,5 | 1,2 –  2,0 | 1,2 –  2,0  (2,0 – 3,0) | 0,8 – 1,4 | 0,8 – 1,4 | 1,0 – 1,4 | 1,6 – 3,5 |
| Скорость подачи электродной проволоки, м/ч | 120 - 1200 | 120 - 1200 | 120 - 1200 | 120 - 960 | 120 - 1200 | 120 - 1200 | 120 - 960 | 120 - 960 | 120 - 1200 | 105 - 738 | 120 - 960 | 140 - 670 | 160 - 650 | 140 - 650 | 72 - 720 |
| Масса подающего устройства (без кассеты с проволокой), кг | 12,5 | 12,5 | 12,5 | 12,0 | 13,0 | 13,0 | 12,0 | 18,0 | 27,6 | 24,0 | 18,0 | 12,0 | 6,2 | 14,0 | 30 |
| Расход охлаждающей воды, л/ч | - | - | - | - | 100 | 100 | - | - | - | - | 100 | - | - | - | - |
| Расход защитного газа, л/ч | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 | 1000 | 1000 | 1000 | 1200 |
| Марка источника сварочного тока | ВДГ-303У3 | ВДГ-303У3 | ВДГ-303У3 | ВДГ-303У3 | ВДУ-504-1У3 | ВДУ-504-1У3 | ВДУ-506У3 | ВДУ-505У3 | ВДГ-601У3 | ВДУ-504-1У3 | ВДГ-601У3 | ВДГ-303У3 | ВС-303А | ВСЖ-303У3 | ПСГ-500-1У3 |
| Первичная мощность, кВ∙*А* | 21 | 21 | 21 | 21 | 40 | 40 | 40 | 40 | 60 | 40 | 60 | 21 | 16 | 20 | 31 |
| Масса источника сварочного тока, кг | 220 | 220 | 220 | 220 | 370 | 370 | 300 | 300 | 550 | 370 | 550 | 220 | 180 | 200 | 500 |
| КПД источника сварочного тока, % | 76 | 76 | 76 | 76 | 82 | 82 | 79 | 82 | 82 | 82 | 82 | 76 | 75 | 76 | 64 |

| Таблица 9.8 - Автоматы для сварки неповоротных стыков труб без присадочной проволоки | | | | | | | | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип, марка оборудования | 1 | ОДА-1СИ | ОДА-2СИ | ОДА-3СИ | ШАГ 57-76ГМУ3 | ШАГ 89-108ГМУ3 | ШАГ 120-ГУ3 | ГСМ  38-57 | ГСМ 76 | ГСМ  89-108 | ГСМ 120-133 | ГСМ 152-160 |
| Номинальный сварочный ток при ПН=60%, А | 2 | 100 | 160 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 |
| Диаметр свариваемых труб, мм | 3 | 8 - 26 | 20 - 42 | 42 - 75 | 57 - 76 | 89 - 108 | 120 - 160 | 38 - 57 | 7 - 6 | 89 - 108 | 120 - 133 | 152 - 160 |
| Диаметр вольфрамового электрода, мм | 4 | 2 - 3 | - | 2 - 4 | - | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Скорость сварки, м/ч | 5 | 1 - 8 | 1,5-12,5 | 6 - 30 | - | - | - | 0,9 - 9,0 | 1,1 – 11,0 | 1,35 – 13,5 | 1,45 -14,5 | 1,55 – 15.5 |
| Радиус вращающихся частей, мм | 6 | 40 | 55 | 90 | 95 | 141 | 165 | 90 | 100 | 120 | 130 | 147 |
| Установочная длина, мм | 7 | 63 | 90 | 100 | 98 | 104 | 104 | 90 | 100 | 100 | 125 | 132 |
| Габариты сварочной головки, мм | 8 | 80x81x  235 | 100x180x  245 | 190x180x  385 | 180x158x288 | 262x183x373 | 413x310x183 | 235х170207 | 235х194х230 | 235х228х260 | 235х250х290 | 235х285х224 |
| Масса сварочной головки, кг | 9 | 3,5 | 5,7 | 12,0 | 6,0 | 8,7 | 9,3 | 4,0 | 4,75 | 5,32 | 6,3 | 7.0 |
| Тип источника питания | 10 | ТИР- 300ДМП | | | ПД-502У2 | - | - | ТИР-300ДМI | | | | |
| Тип аппаратуры управления | 11 | СА-198 | | | ШАГ-ЗМУ3 | - | - | АСМ-IПУ3 | | | | |

Таблица 9.9 - Автоматы для сварки неповоротных стыков труб с присадочной проволокой

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип, марка оборудования | 1 | ГДТ-76 | ГДТ-108 | ГДТ-133 | | ГДТ-160 | АДГ-30IУХЛ4 |
| Номинальный сварочный ток при ПН=60%, А | 2 | 160 | 160 | 160 | | 160 | - |
| Диаметр свариваемых труб, мм | 3 | 57 - 76 | 89 - 108 | 120 - 133 | | 152 - 160 | 219,245, 273, 325,351, 377, 426, 465, 530 |
| Диаметр вольфрамового электрода, мм | 4 | 2 - 3 | 2 - 3 | 2 - 3 | | 2 - 3 | - |
| Диаметр присадочной проволоки, мм | 5 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | | 1,2 | 1,2  1,6  2,0 |
| Скорость сварки, м/ч | 6 | 2 - 20 | 2 - 20 | 2 - 20 | | 2 - 20 | 1 - 10 |
| Скорость подачи проволоки, м/ч | 7 | 3 - 30 | 3 - 30 | 3 - 30 | | 3 - 30 | 5 - 50 |
| Амплитуда колебаний электрода, мм | 8 | 0 - 6 | 0 - 6 | 0 - 6 | | 0 - 6 | 0 - 12 |
| Частота колебаний электрода, кол./мин | 9 | 0 - 60 | 0 - 60 | 0 - 60 | | 0 - 60 | - |
| Радиус вращающихся частей, мм | 10 | 95 | 140 | 150 | | 165 | R (радиус трубы)  +300 |
| Установочная длина, мм | 11 | 100 | 100 | 100 | | 100 | 400 |
| Габариты сварочной головки, мм | 12 | 380х250х150 | 450х345  х150 | 470х370  х150 | | 500х390х  150 | 500x500x250 |
| Масса сварочной головки, кг | 13 | 16,1 | 16,1 | 17,1 | | 17,9 | 30,0 |
| Тип источника питания | 14 | УДГ-201У3 | УДГ-201У3 | | УДГ-201У3 | УДГ-201У3 | УПС-301УХЛ4 |
| Тип аппаратуры управления | 15 | АДГ-201УХЛ4 | АДГ-201УХЛ4 | | АДГ-201УХЛ4 | АДГ-201УХЛ4 | АУК-03 |

Таблица 9.10 - Техническая характеристика автоматов для дуговой сварки под флюсом плавящимся электродом

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование | Марка автомата | | | | | | |
| АДФ-1202У3 | | АД-2001УХЛ4 | А-1415УХЛ4 | | А-1412У3Л4 | ГДФ-1001У3 |
| Исполнение | Трактор | | Трактор | Самоходная головка | | Самоходная головка | Подвесная головка |
| Номинальный сварочный ток, А | 1250 | | 2000 | 1250 | | 2000 | 1250 |
| Диаметр электродной проволоки, мм | 2 - 6 | | 2 - 5 | 2 - 5 | | 2 - 5 | 3 - 5 |
| Скорость подачи электродной проволоки, м/ч | 60 - 360 | | 60 - 360 | 17 - 558 | | 17 - 558 | 55 - 558 |
| Скорость сварки, м/ч | 12 - 120 | | 12 - 120 | 12 - 120 | | 24 - 240 | - |
| Продолжительность включения, ПВ, % | 100 | | 100 | 100 | | 100 | 100 |
| Марка источника питания сварочного тока | ВДУ-1201У3 | | ВДФ-2001У3 | ВДУ-1201У3 | | ГДФК-2002У3 | ВДУ-1201У3 |
| Пределы регулирования сварочного тока, А | 200 - 1250 | | 500 - 2000 | 200 - 1250 | | 600 - 2200 | 20 - 1250 |
| Пределы регулирования рабочего напряжения, В | 26 - 56 | | 30 - 56 | 25 - 56 | | 32 - 76 | 26 -57 |
| Первичная мощность, кВ∙А | 118 | | 230 | 118 | | 240 | 118 |
| КПД источника сварочного тока, % | 83,5 | | 84 | 83,5 | | 88 | 83,5 |
| Габаритные размеры автомата, мм Длина ширина высота | 1100 450 770 | | 1200 990 1870 | 1860 860 960 | | 1820 890 1388 | 1845 1050 1680 |
| Масса автомата, кг | 65 | | 420 | 325 | | 405 | 298 |
| Род сварочного тока | Постоянный | Постоянный | | Постоянный | Постоянный | | Постоянный |

1. **Подготовка кромок труб, деталей и арматуры**
   1. Все трубы, детали, сборочные единицы и арматура перед началом выполнения производственных операций по изготовлению, укрупнению в монтажные блоки и монтажу трубопроводов подлежат входному контролю качества в объёме, устанавливаемыми техническими условиями на изделие. Оценка качества материалов производится в соответствии с требованиями стандартов и технических условий на конкретные полуфабрикаты и заготовки.
   2. Обязательному контролю подлежат состояния поверхностей и кромок (на отсутствие повреждений, вызванных транспортировкой и неправильным хранением, забоины, вмятины, следы коррозии на изделиях из сталей перлитного класса и пр.).
   3. Формы и конструктивные размеры кромок на концах элементов трубопроводов определяются в зависимости от способа сварки соединения, материала и типоразмера труб и должны соответствовать приведённым в рабочей документации или в таблицах 10.1-10.21.
   4. Шероховатость поверхности подготовленных под сварку кромок должна быть не более Rz80 (пункт 12.9 ПНАЭ Г-7-009-89 [10]).
   5. Подготовка кромок и поверхностей деталей под сварку должна выполняться механической обработкой.
   6. Резку заготовок, обрезку монтажных припусков на трубах, подготовку кромок, расточку труб (деталей) по внутреннему диаметру производить на токарных станках любой конструкции, обеспечивающих закрепление трубы или детали и обработку кромок в соответствии с требованиями рабочего чертежа на труборезных и фаскорезных переносных станках типа МР-94, МР-96, ПТМ32-60, ПТМ-76-108, СРКТ 57-76, СРКТ 76-108, 2Т 219-299 и других, такого типа.
   7. Подготовка кромок деталей из углеродистых и кремнемарганцовистых сталей перлитного класса допускается выполнять кислородной, воздушно-дуговой или плазменно-дуговой резкой с последующей механической обработкой до удаления следов резки.
   8. Подготовку кромок деталей из стали аустенитного класса допускается выполнять плазменно-дуговой или кислородно-флюсовой резкой с последующим удалением механической обработкой слоя металла толщиной не менее 1 мм.
   9. При подготовке труб одного номинального диаметра с одинаковой номинальной толщиной стенки под стыковые сварные соединения с односторонней разделкой кромок, при необходимости, следует выполнять калибровку (расточку или раздачу) концов труб на заданный внутренний диаметр.
   10. Для обеспечения минимальной величины смещения кромок, свариваемых между собой элементов, с внутренней стороны соединения требуется:
   * производить подбор труб по внутреннему диаметру и толщине стенки;
   * выполнять цилиндрическую расточку труб по внутреннему диаметру;
   * выполнять цилиндрическую калибровку (раздачу) труб по внутреннему диаметру.
   1. Калибровка (раздача) концов труб разрешается при толщине стенки до 5 мм включительно.
   2. При толщине стенки от 6 мм и более выполняется цилиндрическая расточка по внутреннему диаметру труб высокого давления из сталей перлитного класса. При толщине стенки от 4 мм и более выполняется цилиндрическая расточка по внутреннему диаметру труб высокого из сталей аустенитного класса.
   3. Диаметры расточки или калибровки концов труб должны соответствовать приведённым в таблицах 10.2-10.8.
   4. Длина (L) цилиндрической части расточки и калибровки концов труб, патрубков оборудования и деталей трубопроводов должны быть не меньше величин, указанных в таблицах 10.2-10.8, при этом длина расточки или раздачи концов труб указывается для выполнения сварных соединений, не подлежащих ультразвуковому контролю. При подготовке труб (патрубков) для выполнения сварных соединений, подлежащих ультразвуковому контролю, длина (L) устанавливается чертежами и/или ПТД в соответствии с указаниями нормативно-технической документации на ультразвуковой контроль.
   5. В тех случаях, когда разность внутренних диаметров труб позволяет обеспечить сборку соединения с допустимым смещением кромок (ПНАЭ Г-7-010-89 (пункт 11.2.6.2) [11]) калибровку труб по внутреннему диаметру разрешается не выполнять.
   6. Калибровку концов труб по внутреннему диаметру выполнять на стационарных или переносных станках любой конструкции, обеспечивающих заданное качество обработки труб (деталей) по внутреннему диаметру. При отсутствии станков калибровки (раздачи) разрешается выполнять переносными калибровочными оправками.
   7. В стыковых соединениях деталей с различной номинальной толщиной стенки должно выполняться требование по обеспечению плавного перехода от одной детали к другой путём постепенного утонения кромки более толстой детали. Для этого производят проточку более толстой детали под углом не более 15°. Настоящее требование не распространяется:
   * на стыковые соединения литых деталей с трубами и поковками;
   * на стыковые соединения с коваными и штампованными деталями.
   1. Кромки литых деталей, подлежащих сварке, должны быть предварительно проконтролированы визуальным и радиографическим методами контроля заводом-изготовителем на этапе изготовления. Перед монтажом трубопровода монтажной организацией проверяются результаты контроля, выполненного заводом-изготовителем, в случае сомнения в результатах выполняется повторный контроль кромок радиографическим методом. При обнаружении дефектов их ремонт выполняет завод-изготовитель.
   2. Подготовленные под сварку кромки и прилегающие к ним участки деталей должны быть очищены от окалины, ржавчины, краски, масла и других поверхностных загрязнений. При подготовке под дуговую сварку ширина указанных участков должна быть не менее 20 мм.
   3. Подготовленные под сварку кромки труб и деталей подлежат перед сборкой визуальному и измерительному контролю. При этом контролируется:
   * соответствие формы обработки и размеров кромок ПТД;
   * качество обработки и чистоты поверхности кромок и прилегающих к ним поверхностей труб;
   * соответствие диаметра расточки Dр с требованиями ПТД;
   * отклонение от перпендикулярности торца трубы (δ\*\*) (рисунок 11.2);
   1. Контроль качества подготовки кромок под сварку и фиксация результатов контроля выполняются в соответствии с требованиями   
      ПНАЭ Г-7-010-89 [11].

Таблица 10.1 - Способ сварки соединения, тип шва и основные свариваемые материалы

| № | Отраслевые стандарты или стандарты предприятия (СТО) | Толщина стенки, мм | Свариваемые материалы  (марка стали или класс стали) | Обозначение способов сварки, применяемых на площадках укрупнения и монтаже, с учётом типа шва (конструктивные элементы подготовки кромок) | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | ОСТ 24.125.02-89 [13] | от 2 до 3,5 | 08Х18Н10Т с  08Х18Н10Т | С-23 | РАДС; ААДСпр |
| 08Х18Н10Т с  20, 15ГС,16ГС |
| От 4 до 30 | 08Х18Н10Т с  08Х18Н10Т | С-42 | РАДС; РАДС +РДС; РАДС+ПЗГ; ААДСпр |
| От 4 до 10 | 08Х18Н10Т с  20, 15ГС,16ГС | РАДС; РАДС +РДС |
| От 2 до 5 | 08Х18Н10Т с  08Х18Н10Т | С-39 | ААДС; ААДСпр |
| 2 | ОСТ 24.125.31-89 [12] | 2 | 20,20К + 20,20К, 15ГС, 16ГС | С-22 | РАДС; ААДСпр |
| 15ГС,16ГС +15ГС,16ГС |
| От 3 до 6 | 20,20К + 20,20К, 15ГС, 16ГС | С-23 | РАДС; ААДСпр |
| 15ГС,16ГС +15ГС,16ГС |
| Свыше 6 до 30 вкл. | 20,20К + 20,20К, 15ГС, 16ГС | С-25 | РАДС; РАДС +РДС; РАДС+ПЗГ; ААДСпр |
| 15ГС,16ГС +15ГС,16ГС |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Продолжение таблицы 10.1* | | | | | |
| 3 | СТО 79814898 102-2012 [20]  (для стыковых сварных соединений) | От 2 до 3  (наружный диаметр от 14 до 57) | 08Х18Н10Т с  08Х18Н10Т; 08Х18Н10Т с 12Х18Н10Т | 1-23 (С-23) | РАДС; ААДСпр |
|  |  | От 4,5 до 12 (наружный диаметр от 76 до 325) | 08Х18Н10Т с  08Х18Н10Т; 08Х18Н10Т с 12Х18Н10Т | 1-25-1 (С-42) | РАДС; РАДС+РДС; РАДС+ПЗГ; ААДСпр |
|  |  | От 2 до 6 (наружный диаметр от 14 до 159) | 08Х18Н10Т с  08Х18Н10Т; 08Х18Н10Т с 12Х18Н10Т | 1-21-2 (С-39) | ААДС; ААДСпр |
|  |  | От 6 до 12 (наружный диаметр от 377 до 630) | 08Х18Н10Т с  08Х18Н10Т; 08Х18Н10Т с 12Х18Н10Т | 1-24-1 (С-24-1) | РАДС; РАДС +РДС; РАДС+ПЗГ; ААДСпр |
|  |  | 10 (наружный диаметр от 720 до 1220) | 08Х18Н10Т с  08Х18Н10Т; 08Х18Н10Т с 12Х18Н10Т | 1-16 (С-17) | РДС; ПЗГ; ААДСпр |
|  |  | От 2 до 3 | 08Х18Н10Т с 20,20К. | 1-23 (С-23) | РАДС |
|  |  | От 4,5 до 12 | 08Х18Н10Т с 20,20К | 1-25-1 (С-42) | РАДС; РАДС+РДС |
|  |  | От 6 до 12 | 08Х18Н10Т с 20,20К | 1-24-1 (С-24-1) | РАДС; РАДС+РДС |
|  |  | 10 | 08Х18Н10Т с 20,20К | 1-16 (С-17) | РАДС; РАДС+РДС |
|  | СТО 79814898 102-2012 [20]  (для угловых сварных соединений)\* | От 2,5 до 12 /от 3 до 5,5  (наружный диаметр от 18 до 1220 /от 12 до 57) | 08Х18Н10Т с  08Х18Н10Т; 08Х18Н10Т с 12Х18Н10Т | 2-04 (У-4) | РАДС; РАДС + РДС |
|  |  | От 3 до 12 /от 2 до 8  (наружный диаметр от 57 до 1220 /от 14 до 530) | 08Х18Н10Т с  08Х18Н10Т; 08Х18Н10Т с 12Х18Н10Т | 2-03 (У-3) | РАДС; РДС; РАДС + РДС |
| *Продолжение таблицы 10.1* | | | | | |
|  |  | От 6 до 12 (наружный диаметр от 219 до 1220 /от 219 до 1220) | 08Х18Н10Т с  08Х18Н10Т; 08Х18Н10Т с 12Х18Н10Т | 2-06 (У-19) | РАДС+РДС; РАДС +ПЗГ; РАДС |
| 4 | СТО 79814898 106-2008 [22] | От 2 до 5  (наружный диаметр от 14 до 159) | перлитный | 1-23 (С-23) | РАДС; ААДСпр |
|  |  | От 7 до 12 (наружный диаметр от 219 до 630) | Перлитный | 1-24-1 (С-24-1) | РАДС; РАДС +РДС; РАДС+ПЗГ; ААДСпр |
|  |  | От 8 до 14 (наружный диаметр от 720 до 1620) | Перлитный | 1-16 (С-17) | РДС; ПЗГ; ААДСпр |
|  |  | От 7 до 9 (наружный диаметр от 219 до 426) | Перлитный | 1-25 (С-25) | РАДС; РАДС+РДС; РАДС+ПЗГ;  ААДСпр |
|  |  | От 2 до 6 (наружный диаметр от 14 до 159) | Перлитный | 1-21-2 (С-39) | ААДС; ААДСпр |
| 5 | СТО 79814898110-2009 [21] | От 2 до 3 (наружный диаметр от 10 до 38) | Аустенитный | 1-22 (С-22); | РАДС; ААДСпр |
|  |  | От 3 до 6  (наружный диаметр 25; 57) | Аустенитный | 1-23 (С-23) | РАДС; ААДСпр |
|  |  | От 4 до 40 (наружный диаметр от 76 до 325) | Аустенитный | 1-25-1 (С-42) | РАДС; РАДС +РДС; РАДС+ПЗГ; ААДСпр |
|  |  | От 4 до 16(наружный диаметр от 377 до 630) | Аустенитный | 1-24-1 (С-24-1) | РАДС; РАДС +РДС; РАДС+ПЗГ; ААДСпр |
| *Продолжение таблицы 10.1* | | | | | |
|  |  | От 5 до 30 (наружный диаметр от 720 до 1220) | Аустенитный | 1-16 (С-17) | РДС; ПЗГ; ААДСпр |
| 6 | СТО 79814898106-2008 [22] | От 2 до 3 (наружный диаметр от 14 до 38) | Перлитный | 1-22 (С-22); | РАДС; ААДСпр |
|  |  | От 3 до 6 (наружный диаметр от 57 до 159) | Перлитный | 1-23 (С-23) | РАДС; ААДСпр |
|  |  | От 4 до 16 (наружный диаметр от 219 до 630) | Перлитный | 1-24-1 (С-24-1) | РАДС; РАДС +РДС; РАДС+ПЗГ; ААДСпр |
|  |  | От 5 до 30 (наружный диаметр от 720 до 1620) | Перлитный | 1-16 (С-17) | РДС; ПЗГ; ААДСпр |
| 7 | ОСТ 24.125.11-89 [17] | От 4,5 до 7  (условный диаметр Dy от 10 до 32) | Аустенитный | Исполнение  01-05 | РАДС; РДС |
| 8 | ОСТ 24.125.12-89 [18] | От 5 до 16  (условный диаметр Dy от 50 до 125) | Аустенитный | Исполнение  01-17 | РАДС; РДС; РАДС +РДС |
| 9 | СТО 79814898 123-2009 [24] | От 2 до 5  (условный диаметр Dy от 10 до 100) | Аустенитный | Исполнение  01-14 | РАДС; РДС; РАДС +РДС |
| 10 | ОСТ 24.125.22-89 [19] | От 3 до 12  (М20х1,5- М33х2) | Аустенитный | Исполнение  01-10 | РАДС; РДС; РАДС +РДС |
| 11 | СТО 79814898 123-2009 [24] | От 2 до 5  (условный диаметр Dy от 14 до 108) | Аустенитный | Исполнение  01-14 | РАДС; РДС; РАДС +РДС |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Окончание таблицы 10.1* | | | | | |
| 12 | ОСТ 24.125.41-89 [14] | От 3,5 до 6,7  (условный диаметр Dy от 10 до 32) | Перлитный | Исполнение  01-04 | РАДС; РДС; РАДС +РДС |
| 13 | ОСТ 24.125.43-89 [15] | От 6 до 28  (внутренний диаметр Dн2 от 62 до 168) | Перлитный | Исполнение  01-50 | РАДС; РДС; РАДС +РДС |
| 14 | СТО СРО-П 60542948 00018–2013 [26] | От 3,5 до 5,5  (условный диаметр Dн1от 14 до 76) | Перлитный | Исполнение  001-007 | РАДС; РДС; РАДС +РДС |
| 15 | ОСТ 24.125.57-89 [16] | От 3 до 20  (М20х1,5- М39х2) | Перлитный | Исполнение  01-08 | РАДС; РДС; РАДС +РДС |

Таблица 10.2 - Подготовка кромок трубопроводов под сварку. Размеры сварного шва

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип соединения по  ОСТ 24.125.02-89 [13]  (ПНАЭ Г-7-009-89) 1) | Типоразмер  стыкуемых труб  Dн х S, мм | Конструктивные элементы по ОСТ 24.125.02-89 [13]. Рраб˃22кгс/см2 | | | | | | | | | |
| Диаметр расточки  dр, мм | | Толщина стенки в месте расточки  Sк не менее, мм | Подготовленных кромок стыкуемых деталей | Сварного шва | Размеры шва, мм | | | | |
| b,  не менее | h |  |  | |
| не более | | |
|  | поворот стык | не повор. стык |
| С-23  (1-23) | 14х2,0 | 10 | - | |  |  | 5 |  | 1,5 | 0,4 | 0,6 |
| 18х2,5 | 13 | - | | 5 |
| 25х3,0 | 19 | - | | 7 | 2,0 | 0,6 | 0,9 |
| 32х3,5 | 25 | - | | 8 |  |
| 38х3,5 | 31 | - | | 8 |
| Примечания   1. Допускается выполнять конструктивные элементы сварного шва по ПНАЭ Г-7-009-89 [10]. 2. Выпуклость корня шва с внутренней стороны. 3. Вогнутость корня шва с внутренней стороны. 4. При сварке корня шва с присадочной проволокой допускается зазор 1,5 ± 0,5. 5. При соединении деталей трубопроводов из разнородных сталей форма подготовки кромок и толщина стенки S из сталей перлитного класса устанавливается по соответсвующим размерам стыкуемой детали из сталей аустенотного класса. | | | | | | | | | | | |

*Продолжение таблицы 10.2*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип соединения по  ОСТ 24.125.02-89  (ПНАЭ Г-7-009-89 [10]) | Типоразмер  стыкуемых труб  Dн х S, мм | Конструктивные элементы по ОСТ 24.125.02-89. Рраб˃22кгс/см2 | | | | | | | | |
| Диаметр расточки  dр, мм | Толщина стенки в месте расточки  Sк не менее, мм | Подготовленных кромок стыкуемых деталей | Сварного шва | Размеры шва, мм | | | | |
| b,  не менее | h |  |  | |
| не более | | |
|  | поворот стык | не повор. стык |
| С-42  (1-42) | 57х4,0 |  | 2,6 |  |  | 7,0 |  | 2,0 | 0,6 | 0,9 |
| 57х5,5 |  | 4,3 | 9,0 | 0,8 | 1,2 |
| 76х4,5 |  | 3,1 | 8,0 |
| 76х7,0 | 63 +0,23 | 5,6 | 10,0 |  | 1,0 | 1,5 |
| 89х5,0 |  | 3,6 | 8,0 |  | 0,8 | 1,2 |
| 89х8,0 | 74 +0,23 | 6,5 | 10,0 |  | 1,0 | 1,5 |
| 108х5,0 | 100 +0,23 | 2,7 | 8,0 |  | 0,8 | 1,2 |
| 108х7,0 | 97 +0,23 | 4,8 | 10,0 |  | 1,0 | 1,5 |
| 108х9,0 | 93 +0,23 | 6,4 | 11,0 | 1,2 | 1,8 |
| 108х12,0 | 88 +0,23 | 9,0 | 13,0 | 1,2 | 1,8 |
| 133х6,0 | 124 +0,23 | 3,2 | 9,0 | 0,8 | 1,2 |
| 133х8,0 | 120 +0,23 | 5,7 | 10,0 | 1,0 | 1,5 |
| 133х11,0 | 114 +0,23 | 8,0 | 12,0 | 1,2 | 1,8 |
| 133х14,0 | 109 +0,23 | 10,9 | 15,0 | 1,5 | 2,2 |
| 159х6,5 | 149 +0,26 | 3,8 | 9,0 | 2,5 | 1,0 | 1,5 |
| 159х9,0 | 143 +0,26 | 6,7 | 12,0 | 1,2 | 1,8 |
| 159х13,0 | 137 +0,26 | 9,5 | 12,0 | 1,5 | 2,2 |
| 159х17,0 | 130 +0,26 | 12,9 | 15,0 | 1,5 | 2,2 |
| 219х12,0 | 199 +0,3 | 8,8 | 11,0 | 1,2 | 1,8 |
| 220х8,0 | 208 +0,3 | 4,3 | 8,0 | 1,0 | 1,5 |
| 245х19,0 | 212 +0,3 | 14,5 | 16,0 | 1,5 | 2,2 |
| 273х11,0 | 255 +0,3 | 7,3 | 10,0 | 1,2 | 1,8 |
| 273х20,0 | 236 +0,3 | 16,5 | 17,0 | 1,5 | 2,2 |
| 325х12,0 | 305 +0,34 | 7,8 | 11,0 | 1,2 | 1,8 |
| 325х16,0 | 297 +0,34 | 12,4 | 14,0 | 1,5 | 2,2 |

*Окончание таблицы 10.2*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип соединения по  ОСТ 24.125.02-89  (ПНАЭ Г-7-009-89 [10])1) | Типоразмер  стыкуемых труб  Dн х S, мм | Конструктивные элементы по ост 24.125.02-89. Рраб˃22кгс/см2 | | | | | | | | | | |
| Диаметр расточки  dр, мм | | | Толщина стенки в месте расточки  Sк не менее, мм | Подготовленных кромок стыкуемых деталей | Сварного шва | Размеры шва, мм | | | | |
| b  не менее | h |  |  | |
| не более | | |
|  | поворот стык | не повор. стык |
| С-39  (1-21-2) | 14х2,0 | 10 | | - | |  |  | 5 |  | 1,5 | 0,4 | 0,6 |
| 18х2,5 | 13 | | - | | 5 |
| 25х3,0 | 19 | | - | | 7 | 2,0 | 0,6 | 0,8 |
| 32х3,5 | 25 | | - | | 8  8 |  |
| 38х3,5 | 31 | | - | |
| 57х4,0 |  | 2,6 | | | 7 |  | 0,6 | 0,8 |
| 76х4,5 |  | 3,1 | | | 8 | 0,8 | 1,0 |
| 89х5,0 |  | 3,6 | | | 8 | 0,8 | 1,0 |
| Примечания   1. Допускается выполнять конструктивные элементы сварного шва по ПНАЭ Г-7-009-89 [10]. 2. Выпуклость корня шва с внутренней стороны. 3. Вогнутость корня шва с внутренней стороны. 4. Внутреннюю кромку следует притупить до максимального значения 0,5 мм. | | | | | | | | | | | | |

Таблица 10.3 - Подготовка кромок трубопроводов и оборудования под сварку. Форма сварного шва

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип соединения по  ОСТ 24.125.31-89  (ПНАЭ Г-7-009-89 [10])1) | Типоразмер  стыкуемых труб  Dн х S, мм | Конструктивные элементы по ост 24.125.31-89, ПНАЭ Г-7-009-89 [10] | | | | | | | | |
| Диаметр расточки  dр, мм | | Толщина стенки в месте расточки  Sк не менее, мм | Подготовленных кромок стыкуемых деталей | Сварного шва | Размеры шва, мм | | | |
| b  не менее | h |  |  |
| не более | |
| С-22  (1-22) | 16х2,0 | - | - | |  |  | 4 | 1,0±0,5 | 1,5 | 0,4 |
| Примечания   1. Допускается выполнять конструктивные элементы сварного шва по ПНАЭ Г-7-009-89 [10]. 2. Выпуклость корня шва с внутренней стороны. 3. Вогнутость корня шва с внутренней стороны. 4. При РАДС зазор может быть увеличен до 1,5±0,5 мм. | | | | | | | | | | |

*Продолжение таблицы 10.3*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип соединения по  ОСТ 24.125.31-89  (ПНАЭ Г-7-009-89 [10])1) | Типоразмер  стыкуемых труб  Dн х S, мм | Конструктивные элементы по ОСТ 24.125.31-89, ПНАЭ Г-7-009-89 [10] | | | | | | | | |
| Диаметр расточки  dр, мм | | Толщина стенки в месте расточки  Sк не менее, мм | Подготовленных кромок стыкуемых деталей | Сварного шва | Размеры шва, мм | | | |
| b  не менее | h |  |  |
| не более | |
| С-23  (1-23) | 28х3 | - | - | |  |  | 5 |  | 1,5 | 0,4 |
| 32х3 | 2,0 |
| 38х3 | 6 |
| 57х4 | 0,6 |
| 76х4 |
| 89х4 |
| Примечания   1. Допускается выполнять конструктивные элементы сварного шва по ПНАЭ Г-7-009-89 [10]. 2. Выпуклость корня шва с внутренней стороны. 3. Вогнутость корня шва с внутренней стороны. 4. При РАДС зазор может быть увеличен до 1,5±0,5 мм. | | | | | | | | | | |

*Продолжение таблицы 10.3*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип соединения по  ОСТ 24.125.31-89  (ПНАЭ Г-7-009-89 [10])1) | Типоразмер  стыкуемых труб  Dн х S, мм | Конструктивные элементы по ост 24.125.31-89, ПНАЭ Г-7-009-89 [10] | | | | | | | | |
| Диаметр расточки  dр, мм | | Толщина стенки в месте расточки  Sк не менее, мм | Подготовленных кромок стыкуемых деталей | Сварного шва | Размеры шва, мм | | | |
| b  не менее | h |  |  |
| не более | |
| С-23  (1-23) | 133х6,5 | 122+0,63 | 3,7 | |  |  | 8 |  | 2,0 | 0,6 |
| 89х6 | - | - | | 12 |
| 108х6 | 97+0,54 | 3,7 | | 2,0±1,5 |
| Примечания   1. Допускается выполнять конструктивные элементы сварного шва по ПНАЭ Г-7-009-89 [10]. 2. Выпуклость корня шва с внутренней стороны. 3. Вогнутость корня шва с внутренней стороны. 4. При РАДС зазор может быть увеличен до 1,5±0,5 мм. | | | | | | | | | | |

*Окончание таблицы 10.3*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип соединения по  ОСТ 24.125.31-89  (ПНАЭ Г-7-009-89 [10])1) | Типоразмер  стыкуемых труб  Dн х S, мм | Конструктивные элементы по ост 24.125.31-89, ПНАЭ Г-7-009-89 [10] | | | | | | | |
| Диаметр расточки  dр, мм | Толщина стенки в месте расточки  Sк не менее, мм | Подготовленных кромок стыкуемых деталей | Сварного шва | Размеры шва, мм | | | |
| b  не менее | h |  |  |
| не более | |
| С-25  (1-25) | 159х7 | 148+0,63 | 4,0 |  |  | 12 | 2,0±1,5 | 2,0 | 0,6 |
| 108х8 | 95+0,54 | 4,7 | 13 |
| 133х8 | 119+0,54 | 5,8 |
| 159х9 | 142+0,63 | 6,9 | 14 |
| 219х9 | 204+0,72 | 5,5 | 2,5 |
| 273х10 | 256+0,81 | 6,5 | 15 | 3,0±2,0 |
| 219х13 | 195+0,72 | 9,5 | 18 |
| 325х13 | 303+0,81 | 8,5 | 1,1 |
| 377х13 | 354+0,89 | 9,0 |
| 426х14 | 401+0,97 | 9,8 |
| 273х16 | 244+0,72 | 11,8 | 19 |
| 465х16 | 437+0,97 | 10,8 |
| 630х17 | 598+0,97 | 14,0 | 20 |
| 325х19 | 290+0,81 | 14,2 |
| 720х22 | 678+0,97 | 16,5 | 22 |
| 426х24 | 382+0,89 | 18,5 | 23 |
| 630х25 | 582+0,97 | 22,0 | 24 |
| 530х28 | 480+0,97 | 19,0 | 26 |
| Примечания   1. Допускается выполнять конструктивные элементы сварного шва по ПНАЭ Г-7-009-89 [10]. 2. Выпуклость корня шва с внутренней стороны. 3. Вогнутость корня шва с внутренней стороны. 4. При РАДС зазор может быть увеличен до 1,5±0,5 мм. | | | | | | | | | |

Таблица 10.4 - Подготовка кромок трубопроводов под сварку. Размеры сварного шва

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип соединения по  ОСТ 34-10-417-90  (ПНАЭ Г-7-009-89 [10]) 1) | Типоразмер  стыкуемых труб  Dн х S, мм | Конструктивные элементы по ОСТ 34-10-417-90. Рраб < 22кгс/см2 | | | | | | | | |
| Диаметр расточки  dр, мм | Толщина стенки в месте расточки  Sк не менее, мм | Подготовленных кромок стыкуемых деталей | Сварного шва | Размеры шва, мм | | | | |
| e  не менее | g |  |  | |
| не более | | |
|  | поворот стык | не повор. стык |
| 1-23  (С-23) | 14х2,0 | 10 0,18 | 1,5 |  |  | 7±2 | 1,0±0,5 | 1,5 | 0,4 | 0,6 |
| 18х2,5 | 13,5 0,18 | 2,0 | 8±3 |
| 25х3,0 | 19,5 0,21 | 2,5 | 9±3 | 0,6 | 0,9 |
| 32х2,5 | 28,0 0,21 | 2,0 | 8±3 | 2,0 |
| 38х3,0 | 33,0 0,25 | 2,5 | 9±3 |
| 57х3,0 | 52,0 0,30 | 2,5 |
| Примечания   1. Допускается выполнять конструктивные элементы сварного шва по ПНАЭ Г-7-009-89. 2. Выпуклость корня шва с внутренней стороны. 3. Вогнутость корня шва с внутренней стороны. 4. При сварке корня шва с присадочной проволокой допускается зазор 1,5 ± 0,5. | | | | | | | | | | |

*Продолжение таблицы 10.4*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип соединения по  ОСТ 34-10-417-90  (ПНАЭ Г-7-009-89 [10]) | Типоразмер  стыкуемых труб  Dн х S, мм | Конструктивные элементы по ОСТ 34-10-417-90. Рраб < 22кгс/см2 | | | | | | | | |
| Диаметр расточки  dр, мм | Толщина стенки в месте расточки  Sк не менее, мм | Подготовленных кромок стыкуемых деталей | Сварного шва | Размеры шва, мм | | | | |
| e  не менее | g |  |  | |
| не более | | |
|  | поворот стык | не повор. стык |
| 1-25-1  (С-42) | 76х4,5 | 68+0,30 | 3,5 |  |  | 10,5±3 |  | 2,0 | 0,8 | 1,2 |
| 89х5,0 | 80+0,30 | 4,0 | 11,0±3 |
| 108х5,0 | 99+0,35 | 4,0 |
| 133х6,0 | 124+0,40 | 4,0 | 12,0±3 |
| 159х6,0 | 150+0,40 | 4,0 | 2,5 |
| 219х11,0 | 200+0,48 | 7,5 | 15,0±4 |  | 1,2 | 1,8 |
| 220х7,0 | 209+0,48 | 5,0 | 12,5±4 | 1,0 | 1,5 |
| 273х11,0 | 255+0,52 | 6,5 | 15,0±4 | 1,2 | 1,8 |
| 325х12,0 | 305+0,52 | 7,0 |
| Примечания   1. Для толщин S=4 мм принять 2,7-0,3 мм. 2. Для Sk>16 мм принять 3,5+0,5 мм. 3. Длину расточки L для труб следует принимать 10+3 мм. 4. При толщине стенки трубы свыше 15 мм L=20+3 мм. | | | | | | | | | | |

*Продолжение таблицы 10.4*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип соединения по  ОСТ 34-10-417-90  (ПНАЭ Г-7-009-89 [10]) 1) | Типоразмер  стыкуемых труб  Dн х S, мм | Конструктивные элементы по ОСТ 34-10-417-90. Рраб < 22кгс/см2 | | | | | | | | |
| Диаметр расточки  dр, мм | Толщина стенки в месте расточки  Sк не менее, мм | Подготовленных кромок стыкуемых деталей | Сварного шва | Размеры шва, мм | | | | |
| e  не менее | g |  |  | |
| не более | | |
|  | поворот стык | не повор. стык |
| 1-21-2  (С-39) | 14х2,0 | 10 0,18 | 1,5 |  |  | 5±2 | 1,5±1,0 | 1,5 | 0,4 | 0,6 |
| 18х2,5 | 13,5 0,18 | 2,0 |
| 25х3,0 | 19,5 0,21 | 2,5 | 0,6 | 0,8 |
| 32х2,5 | 28,0 0,21 | 2,0 | 2,0 |
| 38х3,0 | 33,0 0,25 | 2,5 |
| 57х3,0 | 52,0 0,30 | 2,5 |
| Примечания   1. Допускается выполнять конструктивные элементы сварного шва по ПНАЭ Г-7-009-89 [10]. 2. Выпуклость корня шва с внутренней стороны. 3. Вогнутость корня шва с внутренней стороны. | | | | | | | | | | |

*Продолжение таблицы 10.4*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип соединения по  ОСТ 34-10-417-90  (ПНАЭ Г-7-009-89 [10]) 1) | Типоразмер  стыкуемых труб  Dн х S, мм | Конструктивные элементы по ОСТ 34-10-417-90. Рраб < 22кгс/см2 | | | | | | | | |
| Диаметр расточки  dр, мм | Толщина стенки в месте расточки  Sк не менее, мм | Подготовленных кромок стыкуемых деталей | Сварного шва | Размеры шва, мм | | | | |
| e  не менее | g |  |  | |
| не более | | |
|  | поворот стык | не повор. стык |
| 1-21-2  (С-39) | 76х4,5 | 68+0,30 | 3,5 |  |  | 6,0±3 | 1,5±1,0 | 2,0 | 0,8 | 1,2 |
| 7,0±3 |
| 89х5,0 | 80+0,30 | 4,0 |
| 108х5,0 | 99+0,35 | 4,0 |
| 133х6,0 | 124+0,40 | 4,0 |
| 159х6,0 | 150+0,40 | 4,0 |
| 76х4,5 | 68+0,30 | 3,5 |
| Примечания   1. Допускается выполнять конструктивные элементы сварного шва по ПНАЭ Г-7-009-89 [10]. 2. Выпуклость корня шва с внутренней стороны. 3. Вогнутость корня шва с внутренней стороны. | | | | | | | | | | |

*Продолжение таблицы 10.4*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип соединения по  ОСТ 34-10-417-90  (ПНАЭ Г-7-009-89 [10]) 1) | Типоразмер  стыкуемых труб  Dн х S, мм | Конструктивные элементы по ОСТ 34-10-417-90. Рраб < 22кгс/см2 и ПНАЭ Г-7-009-89 [10] | | | | | | | | |
| Диаметр расточки  dр, мм | Толщина стенки в месте расточки  Sк не менее, мм | Подготовленных кромок стыкуемых деталей | Сварного шва | Размеры шва, мм | | | | |
| e  не менее | g |  |  | |
| не более | | |
|  | поворот стык | не повор. стык |
| 1-24-1  (С-24-1) | 376х6,0 | 367+0,57 | 4,5 |  |  | 14±3 |  | 2,5 | 0,8 | 1,2 |
| 426х8,0 | 412+0,63 | 5,5 | 16±4 | 1,0 | 1,5 |
| 530х8,0 | 516+0,70 | 6,5 |
| 630х8,0 | 616+0,40 | 6,5 |
| 630х12,0 | 608+0,70 | 9,5 | 22±5 | 1,2 | 1,8 |
| Примечания   1. Допускается выполнять конструктивные элементы сварного шва по ПНАЭ Г-7-009-89 [10]. 2. Выпуклость корня шва с внутренней стороны. 3. Вогнутость корня шва с внутренней стороны. 4. Длину расточки L для труб следует принимать:   При толщине стенки трубы 6 мм – 15 мм; 8 мм – 20 мм; 12 мм – 25 мм. | | | | | | | | | | |

*Окончание таблицы 10.4*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип соединения по  ОСТ 34-10-417-90 (ПНАЭ Г-7-009-89 [10])1) | Типоразмер  стыкуемых труб  Dн х S, мм | Конструктивные элементы по ОСТ 34-10-417-90, Рраб < 22 кгс/см2 и ПНАЭ Г-7-009-89 [10] | | | | | | |
| Диаметр расточки  dр, мм | | Толщина стенки в месте расточки  Sк не менее, мм | Подготовленных кромок стыкуемых деталей | Сварного шва | Размеры шва, мм | |
| e | g |
| 1-16  (С-17) | 720х10 | 703+0,80 | 8 | |  |  | 19±4 | 2±1,5 |
| 820х10 | 803+0,90 | 8 | |
| 920х10 | 903+0,90 | 7 | |
| 1020х10 | 1003+1,00 | 7,5 | |
| 1220х10 | 1203+1,00 | 8 | |
| Примечания   1. Допускается выполнять конструктивные элементы сварного шва по ПНАЭ Г-7-009-89 [10]. 2. Длина расточки L – 20 мм. | | | | | | | | |

Таблица 10.5 - Подготовка кромок трубопроводов под сварку. Размеры сварного шва

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип соединения по  ОСТ 34-10-417-90  (ПНАЭ Г-7-009-89 [10]) 1) | Типоразмер стыкуемых аустенитных труб Dн х S, мм | Типоразмер стыкуемых перлитных труб Dн х S, мм | Конструктивные элементы по ОСТ 34-10-417-90, Рраб < 22кгс/см2 и ПНАЭ Г-7-009-89 [10]. | | | | | | | | |
| Диаметр расточки  dр, мм | Толщина стенки в месте расточки  Sк не менее, мм | Подготовленных кромок стыкуемых деталей | Сварного шва | Размеры шва, мм | | | | |
| e  не менее | g |  |  | |
| не более | | |
|  | поворот стык | не повор. стык |
| 1-23  (С-23) | 14х2,0 | 14х2,0 | 10,5 +0,18 | 1,5 |  |  | 7±2 | 1,0±0,5 | В соответствии с табл. 12 ПНАЭ Г-7-010-89 | В соответствии с табл. 10 ПНАЭ Г-7-010-89 | В соответствии с табл. 11 ПНАЭ Г-7-010-89 |
| 18х2,5 | 18х2,0 | 14,5 +0,18 | 1,5 | 8±3 |
| 25х3,0 | 25х2,0 | 21,5 +0,21 | 1,5 | 9±3 |
| 32х2,5 | 32х2,0 | 28,5 +0,21 | 1,5 | 8±3 |
| 38х3,0 | 38х2,0 | 34,5 +0,25 | 1,5 | 9±3 |
| 57х3,0 | 57х3,0 | 52,0 +0,30 | 2,5 |
| Примечания   1. Допускается выполнять конструктивные элементы сварного шва по ПНАЭ Г-7-009-89 [10]. 2. Выпуклость корня шва с внутренней стороны. 3. Вогнутость корня шва с внутренней стороны. | | | | | | | | | | | |

*Продолжение таблицы 10.5*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип соединения по  ОСТ 34-10-417-90  (ПНАЭ Г-7-009-89 [10]) 1) | Типоразмер стыкуемых аустенитных труб Dн х S, мм | Типоразмер стыкуемых перлитных труб Dн х S, мм | Конструктивные элементы по ОСТ 34-10-417-90, Рраб < 22 кгс/см2 и ПНАЭ Г-7-009-89 [10]. | | | | | | | | |
| Диаметр расточки  dр, мм | Толщина стенки в месте расточки  Sк не менее, мм | Подготовленных кромок стыкуемых деталей | Сварного шва | Размеры шва, мм | | | | |
| e,  не менее | g |  |  | |
| не более | | |
|  | поворот. стык | не повор. стык |
| 1-25-1  (С-42) | 76х4,5 | 76х3,0 | 71+0,30 | 2,5 |  |  | 10±3 |  | В соответствии с табл. 12 ПНАЭ Г-7-010-89 | В соответствии с табл. 10 ПНАЭ Г-7-010-89 | В соответствии с табл. 11 ПНАЭ Г-7-010-89 |
| 89х5,0 | 89х3,5 | 84+0,30 | 2,5 | 11±3 |
| 108х5,0 | 108х4,0 | 102+0,35 | 3,0 |
| 133х6,0 | 133х4,0 | 126+0,40 | 3,0 | 12±3 |
| 159х6,0 | 159х5,0 | 151+0,40 | 4,0 |
| 219х11,0 | 219х7,0 | 208+0,46 | 4,5 | 15±4 |  |
| 220х7,0 | 219х7,0 | 208+0,46 | 4,5 | 12,5±4 |
| 273х11,0 | 273х8,0 | 259+0,52 | 5,5 | 15±4 |
| 325х12,0 | 325х8,0 | 311+0,52 | 6,5 |

*Продолжение таблицы 10.5*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип соединения по  ОСТ 34-10-417-90  (ПНАЭ Г-7-009-89 [10]) 1) | Типоразмер стыкуемых аустенитных труб Dн х S, мм | Типоразмер стыкуемых перлитных труб Dн х S, мм | Конструктивные элементы по ОСТ 34-10-417-90, Рраб < 22кгс/см2 и ПНАЭ Г-7-009-89 [10]. | | | | | | | | |
| Диаметр расточки  dр, мм | Толщина стенки в месте расточки  Sк не менее, мм | Подготовленных кромок стыкуемых деталей | Сварного шва | Размеры шва, мм | | | | |
| e,  не менее | g |  |  | |
| не более | | |
|  | поворот. стык | не повор. стык |
| 1-24-1  (С-24-1) | 377х6,0 | 377х9,0 | 367+0,57 | 4,5 |  |  | 14±3 |  | В соответствии с табл. 12 ПНАЭ Г-7-010-89 | В соответствии с табл. 10 ПНАЭ Г-7-010-89 | В соответствии с табл. 11 ПНАЭ Г-7-010-89 |
| 426х8,0 | 426х9,0 | 412+0,63 | 5,5 | 16±4 |
| 530х8,0 | 530х8,0 | 516+0,70 | 6,5 |
| 630х8,0 | 630х8,0 | 616+0,70 | 6,5 |
| 630х12,0 | 630х12,0 | 608+0,70 | 9,5 | 22±5 |
| Примечания   1. Допускается выполнять конструктивные элементы сварного шва по ПНАЭ Г-7-009-89 [10]. 2. Выпуклость корня шва с внутренней стороны. 3. Вогнутость корня шва с внутренней стороны. 4. Длину расточки L для труб следует принимать: при толщине стенки трубы 6 мм – 15 мм; 8 мм – 20 мм; 12 мм – 25 мм. | | | | | | | | | | | |

Таблица 10.6 - Подготовка кромок трубопроводов под сварку. Размеры сварного шва

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип соединения по  ОСТ 34-42-659-84 (ПНАЭ Г-7-009-89 [10])1) | Типоразмер  стыкуемых труб  Dн х S, мм | Конструктивные элементы по ОСТ 34-42-659-84, Рраб < 22кгс/см2 и ПНАЭ Г-7-009-89 [10]. | | | | | | | | |
| Диаметр расточки  dр, мм | | Толщина стенки в месте расточки  Sк не менее, мм | Подготовленных кромок стыкуемых деталей | Сварного шва | Размеры шва, мм | | | |
| b | h |  |  |
| 1-23  (C-23) | 14х2,0 | 11+0,18 | 1,5 | |  |  | 7±2 | 1,0±0,5 |  | В соответствии с табл. 5 и 6  ОСТ 34-42-659-84 |
| 18х2,0 | 15+0,18 |
| 25х2,0 | 22+0,21 |
| 32х2,0 | 29+0,21 |
| 38х2,0 | 35+0,25 |
| 57х3,0 | 52+0,30 | 2,5 | | 9±3 |  |
| 76х3,0 | 71+0,30 |
| 89х3,5 | 84+0,35 |
| 108х4,0 | 102+0,35 | 3,0 | | 10±3 |  |
| 133х4,0 | 127+0,40 | 12±3 |
| 159х5,0 | 151+0,40 | 4,0 | | 1,0±1,0 |
| Примечание - Допускается выполнять конструктивные элементы сварного шва по ПНАЭ Г-7-009-89 [10]. | | | | | | | | | | |

*Продолжение таблицы 10.6*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип соединения по  ОСТ 34-42-659-84 (ПНАЭ Г-7-009-89)1) | Типоразмер  стыкуемых труб  Dн х S, мм | Конструктивные элементы по ОСТ 34-42-659-84, Рраб < 22кгс/см2 и ПНАЭ Г-7-009-89 [10]. | | | | | | | | |
| Диаметр расточки  dр, мм | | Толщина стенки в месте расточки  Sк не менее, мм | Подготовленных кромок стыкуемых деталей | Сварного шва | Размеры шва, мм | | | |
| b | h |  |  |
| 1-24-1  (C-24-1) | 219х7,0 | 208+0,46 | 4,0 | |  |  | 15±4 |  | 2,5 | В соответствии с табл. 5 и 6  ОСТ 34-42-659-84 |
| 273х8,0 | 259+0,52 | 5,0 | | 16±4 |
| 325х8,0 | 311+0,52 | 4,5 | |
| 377х9,0 | 361+0,57 | 5,0 | | 18±4 |
| 426х9,0 | 410+0,63 | 5,5 | |
| 530х8,0 | 516+0,70 | 5,5 | | 16±4 |
| 630х8,0 | 616+0,70 | 5,5 | |
| 630х12,0 | 608+0,70 | 10,0 | | 22±5 |
| Примечание - Допускается выполнять конструктивные элементы сварного шва по ПНАЭ Г-7-009-89 [10]. | | | | | | | | | | |

*Продолжение таблицы 10.6*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип соединения по  ОСТ 34-42-659-84 (ПНАЭ Г-7-009-89 [10])1) | Типоразмер  стыкуемых труб  Dн х S, мм | Конструктивные элементы по ОСТ 34-42-659-84, Рраб < 22кгс/см2 и ПНАЭ Г-7-009-89 [10]. | | | | | | | | |
| Диаметр расточки  dр, мм | | Толщина стенки в месте расточки  Sк не менее, мм | Подготовленных кромок стыкуемых деталей | Сварного шва | Размеры шва, мм | | | |
| b | h |  |  |
| 1-16  (C-17) | 720х8 | 706+0,8 | 5,5 | |  |  | 16±4 | 2±1,5 |  | В соответствии с табл. 5 и 6  ОСТ 34-42-659-84 |
| 820х9 | 804+0,9 | 6,5 | | 18±4 |
| 920х10 | 902+0,9 | 7,5 | | 19±4 |
| 1020х10 | 1002+1,0 | 7,5 | |
| 1220х10 | 1201+1,0 | 8,0 | | 21±4 |  |
| 720х12 | 706+0,9 | 8,5 | | 22±4 |
| 820х12 | 804+1,0 | 8,5 | |
| 1420х14 | 1395+1,0 | 10,5 | | 25±4 |
| 1620х14 | 1595+1,0 | 10,5 | |
| Примечания   1. Допускается выполнять конструктивные элементы сварного шва по ПНАЭ Г-7-009-89 [10]. 2. Длину расточки L для труб следует принимать для трубы S = 8-10 мм – 20 мм; S = 11-12 мм – 25 мм; S = 14 мм – 30 мм. | | | | | | | | | | |

*Продолжение таблицы 10.6*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип соединения по  ОСТ 34-42-659-84 (ПНАЭ Г-7-009-89 [10])1) | Типоразмер  стыкуемых труб  Dн х S, мм | Конструктивные элементы по ОСТ 34-42-659-84, Рраб < 22кгс/см2 и ПНАЭ Г-7-009-89 [10]. | | | | | | | | |
| Диаметр расточки  dр, мм | | Толщина стенки в месте расточки  Sк не менее, мм | Подготовленных кромок стыкуемых деталей | Сварного шва | Размеры шва, мм | | | |
| b | h |  |  |
| 1-25  (C-25) | 219х7 | 208+0,46 | 4,0 | |  |  | 15±4 |  | 2,5 | В соответствии с табл. 5 и 6  ОСТ 34-42-659-84 |
| 16±4 |
| 273х8 | 259+0,52 | 5,0 | |
| 325х8 | 311+0,52 | 4,5 | |
| 377х9 | 361+0,57 | 5,0 | | 18±4 |
| 426х9 | 410+0,63 | 5,0 | |
| Примечание - Допускается выполнять конструктивные элементы сварного шва по ПНАЭ Г-7-009-89 [10]. | | | | | | | | | | |

*Окончание таблицы 10.6*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип соединения по  ОСТ 34-42-659-84 (ПНАЭ Г-7-009-89 [10])1) | Типоразмер  стыкуемых труб  Dн х S, мм | Конструктивные элементы по ОСТ 34-42-659-84, Рраб < 22кгс/см2 и ПНАЭ Г-7-009-89 [10]. | | | | | | | | |
| Диаметр расточки  dр, мм | | Толщина стенки в месте расточки  Sк не менее, мм | Подготовленных кромок стыкуемых деталей | Сварного шва | Размеры шва, мм | | | |
| b | h |  |  |
| 1-21-2  (C-39) | 14х2,0 | 11+0,18 | 1,5 | |  |  | 5±2 | 1,0±0,5 |  | В соответствии с табл. 5 и 6  ОСТ 34-42-659-84 |
| 18х2,0 | 15+0,18 |
| 25х2,0 | 22+0,21 |
| 32х2,0 | 29+0,21 |
| 38х2,0 | 35+0,25 |
|  |
| 57х3,0 | 52+0,30 | 2,5 | |
| 76х3,0 | 71+0,30 |
| 89х3,5 | 84+0,35 | 6±3 |  |
| 108х4,0 | 102+0,35 | 3,0 | |
| 133х4,0 | 127+0,40 |
| 159х5,0 | 151+0,40 | 4,0 | | 7±2 | 1,0±1,0 |
| Примечание - Допускается выполнять конструктивные элементы сварного шва по ПНАЭ Г-7-009-89 [10]. | | | | | | | | | | |

Таблица 10.7 - Подготовка кромок трубопроводов под сварку. Размеры сварного шва

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип соединения по  СТО 79814898 110-2012 (ПНАЭ Г-7-009-89 [10]) 1) | Типоразмер  стыкуемых труб  Dн х S, мм | Конструктивные элементы по СТО 79814898 110-2012, Рраб < 22кгс/см2 | | | | | | | | |
| Диаметр расточки  dр, мм | Толщина стенки в месте расточки  Sк не менее, мм | Подготовленных кромок стыкуемых деталей | Сварного шва | Размеры шва, мм | | | | |
| е | g |  |  | |
| не более | | |
|  | поворот. стык | не повор. стык |
| 1-22  (С-22) | 10х2,0 | 6,5 0,18 | 1,5 |  |  | 7±2 |  |  | 0,4 | 0,6 |
| 14х2,0 | 10 0,18 | 1,5 |
| 18х2,5 | 13,5 0,18 | 2,0 | 9±2 |  |
| 32х2,5 | 28,0 0,21 | 1,8 | 9±2 |
| 38х3,0 | 33,0 0,25 | 2,3 | 10±2 | 0,6 | 0,8 |
| Примечания   1. Допускается выполнять конструктивные элементы сварного шва по ПНАЭ Г-7-009-89 [10]. 2. Выпуклость корня шва с внутренней стороны. 3. Вогнутость корня шва с внутренней стороны. 4. При сварке корня шва с присадочной проволокой допускается зазор 1,5 ± 0,5. | | | | | | | | | | |

*Продолжение таблицы 10.7*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип соединения по  СТО 79814898 110-2012 (ПНАЭ Г-7-009-89 [10]) 1) | Типоразмер  стыкуемых труб  Dн х S, мм | Конструктивные элементы по СТО 79814898 110-2012, Рраб < 22кгс/см2 | | | | | | | | |
| Диаметр расточки  dр, мм | Толщина стенки в месте расточки  Sк не менее, мм | Подготовленных кромок стыкуемых деталей | Сварного шва | Размеры шва, мм | | | | |
| е | g |  |  | |
| не более | | |
|  | поворот. стык | не повор. стык |
| 1-23  (С-23) | 25х3,0 | 19,5 0,30 | 2,5 |  |  | 7±2 |  |  | 0,6 | 0,8 |
| 57х3,0 | 52,0 0,30 | 2,0 |
| Примечания   1. Допускается выполнять конструктивные элементы сварного шва по ПНАЭ Г-7-009-89 [10]. 2. Выпуклость корня шва с внутренней стороны. 3. Вогнутость корня шва с внутренней стороны. 4. При сварке корня шва с присадочной проволокой допускается зазор 1,5 ± 0,5. | | | | | | | | | | |

*Продолжение таблицы 10.7*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип соединения по  СТО 79814898 110-2012 (ПНАЭ Г-7-009-89 [10]) | Типоразмер  стыкуемых труб  Dн х S, мм | Конструктивные элементы по СТО 79814898 110-2012, Рраб < 22кгс/см2 | | | | | | | | |
| Диаметр расточки  dр, мм | Толщина стенки в месте расточки  Sк не менее, мм | Подготовленных кромок стыкуемых деталей | Сварного шва | Размеры шва, мм | | | | |
| е | g |  |  | |
| не более | | |
|  | поворот. стык | не повор. стык |
| 1-25-1  (С-42) | 76х4,5 | 68 +0,30 | 3,5 |  |  | 10,5±3 |  | 2,0 | 0,8 | 1,0 |
| 89х5,0 | 80 +0,30 | 3,5 | 11,0±3 |
| 108х5,0 | 99 +0,35 | 3,5 |
| 133х6,0 | 124 +0,40 | 3,5 | 12,0±3 |
| 159х6,0 | 150 +0,40 | 3,5 | 2,5 |
| 219х11,0 | 200 +0,46 | 7,5 | 15,0±4 |  | 1,2 | 1,6 |
| 220х7,0 | 209 +0,46 | 4,5 | 12,5±4 |  | 1,0 | 1,2 |
| 273х11,0 | 255 +0,52 | 6,5 | 16,0±4 |  | 1,5 | 1,6 |
| 325х12,0 | 305 +0,52 | 7,0 |

*Продолжение таблицы 10.7*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип соединения по  СТО 79814898 110-2012 (ПНАЭ Г-7-009-89 [10]) 1) | Типоразмер  стыкуемых труб  Dн х S, мм | Конструктивные элементы по СТО 79814898 110-2012, Рраб < 22кгс/см2 | | | | | | | | |
| Диаметр расточки  dр, мм | Толщина стенки в месте расточки  Sк не менее, мм | Подготовленных кромок стыкуемых деталей | Сварного шва | Размеры шва, мм | | | | |
| е | g |  |  | |
| не более | | |
|  | поворот. стык | не повор. стык |
| 1-24-1  (С-24-1) | 377х6,0 | 367+0,57 | 4,5 |  |  | 14±3 |  | 2,5 | 0,8 | 1,2 |
| 426х8,0 | 412+0,63 | 5,5 | 16±4 | 1,0 | 1,2 |
| 530х8,0 | 516+0,70 | 5,8 |
| 630х8,0 | 616+0,70 | 6,2 |
| 630х12,0 | 608+0,70 | 9,5 | 22±5 | 1,2 | 1,6 |
| Примечания   1. Допускается выполнять конструктивные элементы сварного шва по ПНАЭ Г-7-009-89 [10]. 2. Выпуклость корня шва с внутренней стороны. 3. Вогнутость корня шва с внутренней стороны. 4. Длину расточки L для труб следует принимать:   При толщине стенки трубы: 6 мм – 15+7 мм; 8-10 мм – 20+1 мм; 12 мм – 25+1 мм. | | | | | | | | | | |

*Окончание таблицы 10.7*

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип соединения по  СТО 79814898 110-2012 (ПНАЭ Г-7-009-89 [10]) 1) | Типоразмер  стыкуемых труб  Dн х S, мм | Конструктивные элементы по СТО 79814898 110-2012, Рраб < 22кгс/см2 | | | | | |
| Диаметр расточки  dр, мм | Толщина стенки в месте расточки  Sк не менее, мм | Подготовленных кромок стыкуемых деталей | Сварного шва | Размеры шва, мм | |
| е | g |
| 1-16  (С-17) | 720х10 | 703+0,80 | 7,2 |  |  | 19±4 | 2±1,5 |
| 820х10 | 803+0,90 | 8,2 |
| 920х10 | 903+0,90 | 7,0 |
| 1020х10 | 1003+1,00 | 7,0 |
| 1220х10 | 1203+1,00 | 8,0 |
| Примечания   1. Допускается выполнять конструктивные элементы сварного шва по ПНАЭ Г-7-009-89 [10]. 2. Длину расточки должна быть 20+1 мм. | | | | | | | |

Таблица 10.8 - Подготовка кромок трубопроводов под сварку. Размеры сварного шва

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип соединения по  СТО 79814898 106-2008 (ПНАЭ Г-7-009-89 [10])1) | Типоразмер  стыкуемых труб  Dн х S, мм | Конструктивные элементы по СТО 79814898 106-2008, Рраб < 22кгс/см2 и ПНАЭ Г-7-009-89 [10]. | | | | | | | | |
| Диаметр расточки  dр, мм | | Толщина стенки в месте расточки  Sк не менее, мм | Подготовленных кромок стыкуемых деталей | Сварного шва | Размеры шва, мм | | | |
| b | h |  |  |
| 1-22  (C-22) | 14х2,0 | 11+0,18 | 1,5 | |  |  | 7±2 |  |  | В соответствии с табл. 7 и 8  СТО 79814898 106-2008 |
| 18х2,0 | 15+0,18 |
| 25х2,0 | 22+0,21 |
| 32х2,0 | 29+0,21 |
| 38х2,0 | 35+0,25 |
| 1-23  (C-23) | 57х3,0 | 52+0,30 | 1,8 | |  | 7±2 |  |
| 76х3,0 | 71+0,30 |
| 89х3,5 | 84+0,35 | 2,2 | | 8±2 |  |
| 108х4,0 | 102+0,35 | 2,4 | | 9±3 |  |
| 133х4,0 | 127+0,40 | 2,6 | |
| 159х5,0 | 151+0,40 | 3,0 | | 11±3 | 1,0±1,0 |
| Примечание - Допускается выполнять конструктивные элементы сварного шва по ПНАЭ Г-7-009-89 [10]. | | | | | | | | | | |

*Продолжение* *таблицы 10.8*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип соединения по  СТО 79814898 106-2008 (ПНАЭ Г-7-009-89 [10])1) | Типоразмер  стыкуемых труб  Dн х S, мм | Конструктивные элементы по СТО 79814898 106-2008, Рраб < 22кгс/см2 и ПНАЭ Г-7-009-89 [10]. | | | | | | | | |
| Диаметр расточки  dр, мм | | Толщина стенки в месте расточки  Sк не менее, мм | Подготовленных кромок стыкуемых деталей | Сварного шва | Размеры шва, мм | | | |
| b | h | ,  не более |  |
| 1-24-1  (C-24-1) | 219х7,0 | 208+0,46 | 4,0 | |  |  | 15±3 |  | 2,5 | В соответствии с табл. 7 и 8  СТО 79814898 106-2008 |
| 16±4 |
| 273х8,0 | 259+0,52 | 4,5 | |
| 325х8,0 | 311+0,52 | 4,5 | |
| 377х9,0 | 361+0,57 | 5,0 | | 18±4 |
| 426х9,0 | 410+0,63 | 5,0 | |
| 530х8,0 | 516+0,70 | 5,5 | | 16±4 |
| 630х8,0 | 616+0,70 | 5,5 | |
| 630х12,0 | 608+0,70 | 9,5 | | 22±5 |
| Примечание - Допускается выполнять конструктивные элементы сварного шва по ПНАЭ Г-7-009-89 [10]. | | | | | | | | | | |

*Окончание таблицы 10.8*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип соединения по  СТО 79814898 106-2008 (ПНАЭ Г-7-009-89 [10])1) | Типоразмер  стыкуемых труб  Dн х S, мм | Конструктивные элементы по СТО 79814898 106-2008, Рраб < 22кгс/см2 и ПНАЭ Г-7-009-89 [10]. | | | | | | | | |
| Диаметр расточки  dр, мм | | Толщина стенки в месте расточки  Sк не менее, мм | Подготовленных кромок стыкуемых деталей | Сварного шва | Размеры шва, мм | | | |
| b | h |  |  |
| 1-17  (C-16) | 720х8 | 706 +0,8 | 5,5 | |  |  | 16±4 | 2±1,5 |  | В соответствии с табл. 7 и 8  СТО 79814898 106-2008 |
| 820х9 | 804 +0,9 | 6,5 | | 18±4 |
| 920х10 | 902 +0,9 | 7,5 | | 19±4 |
| 1020х10 | 1002 +1,0 | 7,5 | |
| 1220х11 | 1201 +1,0 | 8,0 | |
| 1420х14 | 1395 +1,0 | 10,5 | | 25±4 | 2,5±1,5 |
| 1620х14 | 1595 +1,0 | 10,5 | |
| Примечание - Допускается выполнять конструктивные элементы сварного шва по ПНАЭ Г-7-009-89 [10]. | | | | | | | | | | |

**Конструкционные размеры штуцерных соединений**

Таблица 10.9 - Конструкционные размеры штуцерного соединения, мм (ОСТ 24.125.11-89 [17]).

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Исполнение | Условный диаметр  Dy | Конструкционные размеры сварного соединения | | D1+  0.5 | Do | | D+1 | dв | | d | | s | s1 | b | h |
| Номин | Пред. откл | Номин | Пред. откл | не менее | |
| Номин | Пред. откл | не менее | |
| до расточки | после расточки |
| 01 | 10 | 1до раст | 1после | 15 | 5,0 | -0,04  -0,12 | 21 | 10 | +0,3 | 5 | + 0,08 | 4,5 | 2,0 | 13 | 6 |
| 02 | 15 | 19 | 8,0 | -0,05  -0,15 | 25 | 13 | 8 | + 0,1 | 5,0 | 2,5 | 14 | 7 |
| 03 | 20 | 26 | 14 | -0,06  -0,18 | 32 | 19 | 14 | + 0,12 | 3,0 | 14 | 7 |
| 04 | 25 | 33 | 18 | -0,08  -0,25 | 40 | 25 | 18 | + 0,14 | 6,7 | 3,5 | 14 | 7 |
| 05 | 32 | 40 | 25 | -0,08  -0,25 | 46 | 31 | +0,5 | 25 | + 0,14 | 7 | 16 | 8 |

Таблица 10.10 - Исполнение штуцера в зависимости от размеров основного трубопровода (ОСТ 24.125.11-89 [17]).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Исполнение | Размеры основного трубопровода, Dн x S, мм | Н, мм |
| р=19,62 МПа (200 кгс/см2), t=290°С;р=17,66 МПа (180 кгс/см2), t=360°С | | |
| 01, 02, 03, 04, 05 | 108х12 | 136 |
| 133х14 | 149 |
| 159х17 | 162 |
| р=17,66 МПа (180 кгс/см2), t=360°С; р=8,44 МПа (86 кгс/см2), t=300°С | | |
| 01, 02 | 57х5,5 | 111 |
| 76х7 | 120 |
| 01, 02, 03, 04 | 89х8,0 | 127 |
| р=13,73 МПа (140 кгс/см2), t=335°С | | |
| 01, 02 | 57х5,5 | 111 |
| 76х7 | 120 |
| 01, 02, 03, 04 | 89х8,0 | 127 |
| 01, 02, 03, 04, 05 | 108х9,0 | 136 |
| 133х11 | 149 |
| 159х13 | 162 |
| 245х19 | 205 |
| 273х20 | 219 |
| р=10,79 МПа (110 кгс/см2), t=55°С; р=10,10 МПа (103 кгс/см2), t=170°С; р=9,2 МПа (92 кгс/см2), t=290°С; р=7,55 МПа (77 кгс/см2), t=290°С | | |
| 01, 02 | 57х4 | 111 |
| 01, 02, 03\* | 76х4,5 | 120 |
| \* На параметры р=10,789 МПа (110 кгс/см2), t=55°С для соединения с трубой 76х4,5 используются только штуцера исполнения 01 и 02. | | |

*Окончание таблицы 10.10*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Исполнение | Размеры основного трубопровода, Dн x S, мм | Н, мм |
| р=10,79 МПа (110 кгс/см2), t=55°С; р=10,10 МПа (103 кгс/см2), t=170°С; р=9,02 МПа (92 кгс/см2), t=290°С; р=7,55 МПа (77 кгс/см2), t=290°С | | |
| 01, 02, 03, 04, 05 | 89х5 | 127 |
| 108х7 | 136 |
| 133х8 | 149 |
| 159х9 | 162 |
| 219х12 | 192 |
| 325х16 | 245 |
| р=5,40 МПа (55 кгс/см2), t=60°С р=3,92 МПа (40 кгс/см2), t=290°С; р=3,92 МПа (40 кгс/см2), t=200°С; | | |
| 01, 02 | 57х4,0 | 111 |
| 01, 02, 03\* | 76х4,5 | 120 |
| 01, 02, 03, 04, 05 | 89х5,0 | 127 |
| 108х5,0 | 136 |
| 133х6,0 | 149 |
| 159х6,5 | 162 |
| 220х8,0 | 193 |
| 273х11,0 | 219 |
| 325х12 | 245 |
| \* На параметры р=10,79МПа(110кгс/см2), t=55°C для соединения с трубой диаметром 76х4,5 используются только штуцеры исполнения 01 и 02. | | |

Таблица 10.11 – Конструкционные размеры штуцерного соединения, рисунок 10.1 по ОСТ 24.125.12-89 [18].

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Исполнение | | Условный диаметр Dy | Размеры труб, присоединяемых к штуцеру DHхS | | D  +2,0 | | D  ±1,0 | D0 | | | dв | | | | dв1 | | S | | | | Sk | | | | H | | | | | | h | | | | | | | h1 | | |
| Номин. | | Пред. откл. | Номин. | | Пред.откл. | | Номин. | Пред.откл. | Не менее | | | | | | | | Номин. | | | Пред. откл | | | Номин. | | | Пред. откл | | | | Номин. | | Пред. откл |
| р=17,66 МПа (180 кгс/см2), t=360°С | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 01 | | 50 | 57х5,5 | | 68 | | 59 | 36 | -0,08  -0,25 | | 30 | | +0,5 | | 42 | ±0,5 | | 10 | | | | | | 4,3 | | 93 | | +4  -2 | | | | | 50 | | | | ±5 | | 15 | ±1 |
| р=17,66 МПа (180 кгс/см2), t=360°С; р=13,73 МПа(140кгс/см2), t=335°С | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 02 | | 65 | 76х7 | | 92 | | 78 | 52 | -0,10  -0,30 | | 46 | | +0,5 | | 58 | ±0,5 | | 14 | | | | | | 7,0 | | 120 | | ±2 | | | | | 70 | | | | ±5 | | 15 | ±1 |
|  | р=13,73 МПа (140 кгс/см2), t=335°С; р=13,73 МПа (140 кгс/см2), t=335°С | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 03 | | 50 | 57х5,5 | | 60 | | 58 | 36 | -0,08  -0,25 | | 30 | | +0,5 | | 42 | ±0,5 | 8 | | | | | | 4,3 | | | | 98 | ±4  -2 | | | 50 | | | | ±5 | | | | 20 | ±1 |
| 04 | | 80 | 89х8 | | 104 | | 91 | 64 | -0,10  -0,30 | |  | | 68 | 16 | | | | | | 8,0 | | | | 125 | | | ±2 | | 70 | | | | ±5 | | |
| р=10,79 МПа (110 кгс/см2), t=55°С; р=10,10 МПа (103 кгс/см2), t=170°С; р=9,02 МПа (92 кгс/см2), t=290°С; р=7,55 МПа (77кгс/см2), t=290°С | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 05 | | 50 | | 57х4 | | 62 | 59 | 39 | -0,08  -0,25 | | 33 | | +0,5 | | 45 | ±0,5 | 7 | | | 3,0 | | | | | | | 93 | +4  -2 | | | 50 | | | | ±5 | | | | 15 | ±1 |
| 06 | | 57х4 | | 68 | 9 | | | 3,0 | | | | | | |
| 07 | | 65 | | 76х4,5 | | 86 | 78 | 57 | -0,10  -0,30 | | 51 | | 63 | 9 | | | 3, 5 | | | | | | | 120 | ±2 | | | 70 | | | |
| 12 | | | 3, 5 | | | | | | |
| 08 | | 76х4,5 | | 92 | 12 | | | 4, 5 | | | | | | | 125 |
| 09 | | 80 | | 89х5 | | 107 | 92 | 72 | -0,10  -0,30 | | 66 | | 78 | 14 | | | 20 |
| 10 | | 89х5 | | 111 | 12 | | | 5,0 | | | | | | |
| 11 | | 100 | | 108х7 | | 122 | 110 | 87 | -0,12  -0,35 | | 81 | | 93 | 15 | | |
| 12 | | 108х7 | | 128 |
|  | |  | |  | |  |  |  |  | |  | |  | |  |  |  | | |  | | | | | | |  |  | | |  | | | |  | | | |  |  |
| *Окончание таблицы 10.11* | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| р=5,40 МПа (55 кгс/см2), t=60°С; р=3,92 МПа (40 кгс/см2), t=290°С; р=3,92 МПа (40 кгс/см2), t=200°С | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | | 50 | | 57х4 | | 58 | 57 | 39 | -0,08  -0,25 | | | 33 | | +0,5 | 45 | ±0,5 | | | 5 | | | 3,0 | | | | | 93 | | +4  -2 | | 50 | | | | ±5 | | | | 15 | ±1 |
| 14 | | 65 | | 76х4,5 | | 80 | 78 | 57 | -0,10  -0,30 | | | 51 | | 63 | 6 | | | 3,5 | | | | | 120 | | ±2 | | 70 | | | |
| 15 | | 80 | | 89х5 | | 94 | 92 | 73 | -0,10  -0,30 | | | 67 | | 79 | 5 | | | 3,6 | | | | | 125 | | 20 |
| 16 | | 100 | | 108х5 | | 112 | 110 | 91 | -0,12 | | | 85 | | 97 | 6 | | | 3,0 | | | | | 125 | |
| 17 | | 125 | | 133х6 | | 136 | 134 | 114 | -0,35 | | | 108 | | 120 | 6,3 | | | 3,5 | | | | | 130 | | 25 |

|  |  |
| --- | --- |
|  | До расточки После расточки |
|  |
| Рисунок 10.1 - Конструкционные размеры штуцерного соединения по ОСТ 24.125.12-89 [18]. | |

Таблица 10.12 - Исполнение штуцера в зависимости от размеров основного трубопровода (ОСТ 24.125.12-89 [18])

| Исполнение штуцера | Размеры основного трубопровода  DнхS | H\*1 | d | | b | h2 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номин. | Пред. откл. | не менее | |
|  | | | | | | |
| р = 17,66 МПа (180 кгс/см2), t = 360°С | | | | | | |
|  | | | | | | |
| 01 | 133х14 | 149 | 36 | +0,17 | 23 | 10 |
| 159х17 | 162 |
| 02 | 159х17 | 190 | 52 | +0,2 | 26 | 12 |
|  | | | | | | |
| р = 13,73 МПа (140 кгс/см2), t = 335°С | | | | | | |
|  | | | | | | |
| 02 | 159х13 | 189 | 52 | +0,2 | 26 | 12 |
| 245х19 | 232 |
| 273х20 | 246 |
| 03 | 108х9 | 136 | 36 | +0,17 | 18 | 9 |
| 133х11 | 149 | 19 | 8 |
| 159х13 | 162 |
| 245х19 | 205 |
| 273х20 | 219 |
| 04 | 245х19 | 232 | 64 | +0,2 | 28 | 14 |
| 273х20 | 246 |
|  | | | | | | |
| р = 10,79 МПа (110 кгс/см2), t = 55°С; р = 10,10 МПа (103 кгс/см2), t = 170°С  р = 9,02 МПа (92 кгс/см2), t = 290°С; р = 7,55 МПа (77 кгс/см2), t = 290°С | | | | | | |
|  | | | | | | |
| 05 | 133х8 | 149 | 39 | +0,17 | 19 | 8 |
| 159х9 | 162 |
| 219х12 | 192 |
| 06 | 325х16 | 245 | 39 | +0,17 | 21 | 9 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Исполнение штуцера | Размеры основного трубопровода | H\*1 | d | | b | h2 |
| Номин. | Пред. откл. | не менее | |
| 07 | 159х9 | 189 | 57 | +0,2 | 21 | 9 |
| 219х12 | 219 |
| 08 | 325х16 | 272 | 24 | 10 |
| 09 | 219х12 | 220 | 72 | +0,2 | 26 | 11 |
| 10 | 325х16 | 272 |
| 11 | 219х12 | 220 | 87 | +0,23 |
| 12 | 325х16 | 272 | 28 | 14 |
|  | | | | | | |
| р = 5,40 МПа (55 кгс/см2), t = 60°С; р = 3,92 МПа (40 кгс/см2), t = 290°С; р = 3,92 МПа (40 кгс/см2), t = 200°С; | | | | | | |
|  | | | | | | |
| 13 | 133х6 | 149 | 39 | +0,17 | 16 | 6 |
| 159х6,5 | 162 |
| 220х8 | 192 |
| 273х11 | 246 |
| 325х12 | 245 |
| 14 | 159х6,5 | 189 | 57 | +0,2 | 17 | 7 |
| 220х8 | 219 |
| 273х11 | 246 |
| 325х12 | 272 |
| 15 | 220х8 | 220 | 73 | +0,2 | 16 | 6 |
| 273х11 | 246 |
| 325х12 | 272 |
| 16 | 220х8 | 220 | 91 | +0,23 | 16 | 6 |
| 273х11 | 246 |
| 325х12 | 272 |
| р = 5,40 МПа (55 кгс/см2), t = 60°С; р = 3,92 МПа (40 кгс/см2), t = 290°С; р = 3,92 МПа (40 кгс/см2), t = 200°С; | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| 17 | 273х11 | 246 | 114 | +0,23 | 16 | 6 |
| 325х12 | 272 |

*Окончание таблицы 10.12*

Таблица 10.13 - Конструкция и размеры штуцеров и сварных швов его приварки к трубопроводу, рисунок 10.2 (СТО 79814898 123-2009 [24])

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Обозначение | Условный проход | | Размеры штуцера  DН1хS | e | e1, | g | g1 | h |
| штуцера, Dу1 , мм | основного трубопровода Dу, мм |
| 01 | 10 | от 65 до 1200 | 14х2,0 | 5 | 6 | 2 | 2 | 8 |
| 02 | 15 | от 80 до 1200 | 18х2,5 |
| 03 | 20 | от 100 до 1200 | 25х3,0 |
| 04 | 25 | от 125 до 1200 | 32х2,5 |
| 05 | 32 | от 150 до 1200 | 38х3,0 |
| 06 | 50 | от 150 до 400 | 57х3,0 | 7 |
| 07 | от 500 до 1200 | 6 |
| 08 | 65 | 150 | 76х4,5 | 10 | 13 | 5 | 5 |
| 09 | от 200 до 500 | 11 |
| 10 | от 600 до 1200 | 9 |
| 11 | 80 | от 350 до 900 | 89х5,0 | 13 | 13 | 6 | 6 |
| 12 | 1000; 1200 | 12 |
| 13 | 100 | от 350 до 799 | 108х5,0 | 14 |
| 14 | от 800 до 1200 | 12 |

|  |  |
| --- | --- |
|  | Разрез А-А  Для Dн1 ≤ 76 мм  Подготовка кромок под сварку Выполненный шов    Для Dн1 ≥ 89 мм  Подготовка кромок под сварку Выполненный шов    Подкладное кольцо |
| Б  Подготовка кромок Выполненный шов  Для S1 ≤ 3 мм Для S1 ≥ 4,5 мм Для Dн1 ≤ 76 мм Для Dн1 ≥ 89 мм |
| Рисунок 10.2 - Конструкция штуцерного соединения в соответствии с СТО 79814898 123-2009 [24] | |

Таблица 10.14 - Конструкция и размеры бобышек для трубопроводов АЭС (ОСТ 24.125.22-89 [19]).

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Исполнение | Конструкционные размеры сварного соединения | d | D | | d1  +0,3 | d2  +0,9 | L  ±2 | | L1  +5 | | b | h |
| Ном. | Пред. откл | не менее | |
| 01 |  | М20х1,5 | 35 | +0,4  -0, 7 | 18 | 20,7 | 80 | ±2 | 50 | 40 | 21 | 10 |
| 02 | 110 | 60 |
| 03 | М22х1,5 | 20 | 22,7 | 80 | 50 | 40 |
| 04 | 110 | 70 | 60 |
| 05 | М27х2 | 44 | 24 | 28 | 80 | 45 | 40 | 27 | 14 |
| 06 | 110 | 75 | 60 |
| 07 | М27х1,5 | 27, 7 | 80 | 50 | 40 |
| 08 | 110 | 70 | 60 |
| 09 | М33х2 | 56 | +0,4  -1,0 | 30 | 34 | 80 | 40 | 34 |
| 10 | 110 | 60 |

Таблица 10.15 - Исполнение бобышки в зависимости от размеров основного трубопровода (ОСТ 24.125.22-89 [19]).

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Исполнение | Наружный диаметр трубы, мм | | |
| Р=19,62 МПа(200кгс/см2), t=290°C  Р=17,66 МПа(180кгс/см2), t=360°C | Р=9,02 МПа(92кгс/см2), t=290°C | Р=3,92 МПа(40кгс/см2), t=290°C |
| 01 | 108, 133, 159 | 219, 325 | 273, 325 |
| 02 |
| 03 | 159, 219, 325 | 273, 325 |
| 04 |
| 05 | 108, 133, 159 | 219, 325 | 273, 325 |
| 06 |
| 07 | 219, 325 | 273, 325 |
| 08 |
| 09 | 159 | 325 | - |
| 10 |

Таблица 10.16 - Размеры штуцерного соединения, рисунок 10.3 (СТО 79814898 123-2009 [24]).

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Обозначение | Условный проход штуцера  Dу1, мм | Размеры штуцера  Dн1хS1 | е | е1 | g | g1 |
| не менее | | не менее | |
| 01 | 10 | 14х2 | 5 | 5 | 2 | 2 |
| 02 | 15 | 18х2,5 |
| 03 | 20 | 25х3 |
| 04 | 25 | 32х2,5 |
| 05 | 32 | 38х3 |
| 06 | 50 | 57х3 | 7 |
| 07 | 6 |
| 08 | 65 | 76х4,5 | 8 | 13 | 4 | 4 |
| 09 | 11 |
| 10 | 9 |
| 11 | 80 | 89х5 | 11 | 13 | 5 | 5 |
| 12 | 12 |
| 13 | 100 | 108х5 | 11 | 14 |
| 14 | 12 |

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
| Рисунок 10.3 - Конструкция штуцерного соединения в соответствии с  СТО 79814898 123-2009 [24] |

Таблица 10.17 - Конструкционные размеры штуцерного соединения (ОСТ 24.125.41-89 [14]).

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Исполнение | Условный диаметр Dy | Конструкционные размеры сварного соединения | | D1+  0.5 | Do | | D+1 | dв | | d+0.3 | s | s1 | b+4 | h | |
| Номин | Пред. откл | Номин | Пред откл | не менее | |
| Номин | Пред откл |
| до расточки | после расточки |
| 01 | 10 | 1до раст | 1после | 17 | 8,0 | -0,05  -0,15 | 21 | 12 | +0,43 | 8 | 3,5 | 2 | 11 | 3 | +1 |
| 02 | 20 | 30 | 18 | -0,08  -0,25 | 32 | 22 | +0,52 | 18 | 4,5 | 3 |
| 03 | 25 | 34 | 22 | 40 | 26 | 22 | 5,6 | 4 | +3 |
| 04 | 32 | 40 | 28 | 47 | 32 | +0,62 | 28 | 6,7 | 15 | 5 | +2 |

Таблица 10.18 - Исполнение штуцера в зависимости от размеров основного трубопровода ОСТ 24.125.41-89 [14].

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Исполнение | Размеры основного трубопровода, Dн x S, мм | Н, мм |
| 01, 02, 03, 04 | 108 х 8 | 138 |
| р=11,77 МПа (120 кгс/см2), t=250°С; р=8,44 МПа (86 кгс/см2), t=300°С | | |
| 01, 02 | 57х4 | 112 |
| 01, 02, 03, 04 | 89х6 | 129 |
| 133х8 | 153 |
| 159х9 | 164 |
| 219х13 | 194 |
| 273х16 | 221 |
| 325х19 | 247 |
| 426х24 | 297 |
| 530х28 | 349 |
| р=8,44 МПа (86 кгс/см2), t=300°С | | |
| 01, 02, 03, 04 | 108х6 | 138 |
| 630х25 | 399 |
| р=5,89 МПа (60 кгс/см2), t=275 | | |
| 01, 02, 03, 04 | 89х6 | 129 |

*Окончание таблицы 10.18*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Исполнение | Размеры основного трубопровода, Dн x S, мм | Н, мм |
| р=5,89 МПа (60 кгс/см2), t=275°С; р=3,92 МПа (40 кгс/см2), t=200°С | | |
| 01, 02, 03, 04 | 57х4 | 112 |
| 76х4 | 122 |
| 108х6 | 138 |
| 133х6,5 | 153 |
| 159х7 | 164 |
| 219х9 | 194 |
| 273х10 | 221 |
| 325х13 | 247 |
| 377х13 | 273 |
| 426х14 | 297 |
| 465х16 | 317 |
| р=3,92 МПа (40 кгс/см2), t=200 | | |
| 01, 02, 03, 04 | 89х4 | 129 |
| 630х17 | 399 |
| 720х22 | 494 |

Таблица 10.19 – Конструкционные размеры штуцерного соединения по ОСТ 24.125.43-89 [15], рисунок 10.4.

| Исполнение | Условный проход, Dy | Dн | Dн2\* | dв | | dв1 | | b | | h | | s | sm,  не менее | H\* |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номин. | Пред  откл. | Номин. | Пред  откл. | Номин. | Пред.  откл. | Номин. | Пред  откл. |
| р=11,77 МПа (120 кгс/см2), t=250°С | | | | | | | | | | | | | | |
| 01 | 100х50 | 108 | 62 | 38 | +0,62 | 43 | +0,62 | 12 | +4 | 5 | +3 | 8 | 8,5 | 160 |
| 02 | 300х100 | 325 | 120 | 84 | +0,87 | 88 | +0,87 | 21 | +7 | 10 | 19 | 14,0 | 280 |
| 03 | 400х100 | 426 | 24 | 330 |
| 04 | 500х100 | 530 | 28 | 380 |
| р=8,44 МПа (86 кгс/см2), t=300°С | | | | | | | | | | | | | | |
| 05 | 100х50 | 108 | 62 | 38 | +0,62 | 43 | +0,62 | 12 | +4 | 5 | +3 | 6 | 8,5 | 160 |
| 06 | 600х50 | 630 | 25 | 420 |
| 07 | 600х80 | 104 | 71 | +0,74 | 75 | +0,74 | 16 | +5 | 8 | 12,0 |
| 08 | 300х100 | 325 | 120 | 84 | +0,87 | 88 | +0,87 | 21 | +7 | 10 | 19 | 14,0 | 280 |
| 09 | 400х100 | 426 | 24 | 330 |
| 10 | 500х100 | 530 | 28 | 380 |
| 11 | 600х100 | 630 | 25 | 430 |
| 12 | 600х150 | 182 | 124 | +1,00 | 130 | +1,00 | 28 | +8 | 14 | +4 | 24,0 | 440 |
| р=11,77 МПа (120 кгс/см2), t=250°С; р=8,44 МПа (86 кгс/см2), t=300°С | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | 125х50 | 133 | 62 | 38 | +0,62 | 43 | +0,62 | 12 | +4 | 5 | +3 | 8 | 8,5 | 170 |
| 14 | 150х50 | 159 | 9 | 185 |
| 15 | 200х50 | 219 | 13 | 210 |
| 16 | 250х50 | 273 | 16 | 240 |
| 17 | 300х50 | 325 | 19 | 270 |
| 18 | 400х50 | 426 | 62 | 38 | +0,62 | 43 | +0,62 | 12 | +4 | 5 | +3 | 24 | 320 |
| 19 | 500х50 | 530 | 28 | 370 |
| 20 | 400х80 | 426 | 104 | 71 | +0,74 | 75 | +0,74 | 16 | +5 | 8 | 24 | 12,0 | 320 |
| 21 | 500х80 | 530 | 28 | 370 |
| 22 | 400х150 | 426 | 182 | 124 | +1,00 | 130 | +1,00 | 19 | +7 | 9 | 24 | 24,0 | 340 |
| 23 | 500х150 | 530 | 28 | 390 |
| р=5,89 МПа (60 кгс/см2), t=275°С; р=3,92 МПа (40 кгс/см2), t=200°С | | | | | | | | | | | | | | |
| 24 | 200х65 | 219 | 82 | 62 | +0,74 | 65 | +0,74 | 10 | +2 | 3 | +1 | 9 | 7,0 | 215 |
| 25 | 250х65 | 273 | 10 | 240 |
| 26 | 300х65 | 325 | 13 | 270 |
| 27 | 350х65 | 377 | 295 |
| 28 | 400х65 | 426 | 14,0 | 320 |
| 29 | 450х65 | 465 | 16,0 | 340 |
| 30 | 100х50 | 108 | 62 | 38 | +0,62 | 43 | +0,62 | 12 | +4 | 5 | +3 | 6,0 | 8,5 | 160 |
| 31 | 125х50 | 133 | 6,5 | 170 |
| 32 | 150х50 | 159 | 7,0 | 185 |
| 33 | 200х50 | 219 | 9,0 | 215 |
| 34 | 250х50 | 273 | 10,0 | 240 |
| 35 | 300х50 | 325 | 13,0 | 270 |
| 36 | 350х50 | 377 | 13,0 | 295 |
| 24 | 200х65 | 219 | 14,0 | 320 |
| 38 | 450х50 | 465 | 16,0 | 340 |
| 39 | 350х100 | 377 | 112 | 84 | +0,87 | 88 | +0,87 | 15 | +5 | 7,0 | +3 | 13,0 |  | 305 |
| 40 | 400х100 | 426 | 14,0 | 10,0 | 330 |
| 41 | 450х100 | 465 | 16,0 |  | 350 |
| 42 | 350х125 | 377 | 133 | 104 | +0,87 | 106 | +0,87 | 17 | +7 | 9,0 | +3 | 13,0 | 12,0 | 305 |
| 43 | 400х125 | 426 | 14,0 | 330 |
| 44 | 450х125 | 465 | 16,0 | 350 |
| 45 | 400х150 | 426 | 168 | 130 | +1,0 | 135 | +1,0 | 21 | 10,0 | 14,0 | 14,0 | 325 |
| 46 | 450х150 | 465 | 16,0 | 345 |
| р=3,92 МПа (40 кгс/см2), t=200°С | | | | | | | | | | | | | | |
| 47 | 400х80 | 426 | 97 | 75 | +0,74 | 79 | +0,74 | 12 | +4 | 5 | +3 | 14,0 | 7,0 | 320 |
| 48 | 450х80 | 465 | 16,0 | 340 |
| р=5,89 МПа (60 кгс/см2), t=275°С | | | | | | | | | | | | | | |
| 49 | 400х80 | 426 | 104 | 71 | +0,74 | 75 | +0,74 | 16 | +5 | 8 | +3 | 14,0 | 12,0 | 320 |
| 50 | 450х80 | 465 | 16,0 | 340 |

|  |  |
| --- | --- |
| До расточки | После расточки |
| 2до | 2после |
| Рисунок 10.4 – Конструкционные размеры штуцерного соединения по ОСТ 24.125.43-89 [15] | |

Таблица 10.20 - Размеры штуцерного соединения для штуцеров Dу ≤65мм (СТО СРО-П 60542948 00018–2013 [26]).

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Обозна-  чение | Конструкционные размеры сварного соединения | | DH1 | dB | Условный проход | | S1, мм  не менее | e, мм | g, мм |
| штуцера,  Dу1, мм | основного трубопровода Dу, мм |  | не менее | |
| 001 | штуцер_p02 | штуцер1 | 14 | 11 | 10 | 80-1600 | 3,5 | 14 | 7 |
| 002 | 18 | 15 | 15 | 3,5 |
| 003 | 25 | 22 | 20 | 3,0 |
| 004 | 32 | 29 | 25 | 4,5 | 16 | 8 |
| 005 | 38 | 35 | 32 | 3,5 |
| 006 | 57 | 52 | 50 | 5,5 |
| 007 | 76 | 71 | 65 | 4,5 |

Таблица 10.21 - Конструкции и размеры бобышек для трубопроводов АЭС (ОСТ 24.125.57-89 [16]).

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Обозначение | Конструкционные размеры сварного соединения | | d | D\*  (Dн) | d1 | | dо | | dв | | L | | e | | g | |
| до сверления | после сверления | Ном. | Пред.  откл. | Ном. | Пред.  откл | Ном. | Пред.  откл | Ном. | Пред.  откл | Ном. | Пред.  откл | Ном. | Пред.  откл |
| 01 |  |  | М20х1,5 | 34 | 18 | +0,52 | 8 | -0,1  -0,3 | 8,5 | +0,36 | 80 | ±2 | 16 | +5 | 6 | +3 |
| 02 | 110 |
| 03 | М27х2 | 44 | 24 | 14 | -0,12  -0,36 | 14 | +0,52 | 80 | 19 | +7 | 8 |
| 04 | 110 |
| 05 | М33х2 | 55 | 30 | 18 | 25 | 80 | 21 | +7 | 9 |
| 06 | 110 |
| 07 | М39х2 | 78 | 35 | 25 | -0,14  -0,42 | 80 | 30 | +8 | 14 | +4 |
| 08 | +0,62 | 110 |
| \* Размеры для справок | | | | | | | | | | | | | | | | |

1. **Сборка соединений под сварку**
   1. К сборке соединений труб и деталей под сварку разрешается приступать после приёмки качества подготовки кромок.
   2. Сборку соединений трубопроводов под сварку следует производить в соответствии с требованиями ПТД, оговаривающей последовательность сборки соединений трубопроводов, способ закрепления собираемых деталей, необходимость установки приспособления для поддува защитного газа, требования к качеству сборки.
   3. Сборку стыковых соединений труб рекомендуется осуществлять с помощью инвентарных приспособлений (центраторы, стяжки), обеспечивающие достижения соосности стыкуемых трубных деталей и регулировку зазора в соединении.
   4. Рекомендуется применять приспособления, позволяющие выполнять сварку без установки прихваток, например, центраторы типа ЦСА 14-42;   
      ЦСА 57-76; ЦСА 89-108 или других типов.
   5. Укрупнительную сборку стыковых соединений труб в плоские и пространственные блоки выполнять на стендах, при сборке пространственных блоков для удержания их при сборке применять переносные зажимы и стойки-захваты.
   6. Приварка временных технологических креплений допускается только в случаях, предусмотренных чертежами или ПТД. При этом должна быть оговорены марка стали, форма, размеры, количество и расположение указанных креплений, квалификация сварщиков, осуществляющих приварку креплений, сварочные материалы, способы и режимы приварки. Использование временных технологических креплений при сборке деталей из сталей аустенитного класса допускается при номинальной толщине деталей не менее 6 мм.
   7. Сборку соединений труб диаметром 219 мм и более, свариваемые ручными методами сварки допускается выполнять с применением временных технологических креплений (рисунок 11.1) состоящих из уголков, привариваемых к наружной поверхности трубы. Соединения временных технологических креплений с трубой выполняются методом РАДС или РДС с применением сварочных материалов (проволоки, электродов), приведённых в таблице 8.1 для данной марки стали труб.
   8. Сборка выполняется 3-4 стяжками, равномерно расположенными по периметру соединения.
   9. Для приварки временных технологических креплений из углеродистой стали к деталям (сборочным единицам) из сталей аустенитного класса следует применять переходные пластины из сталей аустенитного класса с использованием покрытых электродов марок ЭА-395/9, ЦТ-10 или сварочной проволоки марки Св-10Х16Н25АМ6. Приварку временных технологических креплений из углеродистой стали к переходным пластинам выполнять покрытыми электродами марок ЭА-395/9, ЦТ-10 или сварочной проволокой марки Св-10Х16Н25АМ6.
   10. Поверхность деталей в местах приварки креплений должна быть предварительно зачищена от окалины, ржавчины, краски, масла и других загрязнений.
   11. Швы приварки временных технологических креплений должны быть расположены на расстоянии не менее 60 мм от подлежащей сварке кромок. При сборке под сварку деталей из углеродистых и кремнемарганцовистых сталей допускается уменьшение указанного расстояния до 30 мм.
   12. Временные технологические крепления удаляются механическим способом. При этом на деталях из углеродистых и кремнемарганцовистых сталей допускается полное удаление временных технологических креплений кислородной или воздушно-дуговой резкой, без углублений в основной металл с последующим шлифованием поверхности деталей до удаления следов резки. На деталях из сталей аустенитного класса допускается неполное удаление временных технологических креплений кислородной (кислородно-флюсовой) плазменно-дуговой или воздушно-дуговой резкой. При этом оставшаяся часть крепления должна иметь высоту не менее 4 мм и подлежит последующему удалению механической обработкой.
   13. При удалении временных технологических креплений допускается неполное удаление металла шва приварки. В случае приварки временных технологических креплений аустенитными присадочными материалами к деталям из сталей перлитного класса, а также при приварке указанными материалами креплений из углеродистых сталей к деталям из сталей аустенитного класса неполное удаление аустенитного металла шва допускается со стороны, не контактирующей с рабочей средой.



Рисунок 11.1 – Схема сборки соединений труб с применением временных креплений

* 1. Места приварки временных технологических креплений после их удаления подлежат контролю неразрушающими методами, в соответствии с требованиями ПТД и ПКД. После удаления временных технологических креплений на деталях из аустенитных сталей места приварки после зачистки необходимо проконтролировать на отсутствие трещин капиллярным методом или травлением с последующим осмотром мест зачистки через лупу 4-7 кратного увеличения.
  2. Увеличение размеров деталей путём наплавки не допускается.
  3. При сборке соединений труб на прихватках необходимо выполнять следующие требования:
  + прихватки должны выполнять сварщики, допущенные к сварке соединений, на которых выполняется прихватка;
  + прихватки выполняются способом РАДС или РДС;
  + при выполнении прихваток применяются сварочные материалы, указанные в таблицах 8.1;
  + при сварке деталей, подлежащих сварке с поддувом защитного газа во внутреннюю полость для защиты обратной стороны шва, прихватки также следует выполнять с поддувом;
  + дефектные прихватки должны быть удалены механической обработкой (шлифованием или т.п). В случаях, оговоренных в ПТД, в соединениях деталей из сталей перлитного класса допускается удаление дефектных прихваток воздушно-дуговой строжки.
  1. Наложение прихваток в местах пересечения или сопряжения двух или нескольких подлежащих сварке соединений не допускается.
  2. Прихватку собранных сварных соединений рекомендуется выполнять аргонодуговой сваркой с присадочной проволокой или без присадочной проволоки в случае заварки сварного соединения способам РАДС.
  3. Прихватки соединений, свариваемых ручной дуговой сваркой (РДС) разрешается выполнять также ручной дуговой сваркой. Прихватки в соединениях, корень шва которых сваривают ручными способами, выполняют с полным проплавлением.
  4. Прихватки следует располагать равномерно по периметру стыка. Рекомендуемое количество прихваток и их протяженность указана в табл.11.1 Высота прихваток должна быть равна при их выполнении ручной дуговой сваркой на стыках труб с толщиной стенки S = 3 мм и менее - толщине стенки трубы; с толщиной стенки более 3 до 10 мм - (0,6 - 0,7)S, но не менее 3 мм; с толщиной стенки более 10 мм - 5 - 6 мм.

Таблица 11.1 - Рекомендуемое количество прихваток и их протяженность в зависимости от диаметра свариваемых труб

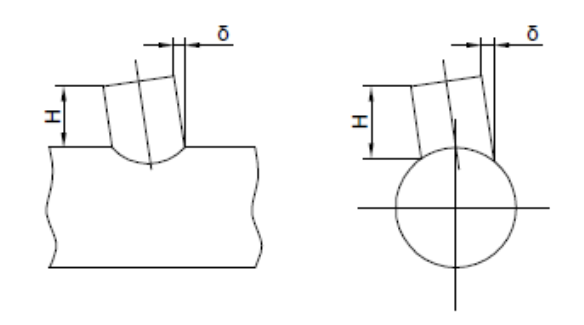
| Наружный диаметр  стыкуемых труб, мм | Количество прихваток, шт. | Протяженность одной прихватки, мм |
| --- | --- | --- |
| До 89 | 2-3 | 10-20 |
| Более 89 до 426 | 3-4 | 20-50 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *Окончание таблицы 11.1* | | |
| Наружный диаметр  стыкуемых труб, мм | Количество прихваток, шт. | Протяженность одной прихватки, мм |
| Более 426 | Через каждые 250-300 мм | 50-80 |

* 1. К прихваткам предъявляются такие же требования, как к сварному шву. Качество выполнения прихваток контролируется визуально, а их размеры и расположение – измерением.
  2. Перед сборкой соединения необходимо проконтролировать отсутствие посторонних предметов в трубе, зачищенные кромки и прилегающие поверхности обезжирить ацетоном, уайт-спиритом или др. Необходимость обезжиривания кромок устанавливается ПТД.
  3. Собранное под сварку соединение подлежит визуальному и измерительному контролю, при котором контролируется:
  + чистота кромок и прилегающих поверхностей;
  + зазоры в соединении;
  + смещение кромок
  + правильность сборки деталей и их закрепление;
  + качество прихваток и правильность их выполнения;
  + правильность установки временных креплений;
  + перелом осей соединяемых деталей;
  + соответствие размеров собранного узла требованиям рабочих чертежей и ПТД;
  + отклонение оси штуцера(врезки) от оси перпендикулярной оси труб;
  + соответствие сварочных материалов и квалификация сварщиков;
  + наличие и режим поддува защитного газа;
  + режимы сварки (для прихватки и приварки временных технологических креплений).
  1. Перелом осей собранных элементов в стыковом соединении проверяется с помощью линейки ГОСТ 427 длиной 400 мм и щупа ГОСТ 882.
  2. Просвет между линейкой и поверхностью трубы (α) на расстоянии 200 мм от центра соединения, не более указанных на рисунке 11.2. Для труб диаметром менее 100 мм величина просвета (α) α\*\*≤1мм.
  3. Отклонение штуцера (врезки) от вертикального положения проверяется с помощью угольников ГОСТ 3749 и должно быть не больше величин, указанных на рисунке 11.3.
  4. Геометрические размеры собранных блоков проверяются с помощью линеек ГОСТ 427, угольников ГОСТ 3749, угломеров ГОСТ 5378, рулеток ГОСТ 7502.
  5. Весь измерительный инструмент должен быть поверен в установленном порядке.
  6. В собранном и проконтролированном сварном соединении труб из аустенитной стали, подлежащему дуговой сварке покрытыми электродами, с наружной стороны трубы на ширине не менее 100 мм в каждую сторону от разделки поверхность основного металла должна быть защищена от попадания брызг расплавленного металла. В качестве защитного покрытия разрешается применять каолин по ГОСТ 21286, разведённый водой, аэрозольный препарат «Дуга-1», «Дуга -2» или другие. Попадание каолина, эмульсии, в разделку не допускается. Удаление каолина производится водой после окончания сварки.
  7. Собранное под сварку соединение должно быть укрыто полиэтиленовой плёнкой с целью предотвращения попадания влаги, абразивной пыли, и прочих загрязнений в разделку, зазоры соединений и на прилегающие к разделке поверхности деталей.
  8. При необходимости транспортирования собранных деталей (сборочных единиц) к месту сварки следует обеспечить условия, предотвращающие разрушение прихваток или швов приварки временных технологических креплений, а также деформацию, повреждение и загрязнение собранных под сварку деталей.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование отклонений | Эскиз | Технические требования |
| Максимально допустимая величина отклонения от перпендикулярности торца трубы δ, мм |  | Величина δ:  0,3 мм – до Двн=65 мм;  0,5 мм – при Двн свыше 65 до 125 мм включительно;  0,5 мм – при Двн свыше 125 до 200 мм включительно;  1,0 мм – при Двн свыше 200 до 350 мм включительно  1,0 мм – при Двн свыше 350 мм. |
| Максимальное смещение (несовпадение по внутреннему и внешнему диаметру) кромок в стыковых соединениях с односторонним швом |  | Х\*=0,12S, но не более 0,5 мм;  Y\*=0?2S при S=1-5 мм;  Y\*=0,1S+0,5 при 5<S≤25 мм. |
| Излом осей соединяемых труб |  | Просвет между линейкой и поверхностью трубы (а\*\*≤1,5 мм) на расстоянии 200 мм от центра соединения для труб диаметром более 100 мм. |

Рисунок 11.2



|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Высота штуцера H, мм | 100 | 110 | 120 | 130 |
| Отклонение от перпендикулярности g, мм | 1,5 | 1,65 | 1,8 | 1,95 |

Рисунок 11.3 – Отклонение от перпендикулярности штуцеров (врезок в трубопровод)

1. **Сварка**
   1. **Способы сварки стыковых и угловых соединений трубопроводов**
2. Согласно требованиям ПНАЭ Г-7-009-89 [10] и таблицы 10.1 для выполнения сварных соединений трубопроводов могут применяться следующие способы сварки:
   * ручная дуговая сварка покрытыми электродами;
   * ручная аргонодуговая сварка;
   * полуавтоматическая (механизированная) сварка плавящимся электродом в смеси газов (Аr+СО2);
   * автоматическая аргонодуговая сварка неплавящимся электродом без присадочной проволоки;
   * автоматическая аргонодуговая сварка с присадочной проволокой;
   * автоматическая сварка под слоем флюса.
3. Для выполнения сварных соединений трубопроводов III категории по ПНАЭ Г-7-010-89 [11] из углеродистых и кремнемарганцовистых сталей разрешается применять механизированную сварку в среде двуокиси углерода сварочной проволокой марки Св-08Г2С.
4. Ручную и автоматическую аргонодуговую сварку неплавящимся электродом, а также механизированную сварку плавящимся электродом в среде защитного газа разрешается выполнять в непрерывном и импульсном режимах горения дуги. Автоматическая аргонодуговая сварка импульсной дугой может выполняться с непрерывной и шаговой (прерывистой) скоростью перемещения электрода.
5. При выполнении одного соединения допускается использование двух или нескольких способов сварки из числа указанных в п.12.1.1.
   1. **Условия производства сварочных работ**
   2. Сварку соединений трубопроводов (укрупнительная сборка) рекомендуется выполнять в закрытых помещениях (цех предмонтажных работ, временные помещения) при наличии естественного или искусственного освещения. Допускается выполнение работ по укрупнению блоков на открытой площадке при условии создания временных укрытий мест сварки от ветра и осадков.
   3. Сварочные работы допускается выполнять в помещениях энергоблока в период совмещённых строительно-монтажных работ согласно требований СТО СРО-С 60542960 00028-2014 [38]. При монтаже трубопроводов категорий IIa, IIв, IIIa по ПНАЭ Г-7-010-89 [11] сварочные работы рекомендуется выполнять в помещениях, сданных под «чистый монтаж».
   4. Места производства сварочных работ должны быть защищены от любых воздействий, влияющих на качество сварных соединений (атмосферные осадки, направленные потоки воздуха и т.д.).
   5. Сварку в монтажных условиях допускается выполнять при температуре окружающего воздуха не ниже минус 15°С.
   6. Сварку соединений, выполняемых при положительной температуре без подогрева, при отрицательной температуре следует сваривать с подогревом не ниже 50°С.
   7. Сварку соединений труб из сталей аустенитного класса разрешается выполнять без подогрева при температуре окружающего воздуха не ниже минус 5°С. При более низкой температуре сварку выполнять с подогревом, температура которого должна быть не ниже 0°С.
   8. В процессе производства сварочных работ на участке (в помещении), где они выполняются, должны выполняться меры по поддержанию необходимой чистоты (периодическая уборка).
   9. **Требования к расположению сварных соединений**
6. Сварные соединения по месту монтажа рекомендуется выполнять в местах, удобных для их качественного выполнения и последующего контроля. Расстояние между трубой и стеной (полом, потолком) или соседней трубой рекомендуется выдерживать не менее 150 мм. Сварные соединения на участках трубопровода, расположенные на расстоянии меньше 150 мм от стены (пола, потолка) должны быть сварены при укрупнении блока.
7. При разработке технологии монтажа трубопровода предусматривать возможность сварки соединений автоматами типа «ОДА» и другие. При этом длина свободного цилиндрического участка в одну из сторон соединения свободного от любых других элементов (штуцеров, упоров опор и пр.) и отверстий должна составлять не менее величины, указанной в графе «Установочная длина» (Таблица 6.8 настоящего стандарта), а в другую сторону от соединения не менее 30 мм- для труб диаметром до 42 мм; не менее 50 мм - для труб диаметром от 57 до 159 мм, не менее 100 мм - для труб диаметром от 219 мм до 720 мм.
8. Расстояние трубы от стен, потолка, пола, соседней трубы и т.д. должно быть не менее величин, указанных в графе «Радиус вращающихся частей» (таблицы 9.8, 9.9).
9. Сварные соединения должны располагаться вне опор. Расположение опор над (под) сварным соединением допускается при одновременном соблюдении следующих условий:
   * конструкция и размещение опор обеспечивают возможность контроля сварного соединения под опорой в процессе эксплуатации (имеется свободное пространство между стенками опоры и сварным соединением);
   * при изготовлении или монтаже выполненное соединение подвергается сплошному ультразвуковому или радиографическому контролю, а участок сварного соединения, расположенный под опорой, кроме того, подвергается магнитопорошковому или капиллярному контролю.
10. Во всех случаях не разрешается перекрывать опорами зоны пересечения и сопряжения сварных соединений.
11. Расположение сварных швов на участках труб, подлежащих гибке, не допускается.
    1. **Общие технические требования**
12. Сварка соединений трубопровода должна выполняться согласно требованиям производственно-технологической документации, которая включает указания по:
    * способам сварки трубопроводов;
    * требования к квалификации сварщика;
    * типам и конструктивным размерам сварных соединений;
    * роду и полярности сварочного тока;
    * используемому для сварки оборудованию;
    * используемым сварочным материалам (сочетанию марок сварочных материалов), их сортаменту;
    * пространственному положению соединения при сварке;
    * режимам сварки для конкретных соединений трубопроводов в зависимости от марки стали и способа сварки;
    * порядку выполнения слоёв (валиков) шва;
    * методам и объёмам операционного контроля;
    * клеймению сварных соединений.
13. Применяемая для сварки соединений трубопроводов технология перед началом работ должна быть аттестована согласно ПНАЭ Г-7-010-89 (пункт 3) [11]. Применение неаттестованных технологий не разрешается.
14. К сварке соединения трубопровода разрешается приступить после приёмки качества его сборки. Приёмка сборки соединения под сварку выполняется представителем СТК (служба технического контроля) и руководителем сварочных работ (мастером, прорабом). Перед началом сварки соединения сварщик обязан визуальным методом осуществить контроль чистоты кромок и прилегающих поверхностей металла, а также качество сборки соединения под сварку (смещение кромок, величина зазора) и при необходимости потребовать выполнения повторной зачистки кромок и прилегающих к ним поверхностей труб (деталей) и обезжиривания.
15. Перед началом сварки (наплавки) при необходимости проводится повторная зачистка кромок и прилегающих к ним поверхностей, а также их обезжиривание. При этом обезжиривание является обязательным для собранных под сварку деталей из сталей аустенитного класса. В остальных случаях необходимость обезжиривания устанавливается ПТД.
16. Марки применяемых сварочных материалов должны соответствовать приведённым в таблицах 8.1.
17. В процессе выполнения многопроходных швов после наложения каждого очередного слоя (валика) шва его поверхность и кромки должны быть зачищены от брызг расплавленного металла и визуально проконтролированы сварщиком на отсутствие трещин, недопустимых вольфрамовых и прочих включений, пор и неровностей (подрезов, наплывов, углублений между валиками) и других дефектов. Выявленные недопустимые дефекты должны быть удалены механическим или ручным способом до возобновления сварки.
18. Обязательному контролю на отсутствие трещин подлежит поверхность корня шва сварных соединений труб из сталей марки 08Х18Н10Т (12Х18Н10Т), выполненного аргонодуговой сваркой без присадочной проволоки.
19. Все усадочные раковины (кратеры) должны быть тщательно заплавлены. Заплавку кратера при ручной дуговой сварке выполнять путём постепенного отвода электрода в сторону, противоположную направлению сварки и вывода дуги на только что наложенный шов. Участок вывода дуги должен быть не менее 15 мм.
20. Заплавку кратера при аргонодуговой сварке производить за счёт плавного уменьшения силы тока с одновременным резким уменьшением скорости подачи присадочной проволоки, или за счёт плавного увеличения дуги и скорости её перемещения с выводом дуги на кромку или ранее выполненный шов (последнее- при отсутствии в составе поста устройства для плавного гашения дуги и заварки кратера).
21. Сварку угловых швов следует выполнять не менее чем в два слоя.
22. При двухсторонней сварке (с выполнением подварочного шва) необходимость частичного или полного удаления корня выполненного шва, перед началом сварки со второй стороны, определяется по результатам визуального контроля обратной стороны шва. При сварке шва с обратной стороны производить зачистку механическим способом участков металла труб с неполным проплавлением. Зачистка производится до полного удаления непровара.
23. При выполнении многопроходных швов сварных соединений из сталей аустенитного класса после каждого прохода сварку следует прекращать до охлаждения металла в зоне сварки до температуры ниже 100°С.
24. Контроль температуры выполняется термокарандашами и термокрасками (с температурой перехода 100°С) или контактными термопарами (типа ТК). При применении аустенитных сварочных материалов с регламентированным содержанием ферритной фазы допускается повышение температуры до 250°С.
25. Ручную дуговую сварку покрытыми электродами, предназначенными для сварки сталей аустенитного класса между собой и со сталями перлитного класса (электроды марки ЭА-400/10У, ЭА-400/10Т, ЗИО-8, ЭА-395/9 и др., приведённые в таблице 8.1), следует выполнять узкими валиками шириной не более трёх диаметров применяемых электродов.
26. К сварке соединений трубопроводов следует приступать сразу же после выполнения прихватки и контроля качества сборки. Допускается перерыв между прихваткой и сваркой не более одной смены при условии тщательного укрытия соединения чистой хлопчатобумажной тканью/ полиэтиленовой пленкой для предупреждения попадания загрязнений в зазоры соединения и на кромки. При перерыве между прихваткой и сваркой, непосредственно перед сваркой, необходимо проверить состояние поверхности кромок и в случае необходимости выполнить его зачистку механическим путём.
27. Перерыв между сваркой корня шва и заполнением разделки кромок должен быть минимальным и не должен превышать одних суток – при отсутствии радиографического контроля шва, и трех суток – при радиографическом контроле корня шва.
28. Не допускаются силовые воздействия на соединение до полного окончания его сварки.
29. Места начала и окончания каждого слоя (валика) шва должны быть смещены относительно соседнего валика (слоя), при этом каждый последующий по высоте валик (слой) шва должен перекрывать предыдущий. Величина смещения и перекрестия должна быть:
    * не менее 10 мм, при ручной и автоматической аргонодуговой сварке, полуавтоматической сварке плавящимся электродом в среде защитного газа и ручной дуговой сварке покрытыми электродами диаметром до 3 мм включительно;
    * не менее 15 мм, при ручной дуговой сварке электродами диаметром   
      4-5 мм;
    * не менее 50 мм, при автоматической сварке под флюсом.
30. Ручную дуговую сварку следует выполнять на возможно более короткой дуге. Возбуждение дуги производить в разделке кромок или на ранее выполненном шве. Не допускается возбуждение дуги на поверхности изделия вне разделки кромок.
31. При аргонодуговой сварке зажигание дуги производить контактным способом при малом значении силы тока или с помощью осциллятора. При отсутствии в составе поста осциллятора и невозможности возбуждения дуги контактным способом при малом значении тока (отсутствие устройств для возбуждения) зажигание дуги и разогрев электрода производить в разделке, на ранее наплавленном металле или на стальной, медной или графитовой пластинке, устанавливаемой рядом с разделкой.
32. При обрыве дуги к сварке приступать вновь после механической обработки (удаления) кратера, отступив в сторону ранее выполненной части шва от 5 до 15 мм.
33. Аргонодуговую сварку стыковых и угловых соединений трубопроводов из сталей аустенитного класса, подведомственных ПНАЭ Г-7-008-89 [9] выполнять с поддувом аргона во внутреннюю полость трубы, что должно быть оговорено в технологической документации на сварку конкретного трубопровода. При сварке замыкающих стыков трубопроводов, когда установка удаляемых заглушек не представляется возможной, разрешается сварка без поддува защитного газа по решению, согласованному проектной (конструкторской), специализированной материаловедческой и монтажной организациями, а также разработчиком технологии сварки. В случае, если сварка замыкающего стыка во всех случаях должна быть выполнена с поддувом аргона, возможно выполнение щелевого поддува. В этом случае поддув производится через зазор между кромками при сварке первого прохода шва. Ещё одним способом, в случае если сварка замыкающего стыка должна быть выполнена с поддувом аргона, замыкающий стык рекомендуется выполнять вблизи штуцеров, а поддув осуществлять в камеру, ограниченную картонными заглушками, которые затем удаляются через штуцер, или заглушками из растворимой бумаги.
34. Толщина наплавляемого за один проход слоя (валика) шва не должна превышать:
    * 6 мм при дуговой сварке покрытыми электродами;
    * 5 мм при полуавтоматической сварке в среде защитных газов;
    * 4 мм при аргонодуговой сварке неплавящимся электродом с присадочной проволокой.
35. Ширина наплавляемого за один проход слоя (валика) шва не должна превышать:
    * при аргонодуговой сварке - диаметра сопла горелки, но не более 15 мм;
    * при дуговой сварке покрытыми электродами вертикальных соединений – не более 30 мм;
    * при полуавтоматической сварке плавящимся электродом в среде защитного газа – не более 25 мм.
36. При сварке горизонтальных соединений трубопроводов толщина наплавляемого слоя должна быть не более 80 % от значений, приведённых в п.12.4.23, а ширина слоя не более 10 мм.
37. Если процессу сварки соединений трубопроводов из сталей перлитного класса мешает магнитное поле, возникающее вследствие намагничивания трубы (магнитное дутьё), то необходимо размагнитить металл труб путём установки на трубу индуктора (6-8 витков провода) и пропускание по нему в течение 2-3 минут постоянного тока силой 200-300 А. Если после этого магнитное поле сохраняется, то ток следует пропустить в обратном направлении, подсоединив провода к противоположным выводам индуктора.
38. Сварку замыкающего соединения трубопровода производить после окончания работ по сварке, контролю качества и исправления дефектов на всех остальных соединениях трубопровода.
39. После сварки шов и прилегающая к нему зона основного металла должна быть зачищена от шлака, брызг и защитного покрытия. Сваренное и зачищенное сварное соединение должно быть заклеймено личным клеймом сварщика.
40. Перелом осей труб (деталей) после сварки соединения не должен превышать величин, приведённых в конструкторской документации. При отсутствии указаний в конструкторской документации перелом не должен превышать величин, указанных на пункте 11.24.
    1. **Способы сварки. Общие технологические требования**
41. Технология ручной аргонодуговой сварки стыковых соединений трубопроводов.
42. РАДС выполнять на постоянном токе прямой полярности. Сварку выполнять горелками, приведёнными в таблице 9.5 или другими горелками, имеющие аналогичные параметры и характеристики.
43. РАДС корневого шва соединений труб с V-образной разделкой кромок типа 1-22-1, 1-24-1, 1-16 выполнять с подачей присадочной проволоки диаметром от 1,6 до 3 мм. Выбор марки присадочной проволоки производится согласно рекомендациям таблиц 8.1 в зависимости от марки стали труб.
44. РАДС корневого шва соединений труб с U-образной разделкой кромок типа 1-25-1 из сталей аустенитного и перлитного класса следует выполнять, как правило, без подачи присадочной проволоки. Допускается РАДС соединений труб типа 1-25-1 выполнять с подачей присадочной проволоки, при этом зазор в соединении труб должен быть равным 1,5+0,5 мм.
45. Сварку корневых слоёв шва выполнять непрерывной или импульсной дугой. Рекомендуется применение импульсно-дуговой сварки, обеспечивающей более высокое качество формирования шва.
46. Сварку корневого слоя шва вертикальных соединений трубопроводов Ду до 200 мм выполнять за 2 полуоборота «на подъём». Сварку корневого слоя шва соединений трубопроводов Ду от 200 до 400 мм рекомендуется выполнять по четвертям, сваривая поочерёдно швы в каждой четверти в направлении снизу-вверх «на подъём». Сварку корневого слоя шва трубопроводов Ду 450 мм и более рекомендуется выполнять по четвертям обратноступенчатым способом (длина ступени – от 150 до 200 мм) в направлении снизу-вверх на подъём.
47. Сварку при заполнении разделки кромок выполнять на проход снизу-вверх «на подъём» при Ду до 300 мм и на проход по четвертям при Ду 350 мм и более.
48. Сварку соединений труб Ду до 200 мм выполняет один сварщик, а соединений Ду более 200 мм рекомендуется выполнять двумя сварщиками. При этом сварка выполняется одновременно в диаметрально противоположных четвертях. Допускается сварка соединений Ду более 200 мм одним сварщиком. При этом очерёдность сварки швов следующая: IV четверть, II четверть, I четверть, III четверть. Допускается изменить порядок сварки швов в четвертях, но во всех случаях после сварки шва в одной из четвертей надлежит затем выполнить сварку шва в диаметрально противоположной четверти.
49. Сварку очередных слоёв шва выполнять поочерёдно в каждой половине или в каждой четверти. К сварке очередного слоя шва приступить после окончания сварки предыдущего слоя по всему периметру соединения. В порядке исключения при необходимости регулирования величины перелома осей свариваемых труб разрешается при заполнении разделки кромок выполнять в одной из четвертей или в одной половине 2 слоя шва (по высоте), не выполняя их в других четвертях (на другой половине).
50. Сварку слоёв (валиков) шва горизонтальных стыков выполнять в той же последовательности, что и вертикальных. Разрешается сварка за полный оборот горелки вокруг стыка. Место начала сварки выбирается в любом удобном для сварщика месте.
51. Не разрешается начинать сварку на прихватке. Прихватки при сварке корневого шва должны быть переплавлены.
52. При сварке соединения с поддувом защитного газа во внутреннюю полость трубы поддув прекращается после выполнения второго слоя по высоте.
53. Сварку соединения выполнять при минимальной силе тока, обеспечивающем качественное формирование корня шва и сплавление шва с кромками труб и предыдущим швом, при скорости сварки:
    * от 2,5 до 3,0 м/ч соединений труб из сталей перлитного класса;
    * от 3 до 5 м/ч соединений труб из сталей аустенитного класса.
54. Ориентировочные режимы сварки приведены в таблице 12.1, 12.2.
55. Технология автоматической аргонодуговой сварки стыковых соединений трубопроводов диаметром меньше 200 мм.
56. Автоматическую аргонодуговую сварку неплавящимся электродом выполнять на постоянном токе прямой полярности импульсной или непрерывной дугой с использованием сварочных аппаратов, приведённые в таблицах 9.6; 9.8; 9.9.
57. Автоматическую сварку выполнять в следующей последовательности:
    * сварить корневой слой шва;
    * проконтролировать визуальным способом качество сварки корня шва;
    * выполнить заполнение разделки кромок и валик усиления шва.

При сварке корневого (основного) слоя шва стыковых соединений труб из аустенитных сталей применять следующие способы сварки:

* + сварку импульсной дугой с шаговым перемещением электрода;
  + сварку импульсной дугой с непрерывным перемещением электрода;
  + сварку по методу последовательного проплавления непрерывной дугой;
  + сварку непрерывной дугой.

1. При сварке корневого (основного) слоя шва стыковых соединений труб из перлитной стали применять следующие способы:
   * сварку импульсной дугой с шаговым перемещением электрода;
   * сварку импульсной дугой с непрерывным перемещением электрод;
   * сварку непрерывной дугой.
2. Сварку корневого (основного) слоя шва импульсной дугой с шаговым перемещением применять при выполнении стыковых соединений типа 1-21-2 на кромках труб:
   * из аустенитной стали при толщине стенок от 2 до 4 мм;
   * из перлитной стали при толщине стенки от 2 до 3,5 мм.
3. Сварку основного слоя шва соединения 1-21-2 по методу последовательного проплавления выполнять при толщине стенки труб до 3,5 мм включительно. При сварке по методу последовательного проплавления выполнять 2-3 прохода (без перерывов между ними) непрерывной дугой с постоянной скоростью перемещения электрода. Сварка выполняется при значении силы тока меньшем, чем необходимо для получения сквозного проплавления на первом проходе.
4. Сварка корня шва должна выполняться при минимальной длине дуги. Установочная длина дуги (расстояние между электродом и поверхностью трубы или «уса» разделки пред возбуждением дуги) должна составлять   
   от 1 до 1,2 мм. При сварке по методу последовательного проплавления установочная длина дуги может составлять до 1,5 мм.

Таблица 12.1 - Рекомендуемые режимы ручной аргонодуговой сварки прерывной дугой стыков трубопроводов

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип соединения (для перлитных и аустенитных сталей) | Толщина стенки, мм | Сила тока, А | | |
| При сварке корня шва | При заполнении разделки |
| С-22;С-23;  С-25  1-23(С-23);1-24-1(С-24-1);1-25 (С-25) | До 2  Свыше 2 до 4  Свыше 4 до 6  Свыше 6 | 40 – 60  60 – 90  80 – 110  90 – 120 | 40 – 60  70 – 100  90 – 120  90 – 130 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *Окончание таблицы 12.1* | | | |
| Тип соединения (для перлитных и аустенитных сталей) | Толщина стенки, мм | Сила тока, А | |
| При сварке корня шва | При сварке корня шва |
| С-23;С-42;  1-23(С-23);  1-25-1(С-42);  1-24-1(С-24-1);1-22(С-22) | До 6 вкл.  Свыше 6 до 16  Свыше 16 | 70 – 90  85 – 105  100 – 130 | 90 – 120  90 – 130  100 – 140 |

Таблица 12.2 - Рекомендуемые режимы ручной аргонодуговой сварки импульсной дугой стыков трубопроводов

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип соединения (для перлитных и аустенитных сталей | Толщина стенки, мм | Сила тока, А | | Продолжительность, с | |
| Импульса | Паузы | Импульса | Паузы |
| С-22; С-23;  1-23(С-23); 1-24-1(С-24-1) | от 1 до 1,5  от 1,5 до 2,5  от 2,5 до 4  от 4 до 6  от 6 до 12  свыше 12 | 40 – 50  50 – 70  80 – 110  90 – 120  100 – 130  125 – 150 | 6 – 8 | 0,4 – 0,6  0,4 – 0,6  1,5 – 2  1,5 – 2  1,5 – 2,5  1,5 – 2,5 | 0,3–0,5 |
| С-23;  1-23(С-23);1-24-1(С-24-1); 1-22(С-22) | 4 – 8  9 – 16  свыше 16 | 100 – 125  115 – 130  125 – 130 | 1,2 – 2  1,5 – 2,5  1,5 – 2,5 |
| Примечание - Значение силы тока при сварке сталей перлитного класса принимать ближе к верхнему пределу. | | | | | |

1. Сварка основного (корневого) слоя шва неповоротного вертикального и горизонтального стыков выполняется за полный оборот горелки вокруг стыка. При сварке вертикального стыка место начала сварки рекомендуется выбирать на участке соединения, соответствующему «4-5 часов» (по циферблату часов) и выполнять в сторону нижнего положения «12 часов». При сварке горизонтального стыка место начала сварки не регламентируется. В процессе сварки основного (корневого) слоя вертикального стыка допускается программирование режима сварки по силе тока в зависимости от пространственного положения сварочной ванны. Программирование может осуществляться автоматически и вручную (сварщиком) по заранее выбранной программе (определяется при сварке пробных соединений).
2. Отклонение электрода при сварке корневого слоя шва от оси соединения должно составлять ±0,5 мм.
3. После выполнения корневого (основного) слоя производить визуальный осмотр поверхности шва (выполняет сварщик) на отсутствие трещин и других поверхностных дефектов, а также с целью оценки наличия проплавления. Проплавление стенки («уса» разделки) имеет место при наличии полосы более тёмного цвета по центру соединения.
4. Усиливающий валик шва и заполнение разделки выполнять одним из следующих способов:
   * сваркой по методу автоопрессовки;
   * сваркой с подачей присадочной проволоки.
5. Сварку по методу автоопрессовки применять при выполнении сварных швов на трубах из аустенитных и перлитных сталей при условии ослабления шва с наружной стороны не более 0,5 мм на трубах диаметром до 76 мм и не более 0,8 мм на трубах диаметром более 76 мм из аустенитных сталей, и не более 0,3 мм на трубах любого диаметра из перлитных сталей.

Сварку с присадочной проволокой можно применять без ограничений.

1. Сварку по методу автоопрессовки осуществлять за счёт выполнения 3-4 опрессовочных проходов при сварке соединений труб из сталей аустенитного класса; 6-8 опрессовочных проходов при сварке соединений труб из сталей перлитного класса.
2. После выполнения 2-3 непрерывных проходов производить охлаждение стыка до температуры ниже 100°С.
3. Опрессовочные проходы при сварке соединений труб диаметром более 76 мм рекомендуется выполнять по частям, для чего периметр стыка условно разбивают на 3 и более участков, каждый из которых длиной не более 120 мм. Опрессовку на них выполнять поочерёдно, за счёт возвратнопоступательных движений электрода от начала участка к его концу и обратно. Опрессовка на каждом очередном участке начинать после охлаждения стыка до температуры ниже 100°С. Опрессовочные проходы рекомендуется выполнять с поперечными колебаниями электрода, если узел колебаний имеется в сварочном автомате.
4. Длина дуги при выполнении опрессовочных проходов должна составлять от 2 до 2,5 мм.
5. Сварку валиков шва с подачей присадочной проволоки производить с поперечными колебаниями электрода за полный оборот горелки вокруг стыка.
6. Присадочная проволока диаметром 1,2 мм подается по центру выполняемого валика шва в переднюю часть сварочной ванны навстречу движению электрода.
7. При выполнении опрессовочных проходов без колебаний электрода рекомендуется смещать дугу относительно центра соединения вправо (влево) на расстояние от 1 до 1,5 мм после выполнения 1-2 проходов с каждой стороны от центра соединения.
8. Длина дуги при сварке валика с присадочной проволокой должна составлять от 1,5 до 2,5 мм.
9. Сварку слоёв (валиков) шва вертикального стыка с присадочной проволокой следует начинать в нижней части вертикального стыка и выполнять в направлении нижнего положения (12 часов) при условии окончания сварки прохода в нижнем положении (с учётом перекрытия валика шва) или в положении «на спуск»). При сварке горизонтального стыка место начала сварки не регламентируется.
10. В сварных соединениях труб из аустенитной сталей, к которым предъявляются повышенные требования по стойкости к межкристаллитной коррозии, и в сварных соединениях труб из углеродистых и кремнемарганцовистых сталей перлитного класса, к которым предъявляются повышенные требования к пластичности соединения, сваренные с подачей присадочной проволоки рекомендуется выполнять дополнительно по 3-4 опрессовочных прохода (без присадочной проволоки). Необходимость выполнения опрессовочных проходов оговаривается в ПТД.
11. Выбор марки присадочной проволоки при автоматической дуговой сварке выполняется согласно рекомендациям, приведённым в таблице 8.1, в зависимости от марки свариваемой стали.
12. Рекомендуемые режимы автоматической аргонодуговой сварки неповоротных соединений трубопроводов приведены в таблицах 12.3; 12.4; 12.5. Допускается корректировка отдельных параметров режимов в пределах не более ±10 %.
13. Разрешается выполнение усиливающего валика шва и заполнение разделки кромок способом ручной аргонодуговой сваркой с присадочной проволокой, ручной дуговой сваркой покрытыми электродами и полуавтоматической сваркой плавящимся электродом в среде защитного газа.
14. Технология автоматической аргонодуговой сварки стыковых соединений трубопроводов диаметром больше 200 мм.
    1. Автоматическую аргонодуговую сварку неплавящимся вольфрамовым электродом с присадочной проволокой неповоротных вертикальных стыков труб выполнять сварочным автоматом типа АДГ-301УХ4 или другими аналогичного типа.
    2. При автоматической аргонодуговой сварке труб углеродистых, кремнемарганцовистых сталей перлитного класса применять соединение с разделкой кромок 1-25.
    3. Для сварных соединений при сварке труб из аустенитной стали 08Х18Н10Т, 12Х18Н10Т применять соединения с разделками кромок типа 1-25-1(С-42).
    4. Заполнение разделки кромок производится с применением присадочной проволоки диаметром от 1,2 до 2 мм. Марка присадочной проволоки выбирается в соответствии с рекомендациями таблицы 8.1 в зависимости от марки стали труб.
    5. Сварку стыков труб выполнять на постоянном токе, прямой полярности в направлении «на подъём» за два полуоборота.
    6. При сварке трубопроводов из коррозионностойкой стали аустенитного класса присадочную проволоку следует подавать в переднюю часть сварочной ванны (рисунок 12.1).

Таблица 12.3 - Автоматическая аргонодуговая импульсная сварка неплавящимся электродом при выполнении корневого валика шва неповоротных сварных соединений типов I-21-2 на трубах из сталей аустенитного класса автоматами ОДА, ГСА и АТ.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номинальный диаметр свариваемых труб, мм | 14 - 38 | | | | | | 57 - 159 | | | |
| Номинальная толщина стенки труб или толщина притупления, мм | 1 | 1,5 | 2 | 2,5 | 3 | 3,5 | 3 | 3,5 | 4 | 4,5 |
| Время горения дуги до начала перемещения электрода, с. | 0,5 | 1,5 | 1,8 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,0 – 4,0 | 3,0 | 3,0 | 4,0 |
| Расстояние между электродом и изделием (установочное), мм | 0,8 – 1,2 | | | | | | 1,0 – 1,5 | | | |
| Сила тока в импульсе, А | 80 - 85 | 90 -95 | 105 - 110 | 120 - 125 | 140 - 145 | 155 - 165 | 100 - 120 | 120 - 130 | 140 - 155 | 150 -165 |
| Сила тока в паузе, А | 6 - 8 | | | | | | 25 | | | |
| Продолжительность импульса, с. | 0,10 - 0,15 | 0,10-0,15 | 0,20-0,25 | 0,50-0,60 | 0,60-0,70 | 0,75-0,90 | 0,60-0,65 | 0,60-0,65 | 0,75-0,90 | 0,75-0,90 |
| Продолжительность паузы, с. | 0,15 - 0,25 | 0,15-0,25 | 0,25-0,30 | 0,40-0,50 | 0,70-0,80 | 0,70-0,80 | 0,50-0,60 | 0,50-0,60 | 0,55-0,65 | 0,55-0,65 |
| Длина шага перемещения электрода, мм | Перемещение электрода непрерывное | | | | | | 2 – 2,4 | | | |
| Скорость сварки, мм/c. | 4,4 - 5,0 | 3,1 - 3,3 | 2,8 - 3,3 | 2,2 – 2,5 | 1,9 - 2,2 | 1,4 - 1,9 | Перемещение электрода шаговое | | | |

Таблица 12.4 - Автоматическая аргонодуговая сварка неплавящимся электродом методом автоопрессовки при выполнении неповоротных стыков сварных соединений типа 1-21-2 на трубах из сталей аустенитного класса без присадочной проволоки.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номиналь-ный диаметр сварива-емых труб, мм | Номиналь-ная толщина стенки труб, мм | Расстояние между электродом и изделием (установочное), мм | Сила тока, А | Напряже-ние на дуге, В | Скорость сварки, мм/c | Число прохо-дов дуги |
| 14 – 25 | 2  2,5  3 | 1,2 – 2 | 60 – 70  60 – 70  70 – 80 | 10 – 12 | 2,5 – 2,8  2,5 – 2,8  2,5 – 2,8 | 3 – 6 |
| 32 – 38 | 2,5  3  3,5 | 1,5 – 2,5 | 60 – 75  75 – 90  85 – 100 | 9,5 – 11 | 2,5 – 2,8  2,8 – 3,1  2,8 – 3,1 | 3 – 6 |
| 57 – 108 | 3  3,5  4  4,5 | 1,5 – 2,5 | 75 – 90  80 – 95  80 – 95  80 – 100 | 9 – 10,5 | 2,8 – 3,1 | 2 – 6 |

Таблица 12.5 - Автоматическая аргонодуговая сварка неплавящимся электродом методом последовательного проплавления при выполнении неповоротных стыковых сварных соединений типа 1-21-2 на трубах из сталей аустенитного класса без присадочной проволоки автоматами ОДА, АТ, ГСМ.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номиналь-ный диаметр сварива-емых труб, мм | Номиналь-ная толщина стенки труб, мм | Расстояние между электродом и изделием (установочное), мм | Сила тока, А | Напря-жение на дуге, В | Скорость сварки, мм/c. | Число непре-рыв-ных прохо-дов дуги |
| 14 | 2 | 0,8 – 1,2 | 85 – 95 | 8 – 10 | 15,3 – 1,7 | 3 |
| 18 | 2,5 | 90 – 105 | 13,9 – 15,3 | 4 |
| 25 | 2 | 90 – 100 | 12,5 – 13,9 | 3 |
| 32 | 3 | 105 – 115 | 6,9 – 8,3 | 3 |
| 32 | 3,5 | 105 – 115 | 5,6 – 6,9 | 3 |
| 38 | 3 | 115 – 120 | 6,9 – 8,3 | 3 |
| 38 | 3,5 | 110 – 120 | 5,6 – 6,9 | 4 |

Таблица 12.6 - Автоматическая аргонодуговая сварка неплавящимся электродом при выполнении неповоротных сварных соединений типа 1-25-1(С-42) на трубах из сталей аустенитного класса автоматами АДГ-201УХЛ4

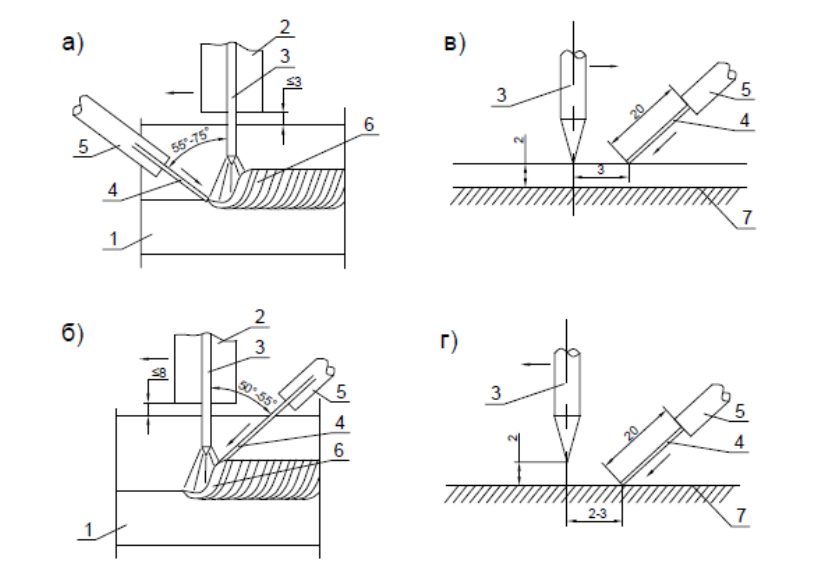
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номинальный диаметр свариваемых труб, мм | Номинальная толщина стенки труб, мм | Номер валика | Расстояние между электродом и изделием (установочное), мм | Диаметр присадочной проволоки, мм | Сила тока, А | Напряжение на дуге, В | Скорость сварки, мм/c. | Скорость подачи проволоки, мм/c. | Часто-та коле-баний элект-рода, 1/мин. |
| 57 - 76 | 4 - 4,5 | 1  2 | 1 – 1,2  1,8 – 2,5 | -  1,2 | 100 - 115  110 - 120 | 9 - 11  11 - 13 | 1,7 – 2,1  1,9 – 2,2 | -  5,0 – 6,1 | -  60 - 70 |
| 57 - 108 | 5 -6 | 1  2 - 3 | 1 – 1,5  1,8 – 2,5 | -  1,2 – 1,6 | 110 - 120  120 - 130 | 9 - 11  11 - 13 | 1,8 – 2,1  1,7 – 1,9 | -  4,2 – 5,6 | -  60 - 70 |
| 7 - 9 | 1  2 - 4 | 1 – 1,5  2 - 3 | - 1,6 | 115 - 125  130 - 145 | 9 - 11  11 - 14 | 1,8 – 2,1  1,7 – 1,9 | -  5,0 – 6,1 | -  50 - 60 |
| 133 -159 | 6 - 7 | 1  2 - 4 | 1 – 1,5  1,8 – 2,5 | -  1,2 – 1,6 | 115 - 125  125 - 140 | 9 - 11  11 - 13 | 1,5 – 1,8  1,5 – 1,9 | -  4,2 – 4,7 | -  60 - 70 |
| 8 - 10 | 1  2 - 6 | 1 – 1,5  1,8 – 3,0 | - 1,6 | 125 - 130  145 - 160 | 9 - 11  11 - 14 | 1,7 – 1,9  1,7 – 1,9 | -  4,4 – 5,6 | -  50 - 60 |
| 14 - 17 | 1  2 - 9 | 1 – 1,5  2 - 3 | - 1,61 | 140 - 160  170 - 185 | 9 - 11  11 - 14 | 1,7 – 1,9  1,9 – 2,2 | -  5,6 – 6,9 | -  40 - 50 |

Таблица 12.7 - Автоматическая аргонодуговая сварка неплавящимся электродом при выполнении неповоротных стыков сварных соединений типа 1-25 на трубах из сталей перлитного класса с номинальным наружным диаметром от 219 до 990 мм, с толщиной стенки от 10 до 65 мм автоматом АДГ– 301УХЛ4

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер валика  (слоя) шва | Диаметр присадочной проволоки, мм | Сила тока, А | | Напряжение на дуге, В | Скорость сварки, мм/c | Скорость подачи проволоки, мм/c. | Скорость колебания электрода, мм/c. | Время задержки электрода у кромки, с. |
| Базового | В импульсе у кромки |
| 1 | - | 150 – 160 | 150 – 160 | 9 – 10 | 0,7 – 0,8 | - | - | - |
| 2 | 1,2 | 180 – 190 | 200 – 210 | 9 – 10 | 0,7 – 0,8 | 5,0 – 6,9 | 2,5 | 0,7 – 0,9 |
| 3 | 1,6 – 2,0 | 200 – 220 | 220 – 240 | 10 – 11 | 0,6 – 0,7 | 4,2 – 5,6 | 2,5 | 0,9 – 1,1 |
| 4 и последующие (кроме двух последних слоев) | 1,6 – 2,0 | 210 – 230 | 240 – 260 | 10 – 11 | 0,6 – 0,7 | 5,0 – 8,3 | 2,5 | 0,9 – 1,1 |
| Предпоследний слой | 1,6 – 2,0 | 200 – 210 | 220 – 240 | 10 – 11 | 0,6 – 0,7 | 5,0 – 6,4 | 3,0 | 0,8 – 1,0 |
| Последний слой | 1,6 – 2,0 | 190 – 210 | 190 – 210 | 9 – 10,5 | 0,6 – 0,7 | 4,2 – 5,6 | 3,0 | 0,7 – 0,9 |

Таблица 12.8 - Автоматическая аргонодуговая сварка неплавящимся электродом при выполнении неповоротных стыков сварных соединений типа 1-25-1(С-42), на трубах из сталей аустенитного класса с номинальным наружным диаметром от 219 до 560 мм, с толщиной стенки от 10 до 40 мм автоматом АДГ– 301УХЛ4

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер валика  (слоя) шва | Диаметр присадочной проволоки, мм | Сила тока, А | | Напряжение на дуге, В | Скорость сварки, мм/c. | Скорость подачи проволоки, мм/c. | Скорость колебания электрода, мм/c. | Время задер-жки элект-рода у кромки, с. |
| Базового | В импульсе у кромки |
| 1 | - | 145 – 160 | 145 – 160 | 8 – 9 | 1,7 – 1,8 | - | - | - |
| 2 | 1,2 | 125 – 145 | 150 – 160 | 9 – 10 | 0,8 – 1,0 | 3,6 – 4,2 | 2,5 – 3 | 1 – 1,4 |
| 3 | 1,6 – 2,0 | 155 – 170 | 180 – 190 | 9 – 10 | 0,8 – 0,9 | 5,6 – 6,9 | 2,5 – 2,8 | 0,8 – 1,1 |
| 4 и последующие (кроме двух последних слоев) | 1,6 – 2,0 | 170 – 220 | 200 – 240 | 9,5 – 11 | 0,7 – 0,8 | 6,1 – 8,9 | 2,5 – 2,8 | 0,8 – 1,1 |
| Предпоследний слой | 1,6 – 2,0 | 160 – 200 | 190 – 220 | 9 – 10 | 0,6 – 0,7 | 4,2 – 6,9 | 2,5 – 2,8 | 0,7 – 1 |
| Последний слой | 1,6 – 2,0 | 160 – 200 | 160 – 200 | 9 – 10 | 0,6 – 0,7 | 3,3 – 4,7 | 3,0 – 3,5 | 0,2 – 0,5 |



а, в – при подаче присадочной проволоки в переднюю часть

сварочной ванны;

б, г - при подаче присадочной проволоки в хвостовую часть

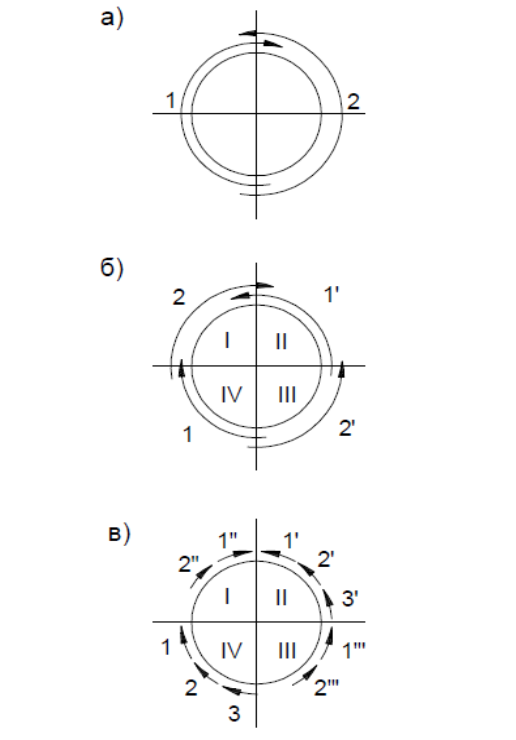
сварочной ванны;

1 – изделие; 2 – сопло горелки; 3 – электрод; 4 – проволока;

5 – мундштук; 6- сварочная ванна; 7 – поверхность шва

Рисунок 12.1 - Варианты подачи присадочной проволоки

1. При сварке труб из стали перлитного класса разрешается подавать присадочную проволоку либо в переднюю, либо в хвостовую (вслед движению электрода) часть ванны (рисунок 12.1). Настройка положения присадочной проволоки относительно электрода и поверхности изделия осуществлять согласно указаниям, приведённым на рисунке 12.1. Первый, второй и последний слои шва во всех случаях следует сваривать с подачей присадочной проволоки в переднюю часть сварочной ванны.
2. При сварке слоёв шва, состоящих из отдельных параллельных валиков, присадочную проволоку подавать также в переднюю часть сварочной ванны.
3. Сварку корневого слоя шва выполнять непрерывной дугой без поперечных колебаний электрода и проволоки.
4. Сварку остальных слоёв шва (кроме облицовочных) осуществлять с поперечными колебаниями электрода и присадочной проволоки, с импульсным увеличением силы сварочного тока и скорости подачи проволоки в крайних точках амплитуды колебаний электрода.
5. Сварку облицовочных слоёв выполнять с поперечными колебаниями электрода и проволоки без синхронизированного увеличения сварочного тока и скорости подачи проволоки.
6. При ширине разделки кромок в месте выполнения очередного слоя шва до 16 мм (и ниже) сварку производить с колебаниями электрода от одной кромки до другой. При большой ширине разделки сварку каждого слоя шва выполнять за два или несколько перекрывающих друг друга валиков. При этом импульсно увеличивать сварочный ток и скорость подачи проволоки следует только при нахождении электрода у кромки разделки, т.е. только в одной крайней точке амплитуды колебаний электрода и проволоки.
7. Толщина наплавляемого за один проход слоя шва не должны превышать:
   * при сварке с подачей проволоки в переднюю часть сварочной   
     ванны – 3,0 мм;
   * при сварке с подачей проволоки в хвостовую часть сварочной   
     ванны – 4,5 мм.
8. При сварке соединения сварщик должен следить за формированием шва у кромок разделки. При возникновении пропусков шва у кромки (пустоты) сварка должна быть прекращена. Дефекты формирования шва должны быть удалены механическим путём или подварены. Сварка возобновляется вновь после корректировки параметра (параметров) режима, приведшего к образованию дефекта.
9. Технология ручной дуговой сварки стыковых соединений трубопроводов.
10. Ручную дуговую сварку покрытыми электродами выполнить на постоянном токе обратной полярности. Ручную дуговую сварку применять:
    * для заполнения разделки кромок соединений трубопроводов из сталей перлитного и аустенитного класса, корневой шов которых выполнен аргонодуговой сваркой (при толщине стенки трубы более 6 мм);
    * для выполнения сварных соединений трубопроводов с двухсторонним доступом (при диаметре труб 720 мм и более, тип соединения 1-16.
11. Ручную дуговую сварку корневых и подварочных слоёв шва (тип шва 1-16) выполнить электродами диаметром 3 мм. Для заполнения разделки кромок применять электроды диаметром от 3 до 4 мм.
12. Сварку вертикальных стыков выполнять слоями. Сварку горизонтальных стыков выполнять слоями, состоящими из отдельных параллельных валиков каждый шириной до 3 диаметров электрода. При этом первым в слое сваривается валик у нижней кромки.
13. Сварку соединений трубопроводов из аустенитных сталей выполнять узкими валиками (не более 3 диаметров электрода).
14. Сварка вертикального стыка выполняется в направлении снизу вверх «на подъём». Порядок сварки слоёв валиков шва приведён на рис. 12.2.
15. Наплавку слоя в потолочной части стыка следует начинать, отступив на 10-30 мм от нижней точки в сторону, противоположную направлению сварки.
16. Сварку вертикальных и горизонтальных стыков труб диаметром до 219 мм выполняет, как правило, один сварщик. Сварку соединений труб диаметром более 219 мм выполняют двумя сварщиками.
17. Сварка должна выполняться на минимально возможной длине дуги с поперечными колебаниями электрода.
18. Режимы сварки должны соответствовать приведёнными в паспорте (технических условиях, отраслевых стандартах) на применяемую марку электродов (в зависимости от диаметра электрода и пространственного положения стыка труба).
19. Технология полуавтоматической сварки плавящимся электродом в среде защитных газов.
20. Полуавтоматическую сварку проволокой сплошного сечения в смеси газов и в среде двуокиси углерода применять при сварке стыковых соединений труб из углеродистых и кремнемарганцовистых сталей перлитного класса диаметром более 200 мм. При этом полуавтоматом разрешается производить заполнение разделки кромок соединений трубопроводов, в которых корневая часть шва толщиной не менее 4 мм выполнена предварительно ручной или автоматической аргонодуговой сваркой неплавящимся электродом, а также выполнять сварку всего сечения стыков труб диаметром 720 мм и более (тип соединения 1-16).
21. Сварка выполняется на постоянном токе обратной полярности.
22. Марка электродной проволоки выбирается согласно рекомендациям таблицы 8.1. Диаметр электродной проволоки должен составлять от 0,8 до 1,2 мм.
23. Сварку корневого слоя шва соединения 1-16 выполнять «на подъём» с поперечными колебаниями электрода.
24. Сварку второго и последующих слоёв шва соединений труб, в т.ч в которых корневой слой шва выполнен другими способами сварки, производить с поперечными колебаниями электрода в направлении снизу-вверх.
25. Угол между электродами при сварке всех слоёв шва и касательной к поверхности трубы должен составлять от 70° до 90° (электрод расположен перпендикулярно к касательной или «углом назад».
26. При укрупнении блоков трубопроводов по возможности рекомендуется производить кантовку блока, при которой обеспечивается сварка на участках от вертикального до нижнего («на подъём», участки 3-12 и 9-12 ч).
27. Перед сваркой шва с обратной стороны в соединении 1-16 необходимость удаления корневого шва механическим путём определяется по результатам визуального осмотра формирования шва с обратной стороны.
28. При различного рода нарушениях процесса сварки (нарушение защиты зоны сварки, застревание проволоки в шланге, и т.п) сварку следует прекратить и возобновлять вновь после устранения неисправности и удаления дефектного участка шва механическим путём.



а – сварка за два полуоборота на подъем;

б – сварка по четвертям на проход;

в – сварка обратноступенчатым способом по четвертям.

Рисунок 12.2 – Порядок сварки корневого слоя шва вертикального соединения

1. Рекомендуемые режимы полуавтоматической сварки неповоротных стыковых соединений трубопроводов приведены в таблице 12.10.
2. Технология автоматической сварки под флюсом поворотных стыковых соединений трубопроводов.
3. Автоматическую сварку под флюсом разрешается применить в условиях стационарных площадок при изготовлении трубных блоков и деталей трубопроводов диаметром более 200 мм при толщине стенок от 6 мм и более из углеродистых и кремнемарганцовистых сталей перлитного класса и сталей аустенитного класса.
4. Сварка должна выполняться на стендах, оборудованных вращателями, которые обеспечивают плавное вращение свариваемых труб (деталей) без рывков и пробуксовок.
5. Автоматическая сварка под флюсом выполняется на постоянном токе обратной полярности
6. Выбор сварочного материала осуществляется согласно рекомендациям таб.8.1 в зависимости от марки свариваемой стали.
7. Мундштук автомата должен устанавливаться таким образом, чтобы электрод был смещён от верхней точки (зенита) в сторону, противоположную направлению вращения трубы на величину «а», которая выбирается в зависимости от диаметра свариваемых труб. При этом электрод располагается в вертикальной плоскости.

Таблица 12.9 - Зависимость смещения электрода от диаметра трубопровода

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наружный диаметр Дн, мм | 200-400 | 400-800 | Свыше 800 |
| Смещение «а» | 15-30 | 30-60 | 60-100 |

1. Вылет электрода из мундштука должен составлять при толщине стенки от 6 до 10 мм – от 35 до 40 мм, а при толщине от 10 до 14 мм – от 50 до 55 мм.

Таблица 12.10 - Рекомендуемые режимы полуавтоматической сварки неповоротных стыковых соединений труб диаметром 219-1620 мм из углеродистых и кремнемарганцовистых сталей

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Диаметр проволоки, мм | Корневой шов | | Заполнение разделки | | Скорость сварки, м/ч | Вылет электродной проволоки, мм | Расход защитного газа, м3/ч |
| Сила тока, А | Напряжение на дуге, В | Сила тока, А | Напряжение на дуге, В |
| 0,8  1,0  1,2  1,6\* | 70 – 90  90 – 110  100 – 140  - | 17 – 18  18 – 20  18 – 22  - | 80 – 120  110 – 150  120 – 160  200 -300 | 18 – 20  19 – 23  19 – 24  24 – 30 | 1,5 – 10 | 8 – 12  12 – 14  12 – 16  14 - 20 | 1,1 – 1,3 |
| \*Проволоку диаметром 1,6 мм разрешается применять для заполнения разделки при укрупнении блоков трубопроводов с кантовкой в процессе сварки, при которой обеспечивается сварка на участках от вертикального до нижнего («на подъем», участки 3-12 и 9-12 ч.). | | | | | | | |

1. Высота слоя флюса в зоне горения дуги должен составлять от 25 до 40 мм. Для удержания флюса применять флюсовые коробки, открытые сверху и снизу и плотно прилегающие боковыми стенками к поверхности трубы.
2. Начало каждого очередного слоя шва на длине от 40 до 50 мм следует очищать от шлака для выполнения «замка» шва.
3. Рекомендуемые режимы сварки приведены в таблице 12.11.

Таблица 12.11 - Рекомендуемые режимы сварки

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Диаметр и толщина стенки, мм | Диаметр электродной проволоки, мм | Число проходов | Сила тока, А | Напряжение на дуге, В | Скорость сварки, м/ч | Скорость подачи проволоки, м/ч |
| 219х6 | 2 | 2 | 400-450 | 34-38 | 30-33 | 290-330 |
| 426х8 | 2 | 2 | 450-480 | 34-38 | 32-34 | 300-320 |
| 530х8 | 2 | 2 | 400-480 | 40-45 | 30-35 | 330-360 |
| 720х9 | 2 | 2 | 400-480 | 42-45 | 38-40 | 330-370 |
| 48-50 |
| 820х9 | 3 | 2 | 550-650 | 46-48 | 60-65 | 160-190 |
| 680-750 | 48-50 | 55-65 |
| 1020х11 | 3 | 2 | 580-650 | 46-48 | 55-65 | 180-320 |
| 680-750 | 48-50 | 50-55 |
| Примечание – В числителе режимы сварки первого слоя, в знаменателе – отдельных слоёв шва. | | | | | | |

1. Технология сварки стыковых соединений трубопроводов из сталей различных структурных классов ручными способами сварки.
2. При сварке в монтажных условиях труб из сталей перлитного класса со сталями аустенитного класса в случае отсутствия на их кромках предварительной наплавки, выполненной на предприятии-изготовителе, должны применяться специальные переходники, изготавливаемые в заводских условиях. Применение указанных переходников должно предусматриваться конструкторской документацией. Переходник представляет собой сборочную единицу, сваренную из двух отрезков труб, каждый из которых по марке стали соответствует соединяемым трубам.
3. При отсутствии переходников выполнение сварных соединений трубопроводов из сталей различных структурных классов при толщине стенки не более 10 мм производить с использованием сварочных материалов, рекомендованных таблице 8.1 одним из следующих способов сварки:
   * ручной аргонодуговой
   * комбинированной, когда корень шва выполняют ручной аргонодуговой сваркой, а заполнение разделки производят ручной дуговой сваркой покрытыми электродами.
4. Допускается применение РАДС с присадочной проволокой диаметром 1,6-2,0 мм при сварке корня шва с использованием соединения типа 1-24-1 при условии выполнения соединения сварщиками, прошедшими специальную практическую подготовку и показавшими способность обеспечить требуемое внутреннее формирование шва с непрерывной и равномерной подачей присадочной проволоки, а также минимальное перемешивание перлитного и аустенитного металла труб. Зазор в соединении должен составлять 1,5 + 0,5 мм.
5. Заполнение разделки выполнять, обеспечивая минимальную глубину проплавления кромки трубы из перлитной стали, т.е. при выполнении сварки на минимальных значениях силы тока из числа приведённых в соответствующих таблицах.
6. Выполнение сварных соединений трубопроводов из сталей различных структурных классов с толщиной стенки свыше 10 мм при наличии наплавок на кромках следует производить в соответствии с рекомендациями, приведёнными для сварки сталей аустенитного класса способами сварки РАДС и РДС.
7. Технология сварки угловых соединений трубопроводов (сварка штуцеров).
8. Вварку штуцеров ответвлений и врезок в трубопровод выполнять РАДС с присадочной проволокой диаметром от 1,6 до 3мм. Выбор марки присадочной проволоки выполняется согласно таблице 8.1 в зависимости от марки стали детали.
9. Сварка соединений выполняется не менее чем в два слоя по высоте. При этом сварку корневого слоя на штуцерах выполнять на проход от точек С и D к точкам А и В (рисунок 12.3) при этом:
   * сварку корневого слоя выполнять напроход от точек С и D к точкам А и В (рисунок 12.3) при диаметре штуцера менее 500 мм и обратноступенчатым способом при диаметре штуцера 500 мм и более. При этом первыми должны быть заварены участки шва в зоне «щёчек» (участки СК, CL, DH, DN), разрешается выполнение двух слоёв по высоте; во вторую очередь свариваются участки шва от К, L, H, N до точек А и В;
   * заполнение разделки кромок выполнять РАДС с присадочной проволокой. Сварку каждого последующего слоя выполнять в направлении от точек С и D к точкам А и В с чередованием участков.



Рисунок 12.3 - Последовательность заварки углового сварного соединения трубопровода (вварка штуцера)

1. Например, если первый проход выполнен по очерёдности на участках СА, DВ, СВ, DА, то при втором проходе очерёдность сварки слоя шва на участках DА, СВ, СА, DВ, при третьем проходе очередность повторяет первый проход и т.д. Число валиков не регламентируется.
2. Сварка соединений тройников должна производиться при минимальной погонной энергии дуги (минимальный сварочный ток, максимальная скорость сварки).

Сила тока должна составлять:

* + при диаметре штуцера до 89 мм включительно - от 60 до 80 А;
  + при диаметре штуцера свыше 89 до 159 мм - от 70 до 100 А;
  + при диаметре штуцера свыше 159 мм - от 80 до 120 А;
  + подварочный шов изнутри выполняется РАДС с присадочной проволокой или РДС после удаления механическим путём дефектов формирования обратной стороны корневого шва, выполненного с наружной стороны;
  + после сварки соединения на стальном подкладном кольце, его удаление производится механическим путём (рассверловка, зачистка абразивным инструментом или другими способами).

1. Технология сварки элементов опор, подвесок, упоров и неподвижных проходок с трубопроводами.
2. Сварку элементов опор, упоров, подвесок и герметичных проходок с трубопроводами рекомендуется выполнять ручной аргонодуговой сваркой с применением присадочной проволоки. Допускается применение ручной дуговой сварки покрытыми электродами.
3. Ручная аргонодуговая сварка рекомендуется для сварки элементов крепления толщиной до 4 мм с трубопроводом условным диаметром до 80 мм включительно.
4. Марки сварочных материалов выбирать согласно таблице 8.1 настоящего стандарта в соответствии с маркой стали трубопровода и привариваемого элемента.
5. При РАДС рекомендуется применять сварочную проволоку  
    диаметром от 1,6 до 2,0 мм. Для РДС рекомендуется применять электроды диаметром от 3,0 до 4,0 мм.
6. Рекомендуемые режимы ручной аргонодуговой сварки приведены в таблице 12.12.

Таблица 12.12 - Рекомендуемые режимы ручной аргонодуговой сварки

|  |  |
| --- | --- |
| Толщина стенки трубопровода, мм | Сила тока, А |
| До 3 включительно | 60-70 |
| Свыше 3 до 6 | 70-90 |
| Свыше 6 | 90-110 |

1. Рекомендуемые режимы при ручной дуговой сварке покрытыми электродами приведены в таблице 12.13.

Таблица 12.13 - Рекомендуемые режимы при ручной дуговой сварке покрытыми электродами

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Класс стали труб | Положение при сварке | Диаметр электрода, мм | Сила тока, А |
| Перлитный | Нижнее | 3 | 100-130 |
| 4 | 150-180 |
|  | Вертикальное, горизонтальное, потолочное | 3 | 90-120 |
| 4 | 130-160 |
| Аустенит-ный | Нижнее | 3 | 70-90 |
| 4 | 120-140 |
|  | Вертикальное, горизонтальное, потолочное | 3 | 60-80 |
| 4 | 110-130 |

1. Порядок и способы сварки элементов опор и подвесок, типы соединений и сварочные материалы выбираются согласно указаниям рабочей конструкторской документации.
2. **Контроль выполнения сварных соединений**
   1. **Требования к качеству сварных соединений**
      1. Контроль качества продукции заключается в определении соответствия ее характеристик, заданным техническими условиями.
      2. Качество сварных соединений определяется в основном следующими свойствами металла:
   * сплошность (монолитность) – отсутствие дефектов недопустимых размеров и характера;
   * плотность – отсутствие микроскопических дефектов, обусловливающих при воздействии статических напряжений негерметичность сосудов и трубопроводов;
   * прочность при статическом нагружении;
   * прочность (выносливость) при знакопеременных нагрузках;
   * пластичность;
   * теплоустойчивость в условиях длительной работы при высокой температуре;
   * коррозионная стойкость при воздействии различных факторов;
   * жаростойкость (окалиностойкость);
   * пластичность в условиях длительного воздействия нейтронного облучения;
   * стабильность структуры, препятствующая графитизации и коагуляции структурных составляющих;
   * эрозионная стойкость.
     1. Набор необходимых свойств зависит от условий эксплуатации, исходя из которых, выбирают материалы и технологию изготовления.
     2. Качество сварных соединений также определяется наличием допустимых и недопустимых дефектов в сварном соединении. Предельно допустимые размеры дефекта, определяющие его критичность, задаются конструктором оборудования на основании расчетов, модельных испытаний и накопленного опыта эксплуатации аналогичного оборудования и установлены как нормы оценки качества ПНАЭ Г-7-010-89 [11].
   1. **Система контроля и управления качеством сварных соединений**
      1. Для получения высококачественных сварных соединений используют системы контроля, предусматривающие комплекс контрольных операций на стадии изготовления, монтажа и ремонта эксплуатирующего оборудования. Система контроля включает в себя следующие стадии:
   * предварительный контроль, предусматривающий проверку: квалификации сварщиков, термистов, дефектоскопистов; качества сварочных материалов; состояния сварочного и термического оборудования и аппаратуры, сборочно-сварочных приспособлений, аппаратуры, приборов и материалов для дефектоскопии. Составной частью предварительного контроля является входной контроль, состоящий из дефектоскопии поставленных полуфабрикатов (проката, литья и т.п.). Входной контроль выполняют выборочно или в полном объеме;
   * пооперационный (технологический) контроль, включающий проверку качества подготовки и сборки деталей под сварку, контроль соблюдения режимов подогрева деталей и режимов сварки, порядка выполнения многослойных швов, очистки наплавленного металла от шлака и т.п. при проведении сварочных операций и контроль выполнения термической обработки (соблюдение режимов нагрева, правильности эксплуатации приборов, точности регистрации параметров термической обработки и т.д.). Пооперационный контроль необходим для своевременной корректировки технологического процесса и оперативного ремонта дефектных зон;
   * приемочный контроль, производящийся после завершения всех предусмотренных технологическим процессом операций. Результаты приемочного контроля фиксируют в сдаточной документации на оборудование. Приемочный контроль бывает либо сплошным (проверяют все сварные соединения), либо выборочным (проверяют часть соединений). Результаты выборочного контроля являются основанием для браковки всей контролируемой партии.
   1. **Методы контроля монтажных сварных соединений трубопроводов АЭС**
      1. Контроль монтажных сварных соединений трубопроводов АЭС производится неразрушающими физическими методами.
      2. На рисунке 13.3.1 приведены используемые на АЭС методы контроля сварных соединений.

Рисунок 13.3.1 - Классификация методов контроля сварных соединений

* + 1. В зависимости от условий эксплуатации сварных конструкций и возможностей ремонта в ПНАЭ Г-7-010-89 [11] установлены три категории сварных соединений:
  + I категория – сварные соединения оборудования и трубопроводов группы А (не рассмотрено в настоящем стандарте);
  + II категория – сварные соединения оборудования и трубопроводов группы В, работающие постоянно или периодически в контакте с радиоактивным теплоносителем;
  + III категория – сварные соединения оборудования и трубопроводов группы В, не работающие в контакте с радиоактивным теплоносителем, а также сварные соединения оборудования и трубопроводов группы С.
    1. В зависимости от рабочего давления сварные соединения II и III категорий подразделяются на следующие подкатегории:
  + подкатегория IIа – сварные соединения, работающие под давлением свыше 5МПа (51кгс/см2);
  + подкатегория IIв – сварные соединения, работающие под давлением до 5 МПа (51кгс/см2) включительно;
  + подкатегория IIIа- сварные соединения, работающие под давлением свыше 5 МПа(51кгс/см2);
  + подкатегория IIIв – сварные соединения, работающие под давлением свыше 1,7 МПа до 5 МПа (свыше 17,3 до 51 кгс/см2) включительно;
  + подкатегория IIIс – сварные соединения, работающие под давлением до 1,7 МПа (17,3 кгс/см2) и ниже атмосферного (под вакуумом).
  1. **Подготовка к проведению контроля**
     1. Работы по неразрушающему контролю качества сварных соединений трубопроводов выполнять в соответствии с требованиями ПНАЭ Г-7-010-89 [11],технологическими картами или технологическими регламентами и инструкцией по технике безопасности.
     2. Перед проведением неразрушающего контроля необходимо убедиться в исправности аппаратуры, оборудования, инструментов и дефектоскопических материалов, необходимых для проведения контроля, соответствия их требованиям стандартов, технических условий, паспортов, наличия сертификатов.
     3. Периодичность проверок и ремонта оборудования, аппаратуры и поверки средств измерений должна соответствовать требованиям, оговоренным в паспортах и инструкциях по эксплуатации на конкретный вид (тип) оборудования.
     4. Применение не аттестованных и не поверенных инструментов и приборов запрещается.
     5. При ежедневной проверке перед началом работы необходимо:
  + провести внешний осмотр оборудования для выявления случайных повреждений;
  + проверить надежность наружных электрических контактов и резьбовых соединений;
  + проверить состояние приборов.
    1. Контролеры должны пройти подготовку и аттестацию по соответствующему методу контроля в соответствии с требованиями   
       ПНАЭ Г-7-010-89 [11].
    2. При периодической проверке контролируют условия эксплуатации оборудования (среда, отсутствие вибрации пола, воздействие пыли, песка, едких газов и паров, недопустимых значений влажности, температуры), оговоренные эксплуатационной документацией.
    3. Поверхность сварных соединений и зоны термического влияния перед контролем должна быть очищена от шлака, брызг расплавленного металла, окалины и других загрязнений.
    4. Шероховатость поверхности должна соответствовать требованиям технологической документации и рабочих чертежей.
  1. **Технология неразрушающего контроля**
     1. Технология визуального и измерительного контроля
     2. Общие положения
     3. Контроль внешним осмотром и измерениями предназначен для выявления поверхностных дефектов и несоответствия форм и размеров деталей, сборочных единиц и сварных соединений установленным требованиям и определения качества сварных соединений по внешнему виду и проводится согласно РБ-089-14 [39].
     4. Контроль внешним осмотром и измерениями является обязательной операцией при проведении монтажно-сварочных работ и должен проводиться независимо от других неразрушающих или лабораторных методов контроля и всегда предшествовать им.
     5. Контролю внешним осмотром и измерениями подлежат все детали и сварные соединения изделий, наплавка под сварку и антикоррозионные покрытия. Осмотру и измерениям подвергаются как детали, из которых изготавливаются изделия, так и сварной шов, и зона прилегающего к нему основного металла (включая наплавки) на расстоянии не менее 20 мм от границы шва. Осмотр деталей и сварных соединений изделий должен проводиться по всей их протяженности с двух сторон – наружной и внутренней (в случае доступности для осмотра).
     6. Сварные соединения, для которых предусмотренной нормативно-технической документацией или рабочими чертежами контроль методами радиографии и ультразвуковой дефектоскопии технически невозможен, должны контролироваться внешним осмотром и измерениями после выполнения каждого слоя шва, результаты контроля должны регистрироваться в документации службы (отдела) технического контроля.
     7. В случае обнаружения недопустимых отклонений от требований нормативно-технической документации или рабочих чертежей при контроле внешним осмотром и измерениями, а также неразрушающими методами контроля детали, сборочные единицы или сварные соединения после устранения брака должны быть вновь подвергнуты контролю внешним осмотром и измерениями.
     8. Каждая подготовленная и собранная под сварку деталь и полностью заваренный сварной шов подлежат приемке СТК совместно с производственными мастерами. После приемки на проверенные детали и сварные швы ставится клеймо (штамп), удостоверяющие соответствие подготовки и сборки деталей или сварного соединения установленным требованиям.
     9. Детали, сборочные единицы и сварные соединения должны предъявляться на контроль очищенными от шлака, брызг металла, продуктов коррозии, копоти и других загрязнений.
     10. Освещенность поверхностей деталей и сварных соединений изделий во время проведения контроля должна быть в соответствии с требованиями ГОСТ 23479, но не менее 300 лк.
     11. Визуальный контроль деталей, сборочных единиц и сварных соединений проводится невооруженным глазом или при помощи лупы 4-7- кратного увеличения. Контроль измерением проводится при помощи измерительного инструмента и шаблонов в соответствии с требованиями раздела 13.5.1.2
     12. Все измерения должны проводиться после контроля внешним осмотром либо параллельно с ним. Измерения деталей следует проводить до сборки их в сборочные единицы или изделия.
     13. Контроль внешним осмотром и измерениями подготовки и сборки деталей и сборочных единиц под сварку и наплавку, в процессе сварки и выполненных сварных соединений, и наплавки проводится пооперационно в соответствии с требованиями действующей документации.
     14. Приборы и инструменты для контроля внешним осмотром и измерениями
     15. Контроль деталей и сварных соединений изделий внешним осмотром и измерениями следует проводить, применяя инструменты и увеличительные приборы: приспособления для раскрытия и обследования дефектов сварных соединений, лупы складные карманные, лупы измерительные, штангенциркули, линейки измерительные металлические, рулетки измерительные металлические и наборы шаблонов для контроля разделок, размеров швов и т.д. согласно РБ-089-14 [39].
     16. Контроль качества подготовки деталей и сборочных единиц под сборку, сварку трубопроводов
     17. Визуальный контроль при подготовке деталей и сборочных единиц под сборку, сварку и наплавку следует проводить для контроля:
  + наличия заводской маркировки;
  + приемка полуфабрикатов, заготовок и деталей под сборку;
  + правильности формы конструктивных элементов, подготовленных под сборку деталей;
  + правильности формы конструктивных элементов, подготовленных под сборку деталей;
  + выполнения плавных переходов (скосов) при подготовке деталей различной номинальной толщины под стыковые сварные соединения;
  + отсутствия дефектов на кромках;
  + зачистки, подготовленных под сварку (наплавку) кромок (поверхностей) и примыкающих к ним участков изделий;
  + расточки (калибровки, раздачи) концов труб (патрубков, штуцеров);
  + чистоты поверхности основного металла, прилегающего к подлежащим сварке кромкам, и свариваемых кромок.
    1. Измерение деталей проводится для проверки:
  + толщины деталей;
  + овальности трубопроводов;
  + угла разделки кромок;
  + глубины разделки кромок;
  + размера притупления кромок;
  + положения вершины разделки;
  + размера и положения наплавляемого притупления на кромке элемента.
    1. Измерение при подготовке деталей под сварку выполняется для проверки:
  + перпендикулярности подготовленных под сварку цилиндрических изделий к их осям;
  + размеров расточки (калибровки, раздачи) концов труб (патрубков, штуцеров);
  + минимальной фактической толщины стенки на концах подготовленных под сварку деталей после расточки (раздачи) и зачистки.
    1. Для измерения толщины стенок деталей допускается применять физические методы контроля (ультразвуковые дефектоскопы, толщиномеры и т.д.).
    2. Измерение деталей конструкций следует проводить не реже чем через каждый метр их длины и не менее чем в трех местах на каждой детали.

Детали трубопроводов следует измерять не менее чем в трех местах, расположенных равномерно по периметру стыка.

* + 1. Контроль качества сборки деталей и сборочных единиц под сварку трубопроводов
    2. Визуальный контроль при сборке деталей и сборочных единиц под сварку проводится для проверки:
  + наличия клейм (штампов), подтверждающих соответствие подготовки под сборку и сварку (наплавку) установленным требованиям и правильности технологической маркировки;
  + чистоты поверхности свариваемых кромок;
  + наличия и состояния используемых приспособлений и оборудования;
  + порядка сборки;
  + способов и надежности крепления свариваемых деталей;
  + соблюдения условий, предотвращающих возникновение напряжений от собственной массы деталей в зоне подготовленных под сварку кромок;
  + методов подгонки деталей;
  + количества, расположения и качества прихваток;
  + формы временных технологических креплений;
  + качества приварки временных технологических креплений;
  + смещения кромок (несовпадения поверхностей) собранных деталей, а также смещения притуплений собранных деталей с двусторонней разделкой кромок;
  + дополнительной зачистки и обезжиривания подлежащих сварке кромок и примыкающих к ним поверхностей собранных деталей;
  + наличия защитного покрытия от брызг в соответствии с требованиями, содержащимися в описании технологического процесса или в производственной инструкции;
  + соответствия температуры подогрева деталей из перлитной стали, подлежащих сварке для наплавки с подогревом, требованиям, содержащимся в описании технологического процесса или производственной инструкции;
  + условий транспортирования собранных деталей (сборочных единиц).
    1. При сборке деталей под сварку измерения выполняются для проверки:
  + общего угла разделки кромок;
  + величины зазора между деталями;
  + смещения кромок (несовпадения поверхностей) собранных деталей, а также смещения притуплений собранных деталей с двусторонней разделкой кромок;
  + размеров, количества и расположения временных технологических креплений;
  + перелома осей соединяемых деталей.
    1. Проверка смещения свариваемых кромок по внутреннему диаметру относительно друг друга проводится не менее чем в трех местах, расположенных равномерно по периметру стыка, а конструкцией не реже чем через каждый метр их длины, но не менее чем в трех местах на каждой детали.
    2. Качество выполнения прихваток и приварки технологических креплений проверяется внешним осмотром. При этом нормы оценки качества прихваток и приварок принимаются по категории собираемого под сварку соединения изделия.
    3. Контроль в процессе сварки трубопроводов.
    4. При сварке или наплавке деталей визуальный контроль следует проводить для проверки:
  + наличия маркировки (штампов), подтверждающих соответствие сборки установленным требованиям;
  + пространственных положений сварки или наплавки;
  + количества и порядка наложения валиков и слоев шва (наплавки);
  + качества зачистки свариваемых поверхностей соединений перед наложением последующих валиков, законченных швов и околошовной зоны от брызг металла, шлака, окалины и др. загрязнений;
  + чистоты поверхности свариваемых и наплавляемых деталей   
    (не оставлены ли следы цветов побежалости при сварке химически активных металлов и до и после зачистки);
  + наличия аргонодуговой обработки мест сопряжения шва с поверхностью основного металла (где это требуется по технологическому процессу);
  + очередности выполнения швов;
  + послойного визуального контроля качества швов (при невозможности проведения неразрушающих методов контроля полностью выполненного сварного соединения);
  + зачистки поверхности валиков в процессе сварки (наплавки), а также поверхности шва и примыкающих к нему зон основного металла после окончания сварки;
  + предварительной наплавки кромок при сварке деталей из разнородных сталей и в других предусмотренных случаях;
  + маркировки (клеймения) сварных соединений и наплавленных элементов, выполнявшимися их сварщиками.
    1. Измерения в процессе сварки выполняются для проверки:
  + количества и размеров наложения валиков и слоев шва (наплавка);
  + минимального расстояния от края усиления шва до линии сплавления предварительной наплавки с основным металлом;
  + толщины отдельных слоев и наплавленного антикоррозийного покрытия;
  + температуры окружающей среды и температуры свариваемого металла.
    1. Визуальный контроль, проводимый в процессе сварки и наплавки, должен обеспечивать не только выявление и своевременное исправление обнаруженных дефектов, но и принятие профилактических мер с целью предупреждения возникновения дефектов при последующей сварке.
    2. При выполнении сварных соединений изделий с номинальной толщиной стенки свыше 50мм мастер совместно с представителем СТК должны проводить внешний контроль свариваемого шва после выполнения каждых   
       пяти-десяти слоев.
    3. Результаты контроля послойным внешним осмотром сварных швов, контроль которых радиографическим или ультразвуковым методами технически невозможен, считаются удовлетворительным, если выдержаны требования по нормам на поверхностные дефекты в соответствии с требованиями ПНАЭ Г-7-010-89 [11].
    4. Контроль качества сварных соединений
    5. На сварном соединении, поступившем на контроль должно быть поставлено клеймо сварщика.
    6. Визуальный контроль сварных соединений следует проводить по всей их длине с целью выявления:
  + несоответствия формы шва или наплавки требованиям   
    нормативно-технической документации и рабочих чертежей;
  + трещин;
  + прожогов;
  + незаваренных кратеров;
  + свищей;
  + пор;
  + подрезов;
  + усадочных раковин;
  + шлаковых и неметаллических включений;
  + пятен коротких замыканий электрода на основном металле и др. дефектов.
    1. При внешнем осмотре проверяется также качество подготовки поверхности сварных соединений и наплавки изделий для проведения последующих контрольных операций. При этом шероховатость поверхности по ГОСТ 2789 должна быть не более:
  + RZ20 при капиллярных методах контроля;
  + RZ40 при магнитно-порошковой и ультразвуковой дефектоскопии.
    1. Качество удаления временных технологических креплений после тщательной зачистки (зашлифовки) места приварки проверяются травлением с последующим осмотром мест приварки через лупу 4-7- кратного увеличения.
    2. Измерение сварных соединений после выполнения сварки проводится для проверки:
  + формы, ширины и высоты усиления сварного шва;
  + катетов швов угловых, тавровых и нахлесточных соединений;
  + длины и шага прерывистых швов;
  + превышения проплава и вогнутости корня шва (в доступных местах);
  + величины западания между валиками шва;
  + высоты чешуйчатости;
  + расстояния от оси шва до реперных точек;
  + величины нахлестки;
  + утонений в местах зачистки швов и околошовной зоны;
  + перелома осей соединяемых деталей;
  + смещения вершины сварного шва;
  + величины несовпадения поверхностей деталей в стыковых соединениях;
  + размеров поверхностных дефектов сварных соединений.
    1. При измерении угловых, тавровых и нахлесточных сварных швов, имеющих вогнутую или выпуклую форму усиления, величина катета и высоты шва измеряются по направлению биссектрисы угла соединения.
    2. При необходимости глубина и высота чешуйчатости сварного шва может быть определена по слепку, снятому с контролируемого участка шва. Слепок разрезают (не допуская его деформации) так, чтобы искомый размер лежал в плоскости разреза. Измерение проводится с помощью измерительной лупы. Материалом для слепка может служить пластилин, воск и другие пластичные материалы.
    3. Размеры сварных соединений под сварку контролируются в соответствии с технологическим процессом или настоящим стандартом не реже чем через один метр шва и не менее чем в трех местах по длине каждого шва. Измерение сварных соединений изделий проводится также в местах, где при внешнем осмотре предполагаются отклонения от установленных размеров.
    4. Технология капиллярного контроля
    5. Капиллярные методы основаны на проникновении индикаторных жидкостей в полости поверхностных и сквозных несплошностей материала объектов контроля и регистрации образующихся индикаторных следов визуальным способом или с помощью преобразователя.
    6. Капиллярные методы предназначены для обнаружения поверхностных и сквозных дефектов в объектах контроля, определения их расположения, протяженности (для протяженных дефектов типа трещин) и ориентации по поверхности.
    7. Капиллярные методы позволяют контролировать объекты любых размеров и форм, изготовленные из черных и цветных металлов и сплавов.
    8. Необходимым условием выявления дефектов типа нарушения сплошности материала капиллярными методами является наличие полостей, свободных от загрязнений и других веществ, имеющих выход на поверхность объектов и глубину распространения, значительно превышающую ширину их раскрытия.
    9. Основные капиллярные методы контроля классифицируют:

а) В зависимости от проникающего вещества на:

* + метод проникающих растворов;
  + метод фильтрующих суспензий.

б) В зависимости от способа получения первичной информации на:

* + яркостный (ахроматичный);
  + цветной (хроматичный);
  + люминисцентный;
  + люминесценто-цветной.
    1. Основными этапами проведения капиллярного неразрушающего контроля являются:
  + подготовка объекта к контролю;
  + обработка объекта дефектоскопическими материалами;
  + проявление несплошностей;
  + обнаружение несплошностей и расшифровка результатов контроля;
  + окончательная очистка объекта.
    1. Технологические режимы операций контроля (продолжительность, температуру, давление) устанавливают в зависимости от требуемого класса чувствительности, используемого набора дефектоскопических материалов, особенностей объема контроля и типа искомых дефектов, условий контроля и используемой аппаратуры.
    2. Капиллярный контроль сварных соединений трубопроводов проводить способом цветной дефектоскопии согласно требованиям РБ-090-14 [40] и ПНАЭ Г-7-010-89 [11].
    3. Класс чувствительности задается конструкторской документацией на трубопроводы. В случае отсутствия указаний по выбору чувствительности при проведении контроля, рекомендуется капиллярный контроль проводить по 2 классу чувствительности.
    4. Капиллярный контроль выполнять после визуального и измерительного контроля
    5. Оценку качества выполнять в соответствии с требованиями ПНАЭ Г-7-010-89 [11].
    6. Для контроля применять оборудование, принадлежности и материалы согласно РБ-090-14 [40].
    7. Магнитопорошковый метод контроля выполнять в соответствии с требованиями ГОСТ 21105-87.
    8. Технология радиографического контроля.
    9. Радиографический контроль сварных соединений трубопроводов выполнять в соответствии с ПНАЭ Г-7-010-89 [11], ПНАЭ Г-7-017-89 [41], ГОСТ 7512 и технологическими картами.
    10. Радиографический контроль проводится в целях выявления в наплавках и сварных соединениях (шве и околошовной зоне):
  + трещин;
  + непроваров;
  + пор;
  + металлических и неметаллических включений, плотность которых отличается от плотности металла сварного соединения (вольфрамовых, шлаковых, оксидных и т.п.);
  + недоступных для внешнего осмотра подрезов, прожогов и т.п.
    1. При радиографическом контроле могут также оцениваться недоступные для внешнего осмотра вогнутости и выпуклости корня шва.
    2. При радиографическом контроле не обеспечивается выявление:
  + любых дефектов с размерами в направлении просвечивания менее удвоенной чувствительности контроля;
  + любых дефектов, если их изображения на снимке совпадают с изображениями других деталей, острых углов, перепадов толщины просвечиваемого металла;
  + непроваров и трещин, если их раскрытие менее значений, приведенных в таблице 13.5.3.1, и (или) плоскость их раскрытия не совпадает с направлением просвечивания.

Таблица 13.5.3.1 - Раскрытие (ширина) непроваров или трещин

|  |  |
| --- | --- |
| Радиационная толщина, мм | Раскрытие (ширина) непровара или трещины, мм |
| До 40 | 0,1 |
| Свыше 40 до 100 включительно | 0,2 |

* + 1. Для контроля применять оборудование, принадлежности и материалы согласно ПНАЭ Г-7-017-89 [41].
    2. Объем контроля и нормы оценки качества наплавки и сварных соединений устанавливаются ПНАЭ Г-7-010-89 [11].
    3. При проектировании узлов и конструкций АЭУ и назначении контроля необходимо учитывать, что:
  + контроль может быть осуществлен только при наличии двухстороннего доступа к контролируемой наплавке или сварному соединению, обеспечивающего возможность установки кассеты с пленкой и источника излучения в соответствии с требованиями настоящей инструкции;
  + сварные соединения вварки штуцеров и труб в трубные доски могут подвергаться контролю при внутреннем диаметре штуцеров и труб не менее 15мм;
  + контролю могут подвергаться наплавки и сварные соединения с отношением радиационной толщины наплавленного металла к общей радиационной толщине в направлении просвечивания не менее 0,2.
    1. Ультразвуковой контроль
    2. Ультразвуковой контроль сварных соединений и зон термического влияния выполнять в соответствии с требованиями ПНАЭ Г-7-030-91 [42], ПНАЭ Г-7-010-89 [11] и технологическими картами или технологическими регламентами.
    3. Технология ультразвукового контроля сварных соединений деталей из сталей перлитного класса, выполненных дуговой сваркой низколегированными материалами с полным проплавлением, включает методику контроля стыковых, угловых и тавровых сварных соединений с толщиной свариваемых элементов от 5,5 до 400 мм.
    4. Радиус кривизны сварных соединений при толщине наплавки от 4 до 40мм и толщине основного металла ≥ 10мм.
    5. Радиус кривизны околошовной наружной поверхности должен быть 12,5 мм для кольцевых швов. Внутренний радиус кривизны сварной детали при контроле угловых швов должен быть ≥ 50мм.
    6. Контроль по указанной методике обеспечивает обнаружение несплошностей эквивалентной площадью не менее величин, указанных в   
       ПНАЭ Г-7-010-89 [11].
    7. Контроль не гарантирует выявления несплошностей на фоне мешающих отражателей в виде неровностей усиления и корневой части, конструктивных элементов свариваемых деталей и структурных неоднородностей, если не предусмотрены специальные способы их идентификации. Не гарантируется выявление несплошностей в пределах «мертвой зоны» преобразователя, а также непосредственно под усилением шва.
    8. Оценку качества сварного соединения проводят по ПНАЭ Г-7-010-89 [11].
    9. Контроль проводить при температурах окружающего воздуха и контролируемой поверхности от 5○ до 40○ С.
    10. Шероховатость поверхности, подлежащей ультразвуковому контролю (УЗК), должна быть не более Rа 6,3 (Rz40).
    11. Ультразвуковой контроль позволяет обнаружить внутренние дефекты: трещины, поры, раковины, непровары без расшифровки их характера, но с указанием количества дефектов.
    12. Для контроля применять принадлежности и материалы в соответствии с ПНАЭ Г-7-030-91 [42].
  1. **Оформление результатов контроля**
     1. Результаты контроля качества сварных соединений трубопроводов неразрушающими методами фиксируются в исполнительной документации, оформленной при монтаже трубопроводов АЭС.

1. **Исправление дефектов**
   * 1. Все выявленные в процессе неразрушающего контроля дефекты подлежат исправлению.
     2. При исправлении дефектов сварных соединений следует контролировать соблюдение требований ПНАЭ Г-7-009-89 [10], ПТД и ПКД в части:
   * методов и полноты удаления дефектов;
   * плавности переходов в местах выборки;
   * толщины стенки в месте максимальной глубины выборки (при исправлении дефектов без применения сварки);
   * проведения высокого отпуска сварных соединений до начала исправлений дефектов (при необходимости);
   * формы, размеров и качества поверхности подготовленных под сварку выборок;
   * применяемых для заварки выборок способов сварки и сварочных материалов;
   * режимов сварки, а также необходимости и температуры подогрева при заварке выборок;
   * порядка и возможности исправления дефектов после повторных исправлений дефектов в одном и том же сварном соединении.
     1. Все исправленные с помощью сварки участки сварных соединений подлежат сплошному контролю всеми методами (кроме разрушающих), предусмотренными ПКД для исправляемого сварного соединения.
     2. Контроль по п.14.3 должен быть проведен по всему заваренному объему выборки, а также в пределах, примыкающих к ней участков сварного шва по всей их ширине протяженностью в каждую сторону по продольной оси сварного соединения не менее 2,5 максимальной глубины заваренной выборки, но не менее 20 мм и не более 100 мм, а также участков основного металла, примыкающих к контролируемому участку сварного шва и к краям заваренной выборки.
     3. Нормы оценки качества принимаются по толщине исправляемого сварного соединения.
     4. Исправление дефектов на одном и том же участке сварного соединения допускается проводить не более трёх раз. При этом под исправляемым участком понимается прямоугольник наименьшей площади, в контур которого вписывается подлежащая заварке выборка, и примыкающие к нему поверхности на расстоянии, равном трехкратной ширине указанного прямоугольника согласно ПНАЭ Г-7-009-89 [10].

# Библиография

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| [1] | Федеральный закон от 21 ноября 1995 г. №170-ФЗ | Об использовании атомной энергии |
| [2] | Федеральный закон от 29 декабря 2004 г. №190-ФЗ | Градостроительный кодекс Российской Федерации |
| [3] | Технический регламент таможенного союза ТР ТС 010/2011 | О безопасности машин и механизмов |
| [4] | Федеральный закон от 21 июля 1997 г. №116-ФЗ | О промышленной безопасности опасных производственных объектов |
| [5] | Федеральный закон от 27 декабря 2002 г. №184-ФЗ | О техническом регулировании |
| [6] | Распоряжение Правительства Российской Федерации от 21 июня 2010 г. №1047-р | Перечень национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» |
| [7] | Приказ Министерства регионального развития Российской Федерации от 30 декабря 2009 г. №624 | Об утверждении Перечня видов работ по инженерным изысканиям, по подготовке проектной документации, по строительству, реконструкции, капитальному ремонту объектов капитального строительства, которые оказывают влияние на безопасность объектов капитального строительства |
| [8] | НП-001-97 (ПНАЭ Г-01-011-97, ОПБ-88/97) | Общие положения обеспечения безопасности атомных станций. ОПБ-88/97 |
| [9] | ПНАЭ Г-7-008-89 | Правила устройства и безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок. Изм.1 |
| [10] | ПНАЭ Г-7-009-89 | Оборудование и трубопроводы атомных энергетических установок. Сварка и наплавка. Основные положения |
| [11] | ПНАЭ Г-7-010-89 | Оборудование и трубопроводы атомных энергетических установок. Сварные соединения и наплавки. Правила контроля |
| [12] | ОСТ 24.125.31-89 | Швы сварные стыковых соединений трубопроводов АЭС. Типы и основные размеры |
| [13] | ОСТ 24.125.02-89 | Швы сварные стыковых соединений трубопроводов АЭС. Типы и основные размеры |
| [14] | ОСТ 24.125.41-89 | Штуцеры Dy менее 50 мм для трубопроводов АЭС |
| [15] | ОСТ 24.125.43-89 | Соединения штуцерные для трубопроводов АЭС |
| [16] | ОСТ 24.125.57-89 | Бобышки для трубопроводов АЭС |
| [17] | ОСТ 24.125.11-89 | Штуцеры Dy менее 50 мм для трубопроводов АЭС |
| [18] | ОСТ 24.125.12-89 | Штуцеры для трубопроводов АЭС |
| [19] | ОСТ 24.125.22-89 | Бобышки для трубопроводов АЭС |
| [20] | СТО 79814898 102-2012 | Детали и элементы трубопроводов атомных станций из коррозионно-стойкой стали на давление до 2,2 МПа (22 кгс/см2). Соединения сварные. Типы и размеры |
| [21] | СТО 79814898110-2012 | Соединения сварные. Типы и размеры |
| [22] | СТО 79814898106-2008 | Соединения сварные. Типы и размеры |
| [23] | СТО 79814898122-2009 | Детали и элементы трубопроводов атомных станций из коррозионно-стойкой стали на давление до 2,2 МПа (22 кгс/см2). Штуцеры. Конструкция и размеры |
| [24] | СТО 79814898123-2009 | Штуцеры для ответвлений |
| [25] | СТО 95 121-2013 | Ответвления штуцерами. Конструкция и размеры |
| [26] | СТО СРО-П 60542948 00018–2013 | Ответвления штуцерами. Конструкция и размеры |
| [27] | РД 34.10.59-90 | Сварка монтажных соединений трубопроводов атомных энергетических установок |
| [28] | ПНАЭ Г-7-003-87 | Правила аттестации сварщиков оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок |
| [29] | ОСТ 5.Р.9370-81 | Электроды покрытые металлические специального назначения для ручной дуговой сварки стали аустенитного класса. Технические условия |
| [30] | ОСТ 5Р.9206-75 | Плавленый флюс 48-ОФ-6 |
| [31] | ОСТ5.9374-81 | Металлические электроды для ручной дуговой сварки |
| [32] | ОСТ 108.948.01-86 | Электроды марки ЦН-24 |
| [33] | ОСТ 5.9224-75 | Электроды покрытые металлические для дуговой сварки сталей и наплавки. Классификация, размеры и общие технические требования |
| [34] | ОСТ 24.948.02-99 | Флюсы сварочные плавленые для энергомашиностроения |
| [35] | ТУ 48-19-27-88 | Вольфрам лантанированный в виде прутков. Технические условия |
| [36] | ТУ 185374-00196150-006-2005 | Электроды вольфрамовые шлифованные в пеналах |
| [37] | ТУ 48-19-221-83 | Прутки из иттрированного вольфрама марки СВИ-1. Технические условия |
| [38] | СТО СРО-С 60542960 00028-2014 | Организация строительства. Правила проведения совмещенных строительно-монтажных работ на ОИАЭ |
| [39] | РБ-089-14 | Руководство по безопасности при использовании атомной энергии. «Унифицированные методики контроля основных материалов (полуфабрикатов), сварных соединений и наплавки оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок. Визуальный и измерительный контроль» |
| [40] | РБ-090-14 | Руководство по безопасности при использовании атомной энергии. «Унифицированные методики контроля основных материалов (полуфабрикатов), сварных соединений и наплавки оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок. Капиллярный контроль» |
| [41] | ПНАЭ Г-7-017-89 | Унифицированные методики контроля основных материалов (полуфабрикатов), сварных соединений и наплавки оборудования и трубопроводов АЭУ. Радиографический контроль |
| [42] | ПНАЭ Г-7-030-91 | Унифицированные методики контроля основных материалов (полуфабрикатов), сварных соединений и наплавки оборудования и трубопроводов АЭУ. Ультразвуковой контроль. Часть 2 Контроль сварных соединений и наплавки |