
**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
2	Нормативные ссылки	2
3	Термины и определения	3
4	Сокращения	4
5	Общие положения по сварке соединений трубопроводов.....	5
6	Требования к квалификации персонала	6
7	Основные материалы	7
8	Сварочные материалы.....	9
9	Способы сварки и сварочное оборудование	15
9.1	Способы сварки стыковых и угловых соединений трубопроводов.....	15
9.2	Сварочное оборудование.....	15
10	Подготовка кромок труб, деталей и арматуры.....	31
11	Сборка соединений под сварку.....	93
12	Сварка.....	100
12.1	Сварка стыковых и угловых соединений трубопроводов.....	100
12.2	Условия производства сварочных работ	101
12.3	Требования к расположению сварных соединений.....	102
12.4	Общие технические требования	103
12.5	Способы сварки. Общие технологические требования.....	109
13	Контроль выполнения сварных соединений.....	135
13.1	Требования к качеству сварных соединений	135
13.2	Система контроля и управления качеством сварных соединений.....	136
13.3	Методы контроля монтажных сварных соединений трубопроводов АЭС..	137
13.4	Подготовка к проведению контроля	139
13.5	Технология неразрушающего контроля	140
13.6	Оформление результатов контроля.....	153
14	Исправление дефектов	153
	Библиография	156

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 атомных электростанциях, последовательность и состав сварочных работ, а также работы по контролю качества.

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт распространяется на трубопроводы, предназначенные для систем атомных энергетических установок, 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].

1.2 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.).

1.3 Сварку соединений, на которые не распространяются действия настоящего стандарта выполнять согласно указаниям производственной технологической документации.

1.4 производственная технологическая документация на сварку соединений труб и патрубков, являющихся частью оборудования атомной станции, должна разрабатываться специализированной (монтажной) организацией на основании документации завода-изготовителя.

1.5 Стандарт устанавливает основные требования к персоналу, сварочному оборудованию, сварочным материалам, технологии подготовки и сборке соединений под сварку, технологии сварки.

1.6 Требования стандарта подлежат выполнению строительными-монтажными организациями, выполняющими изготовление и монтаж трубопроводов, предназначенных для атомных энергетических установок, подведомственными Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом», организациями - членами СРО НП «СОЮЗАТОМСТРОЙ».

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 плавные. 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 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

ГОСТ 24291-90 Электрическая часть электростанции и электрической сети. Термины и определения

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.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 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.

3.2 дефект: Каждое отдельное несоответствие продукции, не удовлетворяющее установленным требованиям.

3.3 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.

3.4 несплошность: Обобщённое наименование трещин, отслоений, прожогов, свищей, непроваров и включений.

3.5 подстанция: Электроустановка, предназначенная для приема, преобразования и распределения электрической энергии, состоящая из трансформаторов или других преобразователей электрической энергии, устройств управления, распределительных и вспомогательных устройств.

[ГОСТ 24291-90, пункт 4]

3.6 производственно-контрольная документация: Карты контроля, инструкции и другие документ, содержащие подготовительные и контрольные операции по контролю сварных соединений и наплавленных деталей продукции определённым методом.

3.7 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.

3.8 редуктор-расходомер: Регулятор расхода газа предназначен для понижения и регулирования давления газа, поступающего в регулятор из баллона, и автоматического поддержания постоянным заданного расхода.

3.9 ротаметр: Прибор для определения объёмного расхода газа в единицу времени.

3.10 сварка металлов: Технологический процесс соединения металла(ов) при таком нагреве и/или давлении, в результате которого получается непрерывность структуры соединяемого(ых) металла(ов).

3.11 фидер: Кабельная линия, через которую происходит подключение оборудования к электроподстанции.

3.12 электрический щит: Устройство, предназначенное для приема и распределения электрической энергии.

4 Сокращения

В настоящем стандарте приняты следующие сокращения:

ААДС – автоматическая аргодуговая сварка неплавящимся электродом без присадочной проволоки;

ААДСпр – автоматическая аргодуговая сварка неплавящимся электродом с присадочной проволокой;

АДСф – автоматическая дуговая сварка под слоем флюса;

АЭС – атомная электростанция;

АЭУ – атомные энергетические установки;

ОСТ – отраслевой стандарт;

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

ПКД – производственная контрольная документация;

ПТД – производственная технологическая документация;

РАДС – ручная аргодуговая сварка неплавящимся электродом;

РДС – ручная дуговая сварка покрытыми электродами;

СТК – служба технического контроля.

5 Общие положения по сварке соединений трубопроводов

5.1 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].

5.2 К монтажу (укрупнительной сборке) трубопроводов разрешается приступать только после соответствующей проектно-технологической и инженерной подготовки производства.

5.3 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.).

6 Требования к квалификации персонала

6.1 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.

[РД 34.10.59-90, п. 2.1] [27]

6.2 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.

[РД 34.10.59-90, п. 2.4] [27]

6.3 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.

6.4 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.

6.5 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.

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	ААДС пр	АДС ф	ПЗГ	
						Нижнее поворотное	Неповоротное
Па	5	5	4	5	4	4	5
Пв	4	4	3	4	3	4	4
Ша	4	4	3	4	3	4	4
Шв	4	4	3	3	3	3	3
Шс	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.

6.6 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.

7 Основные материалы

7.1 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.

7.2 Для выполнения работ по сварке трубопроводов, осуществляемых по ПНАЭ Г-7-009-89 [10], следует применять нормативные документы (СТО и ОСТ). В таблице 7.1 приведены марки основных применяемых материалов, допущенных к применению, а также ссылки на пункты нормативной документации.

Т а б л и ц а 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]	08X18H10T 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]	08X18H10T и 12X18H10T 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 79814898110-2012 [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])

7.3 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.

7.4 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].

8 Сварочные материалы

8.1 Сварочные материалы, допускаемые для выполнения сварных соединений, приведены в ПНАЭ Г-7-009-89 (таблицы 1-5) [10].

8.2 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.

Т а б л и ц а 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 ОСТ 5.9374-81 [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 Аг+СО2) 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 ОСТ 5.9374-81 [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 Ar+CO ₂) 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 Ar+CO ₂) 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

8.3 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).

8.4 Для улучшения возбуждения дуги и повышения стабильности её горения рабочий конец вольфрамового электрода следует затачивать 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.

8.5 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.

8.6 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 (диоксид углерода) высшего и первого сорта по ГОСТ 8050, смесь газовую (Ar+CO₂). Разрешается применение жидкого аргона и жидкого углекислого газа, поставляемого в изотермических цистернах, с последующей их газификацией при заполнении баллонов или газовых разводок.

8.7 Сварочные материалы должны соответствовать требованиям стандартов, технических условий и паспортов на каждый конкретный сварочный материал и иметь сертификаты.

8.8 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.

8.9 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.

8.10 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.

8.11 На каждой пачке электродов должна быть этикетка с указанием марки и диаметра, типа наплавленного металла, завода-изготовителя, документа на поставку.

8.12 На каждом баллоне с газом должна быть этикетка (сертификат) с указанием предприятия-изготовителя, наименования продукта, его сорта, стандарта, даты изготовления, номера баллона.

8.13 Этикетки на упаковках электродов и флюсов необходимо сохранять до момента полного использования электродов и флюсов данной упаковки.

8.14 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].

8.15 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.

8.16 Прокаленные электроды и флюсы рекомендуется хранить в сушильных шкафах, при температуре $80\pm 20^{\circ}\text{C}$, 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°C и относительной влажности воздуха не более 50% (пункт 2.13 ПНАЭ Г-7-009-89 [10]).

8.17 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

8.18 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.

8.19 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.

8.20 Транспортировку прокаленных сварочных материалов к месту производства работ осуществляют в закрытой таре или мешках из водонепроницаемого материала (полиэтиленовая плёнка).

8.21 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.

8.22 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.

8.23 Проволока (ГОСТ 2246), применяемая для аргонодуговой сварки неплавящимся электродом, механизированной сварки в среде защитных газов плавящимся электродом, перед сваркой должна быть очищена и обезжирена в соответствии с требованиями РД 34.10.59-90 [27]. Зачистку проволоки производить механизированным путём на станке или вручную.

8.24 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.

8.25 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 прокалики

Наименование сварочного материала	Марка сварочного материала	Срок годности после прокалики, суток
Покрытые электроды	УОНИИ-13/45, УОНИИ-13/45А, ТМУ-21У, УОНИИ-13/55, ЦУ-6, ЦУ-7, ЦУ-7А	5
Покрытые электроды	ЭА-395/9, ЭА-400/10Т, ЭА-400/10У	15
Флюсы	АН-348А	15
	ОФ-6	3
	ОСЦ-45, ФЦ-11,	15

9 Способы сварки и сварочное оборудование

9.1 Способы сварки стыковых и угловых соединений трубопроводов

9.1.1 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 ($Ar+CO_2$) (ПЗГ);
- автоматическая аргонодуговая сварка неплавящимся электродом без присадочной проволоки (ААДС);
- автоматическая аргонодуговая сварка с присадочной проволокой (ААДСпр);
- автоматическая сварка под слоем флюса (АДСф);

9.1.2 Для выполнения работ по сварке трубопроводов, осуществляемых по ПНАЭ Г-7-009-89 [10], применяются нормативные документы (СТО и ОСТ),

указанные в разделе 10, таблица 10.1 и содержащие указания по способам сварки трубопроводов.

9.2 Сварочное оборудование

9.2.1 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.

9.2.2 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.

9.2.3 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.

9.2.4 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.).

9.2.5 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.

9.2.6 Ручную дуговую сварку (РДС) внутри трубопровода разрешается производить полностью изолированным электрододержателем.

9.2.7 За состоянием сварочного оборудования поста должен следить сварщик. Объём ежесменной проверки устанавливается инструкциями по эксплуатации.

9.2.8 Применение сварочного оборудования для разных способов сварки указаны в таблице 9.1(для справки)

Т а б л и ц а 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
ААДС _{сп}	Таблица 9.9	Таблицы 9.6, 9.9
АДС _ф	Таблица 9.10	Таблица 9.2; 9.10

9.2.9 Для сварки рекомендуется применять однопостовые источники постоянного тока. Для ручной дуговой (РДС) и ручной аргодуговой (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.

9.2.10 Технические характеристики газовых горелок для ручной аргодуговой сварки приведены в таблице 9.5.

9.2.11 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.

9.2.12 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.

9.2.13 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).

9.2.14 Для подогрева и осушения двуокиси углерода (СО₂) следует применять подогреватели и осушители заводского производства любой конструкции.

9.2.15 Некоторые марки автоматов для автоматической сварки под слоем флюса приведены в таблице 9.10.

Т а б л и ц а 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 аргодуговая 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-303УЗ, ВСЖ-303УЗ, ВС-30А, ВС-600М	Полуавтоматическая дуговая сварка плавящим электродом в защитных газах (ПЗГ)	Жесткая	
ВДУ-305УЗ, ВДУ-504-1УЗ, ВДУ-505УЗ, ВДУ-506УЗ, ВДУ-601УЗ	Ручная дуговая сварка штучными электродами (РДС), автоматическая дуговая сварка под флюсом (АДСф)	Крутопадающая	Двойная трехфазная система с уравнивающим реактором
ВДУ-305УЗ, ВДУ-504-1УЗ, ВДУ-505УЗ, ВДУ-506УЗ, ВДУ-5000УЗ	Полуавтоматическая дуговая сварка плавящим электродом в защитных газах (ПЗГ)	Жесткая	
ВДУ-1201УЗ	Автоматическая дуговая сварка под флюсом (АДСф)	Крутопадающая	Шестифазная кольцевая система выпрямления
ВДГ-601УЗ, ВДМ-1001УЗ, ВДМ-1601УЗ	Многопостовая ручная дуговая сварка штучными электродами, ручная аргоно-дуговая сварка (РАДС),	Жесткая	

Т а б л и ц а 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

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	1100	1050	1500	5150
ширина	700	850	1150	2200
высота	900	1650	1685	2450
Число постов сварки	7	9	30	150/200
Номинальный сварочный ток одного поста при ПН=60 %, А	315	315	315	160/90

Т а б л и ц а 9.5 - Горелки для ручной аргодуговой 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-ИУ3
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	Ar: 3-5 CO2: 4-7	Ar: 6-10 CO2: 4-12
Габариты, мм	258x60x110	252x108x44	42x19x220	32x26x220	55x47x185	189x26x58	197x30x72	240x36x80	200x32x52
Масса без шланга, кг	0,54	0,5	0,3	0,3	0,3	0,16	0,175	0,3	0,6
Пр и м е ч а н и е * - Охлаждение всех типов горелок естественное.									

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

Наименование	Марка источника питания				
	УДГУ-301УЗ	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	900	900	300	600	1230
ширина	1100	1100	500	350	620
высота	900	1100	400	400	1000
Масса, не более, кг	420	340	40	45	410

Окончание таблицы 9.6

Наименование	Марка источника питания				
	УДГУ-301УЗ	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

Т а б л и ц а 9.8 - Автоматы для сварки неповоротных стыков труб без присадочной проволоки

Тип, марка оборудования	1	ОДА-1СИ	ОДА-2СИ	ОДА-3СИ	ШАГ 57-76ГМУЗ	ШАГ 89-108ГМУЗ	ШАГ 120-ГУЗ	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	180x158 x288	262x183x 373	413x310 x183	235x170 207	235x194 x230	235x228 x260	235x250 x290	235x285 x224
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-300ДМІ				
Тип аппаратуры управления	11	СА-198			ШАГ-ЗМУЗ	-	-	АСМ-ШУЗ				

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-301УХЛ4
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	380x250 x150	450x345 x150	470x370 x150	500x390x 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

Т а б л и ц а 9.10 - Техническая характеристика автоматов для дуговой сварки под флюсом плавящимся электродом

Наименование	Марка автомата				
	АДФ-1202УЗ	АД-2001УХЛ4	А-1415УХЛ4	А-1412УЗЛ4	ГДФ-1001УЗ
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-1201УЗ	ВДФ-2001УЗ	ВДУ-1201УЗ	ГДФК-2002УЗ	ВДУ-1201УЗ
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	1100	1200	1860	1820	1845
ширина	450	990	860	890	1050
высота	770	1870	960	1388	1680
Масса автомата, кг	65	420	325	405	298
Род сварочного тока	Постоянный	Постоянный	Постоянный	Постоянный	Постоянный

10 Подготовка кромок труб, деталей и арматуры

10.1 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.

10.2 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.).

10.3 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.

10.4 Шероховатость поверхности подготовленных под сварку кромок должна быть не более Rz80 (пункт 12.9 ПНАЭ Г-7-009-89 [10]).

10.5 Подготовка кромок и поверхностей деталей под сварку должна выполняться механической обработкой.

10.6 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.

10.7 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.

10.8 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.

10.9 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.

10.10 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 калибровку (расточку или раздачу) труб по внутреннему диаметру.

10.11 Цилиндрическая раздача концов труб из сталей перлитного класса разрешается при толщине стенки до 5 мм включительно, концов труб из сталей аустенитного класса – до 4 мм включительно.

10.12 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 давления из сталей аустенитного класса.

10.13 Диаметры расточки или раздачи концов труб должны соответствовать приведённым в таблицах 10.2-10.8.

10.14 Длина (L) цилиндрической части расточки или раздачи 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.

10.15 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.

10.16 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.

10.17 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.

10.18 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.

10.19 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.

10.20 Подготовленные под сварку кромки 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 D_p с требованиями ПТД;
- отклонение от перпендикулярности торца трубы (δ^{**}) (рисунок 11.2);

10.21 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	08X18H10T с 08X18H10T	С-23	РАДС; ААДС _{пр}
			08X18H10T с 20, 15ГС,16ГС		
		От 4 до 30	08X18H10T с 08X18H10T	С-42	РАДС; РАДС +РДС; РАДС+ПЗГ; ААДС _{пр}
			08X18H10T с 20, 15ГС,16ГС		РАДС; РАДС +РДС
От 2 до 5	08X18H10T с 08X18H10T	С-39	ААДС; ААДС _{пр}		
2	ОСТ 24.125.31-89 [12]	2	20,20К + 20,20К, 15ГС, 16ГС	С-22	РАДС; ААДС _{пр}
			15ГС,16ГС +15ГС,16ГС		
		От 3 до 6	20,20К + 20,20К, 15ГС, 16ГС	С-23	РАДС; ААДС _{пр}
			15ГС,16ГС +15ГС,16ГС		
		Свыше 6 до 30 вкл.	20,20К + 20,20К, 15ГС, 16ГС	С-25	РАДС; РАДС +РДС; РАДС+ПЗГ; ААДС _{пр}
			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)	08X18H10T с 08X18H10T; 08X18H10T с 12X18H10T	1-23 (С-23)	РАДС; ААДС _{пр}
		От 4,5 до 12 (наружный диаметр от 76 до 325)	08X18H10T с 08X18H10T; 08X18H10T с 12X18H10T	1-25-1 (С-42)	РАДС; РАДС+РДС; РАДС+ПЗГ; ААДС _{пр}
		От 2 до 6 (наружный диаметр от 14 до 159)	08X18H10T с 08X18H10T; 08X18H10T с 12X18H10T	1-21-2 (С-39)	ААДС; ААДС _{пр}
		От 6 до 12 (наружный диаметр от 377 до 630)	08X18H10T с 08X18H10T; 08X18H10T с 12X18H10T	1-24-1 (С-24- 1)	РАДС; РАДС +РДС; РАДС+ПЗГ; ААДС _{пр}
		10 (наружный диаметр от 720 до 1220)	08X18H10T с 08X18H10T; 08X18H10T с 12X18H10T	1-16 (С-17)	РДС; ПЗГ; ААДС _{пр}
		От 2 до 3	08X18H10T с 20,20К.	1-23 (С-23)	РАДС
		От 4,5 до 12	08X18H10T с 20,20К	1-25-1 (С-42)	РАДС; РАДС+РДС
		От 6 до 12	08X18H10T с 20,20К	1-24-1 (С-24- 1)	РАДС; РАДС+РДС
		10	08X18H10T 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)	08X18H10T с 08X18H10T; 08X18H10T с 12X18H10T	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)	08X18H10T с 08X18H10T; 08X18H10T с 12X18H10T	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)	08X18H10T с 08X18H10T; 08X18H10T с 12X18H10T	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; ААДС _{пр}
		От 7 до 12 (наружный диаметр от 219 до 630)	Перлитный	1-24-1 (С-24-1)	РАДС; РАДС +РДС; РАДС+ПЗГ; ААДС _{пр}
		От 8 до 14 (наружный диаметр от 720 до 1620)	Перлитный	1-16 (С-17)	РДС; ПЗГ; ААДС _{пр}
		От 7 до 9 (наружный диаметр от 219 до 426)	Перлитный	1-25 (С-25)	РАДС; РАДС+РДС; РАДС+ПЗГ; ААДС _{пр}
		От 2 до 6 (наружный диаметр от 14 до 159)	Перлитный	1-21-2 (С-39)	ААДС; ААДС _{пр}
5	СТО 79814898110- 2012 [21]	От 2 до 3 (наружный диаметр от 10 до 38)	Аустенитный	1-22 (С-22);	РАДС; ААДС _{пр}
		От 3 до 6 (наружный диаметр 25; 57)	Аустенитный	1-23 (С-23)	РАДС; ААДС _{пр}
		От 4 до 40 (наружный диаметр от 76 до 325)	Аустенитный	1-25-1 (С-42)	РАДС; РАДС +РДС; РАДС+ПЗГ; ААДС _{пр}
		От 4 до 16 (наружный диаметр от 377 до 630)	Аустенитный	1-24-1 (С-24-1)	РАДС; РАДС +РДС; РАДС+ПЗГ; ААДС _{пр}

Продолжение таблицы 10.1

		От 5 до 30 (наружный диаметр от 720 до 1220)	Аустенитный	1-16 (С-17)	РДС; ПЗГ; ААДС _{пр}
6	СТО 79814898106-2008 [22]	От 2 до 3 (наружный диаметр от 14 до 38)	Перлитный	1-22 (С-22);	РАДС; ААДС _{пр}
		От 3 до 6 (наружный диаметр от 57 до 159)	Перлитный	1-23 (С-23)	РАДС; ААДС _{пр}
		От 4 до 16 (наружный диаметр от 219 до 630)	Перлитный	1-24-1 (С-24-1)	РАДС; РАДС +РДС; РАДС+ПЗГ; ААДС _{пр}
		От 5 до 30 (наружный диаметр от 720 до 1620)	Перлитный	1-16 (С-17)	РДС; ПЗГ; ААДС _{пр}
7	ОСТ 24.125.11-89 [17]	От 4,5 до 7 (условный диаметр Ду от 10 до 32)	Аустенитный	Исполнение 01-05	РАДС; РДС
8	ОСТ 24.125.12-89 [18]	От 5 до 16 (условный диаметр Ду от 50 до 125)	Аустенитный	Исполнение 01-17	РАДС; РДС; РАДС +РДС
9	СТО 79814898 123-2009 [24]	От 2 до 5 (условный диаметр Ду 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 Ду 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 Ду 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 Dн1 от 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

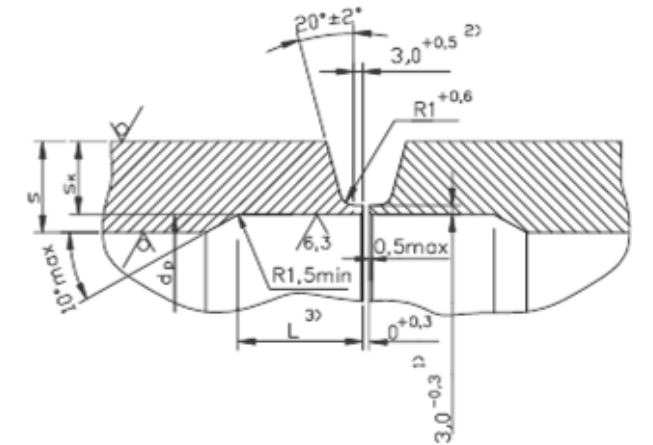
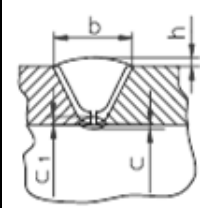
Таблица 10.2 - Подготовка кромок трубопроводов под сварку. Размеры сварного шва

Тип соединения по ОСТ 24.125.02-89 [13] (ПНАЭ Г-7-009-89) ¹⁾	Типоразмер стыкуемых труб Dн x S, мм	Конструктивные элементы по ОСТ 24.125.02-89 [13]. Pраб>22кгс/см ²								
		Диаметр расточки фр, мм	Толщина стенки в месте расточки Sк не менее, мм	Подготовленных кромок стыкуемых деталей	Сварного шва	Размеры шва, мм				
						b, не менее	h	C ²⁾	C1 ³⁾	
								не более		поворот стык
С-23 (1-23)	14x2,0	10	-			5	1,5 ^{-0,5}	1,5	0,4	
	18x2,5	13	-			5				
	25x3,0	19	-			7	2,0 ^{+1,5} _{-1,0}	2,0	0,6	0,9
	32x3,5	25	-			8				
	38x3,5	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 $1,5 \pm 0,5$.
- 5 При соединении деталей трубопроводов из разнородных сталей форма подготовки кромок и толщина стенки S из сталей перлитного класса устанавливается по соответствующим размерам стыкуемой детали из сталей аустенитного класса.

Продолжение таблицы 10.2

Тип соединения по ОСТ 24.125.02-89 (ПНАЭ Г-7-009-89 [10])	Типоразмер стыкуемых труб Dн x S, мм	Конструктивные элементы по ОСТ 24.125.02-89. Pраб>22кгс/см ²					Размеры шва, мм				
		Диаметр расточки d _p , мм	Толщина стенки в месте расточки S _к не менее, мм	Подготовленных кромок стыкуемых деталей	Сварного шва	b, не менее	h	C		C1	
								не более			
								пово рот стык	не повор. стык	пово рот стык	не повор. стык
С-42 (1-42)	57x4,0	50 ^{+0,3} _{-0,2}	2,6	 <p>1) Для толщин S=4 мм принять 2,7-0,3 мм 2) Для S_к >16 мм принять 3,5+0,5 мм 3) Длину расточки L для труб следует принимать 10+3мм. При толщине стенки трубы свыше 15 мм L=20+3 мм.</p>		7,0	1,0 ^{+1,5} _{-0,5}	2,0	0,6	0,9	
	57x5,5	47 ^{+0,3} _{-0,2}	4,3			9,0			0,8	1,2	
	76x4,5	68 ^{+0,3} _{-0,2}	3,1			8,0			1,0	1,5	
	76x7,0	63 ^{+0,23}	5,6			10,0	1,5 ^{+1,5} _{-0,5}		1,0	1,5	
	89x5,0	80 ^{+0,3} _{-0,2}	3,6			8,0	1,0 ^{+1,5} _{-0,5}		0,8	1,2	
	89x8,0	74 ^{+0,23}	6,5			10,0	1,5 ^{+1,5} _{-0,5}		1,0	1,5	
	108x5,0	100 ^{+0,23}	2,7			8,0	1,0 ^{+1,5} _{-0,5}		0,8	1,2	
	108x7,0	97 ^{+0,23}	4,8			10,0	1,5 ^{+1,5} _{-0,5}		1,0	1,5	
	108x9,0	93 ^{+0,23}	6,4			11,0	1,5 ^{+1,5} _{-0,5}		1,2	1,8	
	108x12,0	88 ^{+0,23}	9,0			13,0	1,5 ^{+1,5} _{-0,5}		1,2	1,8	
	133x6,0	124 ^{+0,23}	3,2			9,0	1,5 ^{+1,5} _{-0,5}	0,8	1,2		
	133x8,0	120 ^{+0,23}	5,7			10,0	1,5 ^{+1,5} _{-0,5}	1,0	1,5		
	133x11,0	114 ^{+0,23}	8,0			12,0	1,5 ^{+1,5} _{-0,5}	1,2	1,8		
	133x14,0	109 ^{+0,23}	10,9			15,0	1,5 ^{+1,5} _{-0,5}	1,5	2,2		
	159x6,5	149 ^{+0,26}	3,8			9,0	1,5 ^{+1,5} _{-0,5}	1,0	1,5		
	159x9,0	143 ^{+0,26}	6,7			12,0	1,5 ^{+1,5} _{-0,5}	1,2	1,8		
	159x13,0	137 ^{+0,26}	9,5			12,0	1,5 ^{+1,5} _{-0,5}	1,5	2,2		
	159x17,0	130 ^{+0,26}	12,9			15,0	1,5 ^{+1,5} _{-0,5}	1,5	2,2		
	219x12,0	199 ^{+0,3}	8,8			11,0	1,5 ^{+1,5} _{-0,5}	1,2	1,8		
	220x8,0	208 ^{+0,3}	4,3			8,0	1,5 ^{+1,5} _{-0,5}	1,0	1,5		
	245x19,0	212 ^{+0,3}	14,5			16,0	1,5 ^{+1,5} _{-0,5}	1,5	2,2		
	273x11,0	255 ^{+0,3}	7,3			10,0	1,5 ^{+1,5} _{-0,5}	1,2	1,8		
	273x20,0	236 ^{+0,3}	16,5			17,0	1,5 ^{+1,5} _{-0,5}	1,5	2,2		
	325x12,0	305 ^{+0,34}	7,8			11,0	1,5 ^{+1,5} _{-0,5}	1,2	1,8		
	325x16,0	297 ^{+0,34}	12,4			14,0	1,5 ^{+1,5} _{-0,5}	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 x S, мм	Конструктивные элементы по ост 24.125.02-89. Pраб>22кгс/см ²								
		Диаметр расточки dр, мм	Толщина стенки в месте расточки Sk не менее, мм	Подготовленных кромок стыкуемых деталей	Сварного шва	Размеры шва, мм				
						b не менее	h	C ²⁾	C1 ³⁾	
									поворот стык	не повор. стык
С-39 (1-21-2)	14x2,0	10	-		5	1,5 ^{-0,5}	1,5	0,4	0,6	
	18x2,5	13	-		5					
	25x3,0	19	-		7					
	32x3,5	25	-		8	2,0 ^{+1,5 -1,0}	2,0	0,6	0,8	
	38x3,5	31	-		7					
	57x4,0	50,0 ^{+0,3 -0,2}	2,6		8	1,0 ^{+1,5 -0,5}	2,0	0,6	0,8	
	76x4,5	68,0 ^{+0,3 -0,2}	3,1		8					
	89x5,0	80,0 ^{+0,3 -0,2}	3,6		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) 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 x S, мм	Конструктивные элементы по ост 24.125.31-89, ПНАЭ Г-7-009-89 [10]				Подготовленных кромок стыкуемых деталей	Сварного шва	Размеры шва, мм			
		Диаметр расточки фр, мм	Толщина стенки в месте расточки Sк не менее, мм	b не менее	h			C ²⁾	C ^{1³⁾}		
								не более			
C-22 (1-22)	16x2,0	-	-			4	1,0±0,5	1,5	0,4		
<p>Примечания</p> <ol style="list-style-type: none"> 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 x S, мм	Конструктивные элементы по ОСТ 24.125.31-89, ПНАЭ Г-7-009-89 [10]				Размеры шва, мм			
		Диаметр расточки dр, мм	Толщина стенки в месте расточки Sк не менее, мм	Подготовленных кромок стыкуемых деталей	Сварного шва	b не мен ее	h	C ²⁾	C ¹⁾
								не более	
С-23 (1-23)	28x3	-	-			5	1,5 ^{+1,5} _{-1,0}	1,5	0,4
	32x3							2,0	
	38x3					6	1,5 ^{+1,5} _{-1,0}	2,0	0,6
	57x4								
	76x4								
	89x4								
<p>Примечания</p> <ol style="list-style-type: none"> 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 x S, мм	Конструктивные элементы по ост 24.125.31-89, ПНАЭ Г-7-009-89 [10]							
		Диаметр расточки d _p , мм	Толщина стенки в месте расточки S _к не менее, мм	Подготовленных кромок стыкуемых деталей	Сварного шва	Размеры шва, мм			
						b не менее	h	C ²⁾ не более C1 ³⁾	
С-23 (1-23)	133x6,5	122+0,63	3,7		8	1,5 ^{+1,5} _{-1,0}	2,0	0,6	
	89x6	-	-						12
	108x6	97+0,54	3,7		2,0±1,5				
<p>Примечания</p> <ol style="list-style-type: none"> 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 x 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	C ²⁾ не более	C1 ³⁾ не более
С-25 (1-25)	159x7	148+0,63	4,0			12	2,0±1,5	2,0	0,6
	108x8	95+0,54	4,7			13			
	133x8	119+0,54	5,8			14			
	159x9	142+0,63	6,9			15			
	219x9	204+0,72	5,5			3,0±2,0	2,5	1,1	
	273x10	256+0,81	6,5						18
	219x13	195+0,72	9,5						19
	325x13	303+0,81	8,5						20
	377x13	354+0,89	9,0						22
	426x14	401+0,97	9,8						23
	273x16	244+0,72	11,8						24
	465x16	437+0,97	10,8						26
	630x17	598+0,97	14,0						
	325x19	290+0,81	14,2						
	720x22	678+0,97	16,5						
	426x24	382+0,89	18,5						
630x25	582+0,97	22,0							
530x28	480+0,97	19,0							

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 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 x S, мм	Конструктивные элементы по ОСТ 34-10-417-90. P _{раб} < 22кгс/см ²								
		Диаметр расточки фр, мм	Толщина стенки в месте расточки S _к не менее, мм	Подготовленных кромок стыкуемых деталей	Сварного шва	Размеры шва, мм				
						e не менее	g	C ²⁾	C1 ³⁾	
								не более		
							поворот стык	не повор. стык		
1-23 (С-23)	14x2,0	10 ^{0,18}	1,5			7±2	1,5	0,4	0,6	
	18x2,5	13,5 ^{0,18}	2,0			8±3				
	25x3,0	19,5 ^{0,21}	2,5			9±3				
	32x2,5	28,0 ^{0,21}	2,0			8±3	1,0±0,5	2,0	0,6	0,9
	38x3,0	33,0 ^{0,25}	2,5			9±3				
	57x3,0	52,0 ^{0,30}	2,5			9±3				
<p>Примечания</p> <ol style="list-style-type: none"> 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 $1,5 \pm 0,5$. 										

Продолжение таблицы 10.4

Тип соединения по ОСТ 34-10-417-90 (ПНАЭ Г-7-009-89 [10])	Типоразмер стыкуемых труб Dn x S, мм	Конструктивные элементы по ОСТ 34-10-417-90. P _{раб} < 22кгс/см ²										
		Диаметр расточки d _p , мм	Толщина стенки в месте расточки Sk не менее, мм	Подготовленных кромок стыкуемых деталей	Сварного шва	Размеры шва, мм						
						e не менее	g	C	C1			
								не более				
поворот стык	не повор. стык											
1-25-1 (С-42)	76x4,5	68 ^{+0,30}	3,5			10,5±3	1,0 ^{+1,5} _{-0,5}	2,0	0,8	1,2		
	89x5,0	80 ^{+0,30}	4,0			11,0±3						
	108x5,0	99 ^{+0,35}	4,0			12,0±3						
	133x6,0	124 ^{+0,40}	4,0			15,0±4	1,5 ^{+1,5} _{-1,0}	2,5	1,2	1,8		
	159x6,0	150 ^{+0,40}	4,0			12,5±4			1,0	1,5		
	219x11,0	200 ^{+0,48}	7,5			15,0±4			1,2	1,8		
	220x7,0	209 ^{+0,48}	5,0									
	273x11,0	255 ^{+0,52}	6,5									
	325x12,0	305 ^{+0,52}	7,0									
<p>Примечания</p> <p>1 Для толщин S=4 мм принять 2,7_{-0,3} мм.</p> <p>2 Для Sk>16 мм принять 3,5^{+0,5} мм.</p> <p>3 Длину расточки L для труб следует принимать 10⁺³ мм.</p> <p>4 При толщине стенки трубы свыше 15 мм L=20⁺³ мм.</p>												

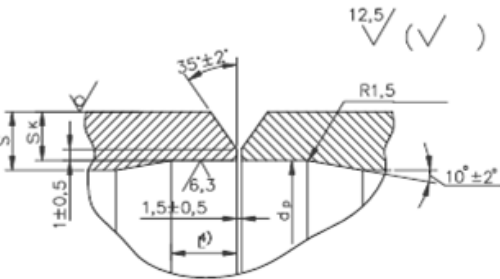
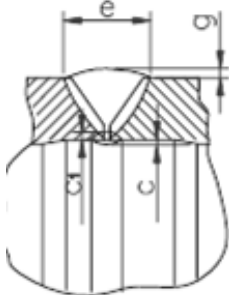
Продолжение таблицы 10.4

Тип соединения по ОСТ 34-10-417-90 (ПНАЭ Г-7-009-89 [10]) ¹⁾	Типоразмер стыкуемых труб Dн x S, мм	Конструктивные элементы по ОСТ 34-10-417-90. P _{раб} < 22кгс/см ²								
		Диаметр расточки d _p , мм	Толщина стенки в месте расточки S _k не менее, мм	Подготовленных кромок стыкуемых деталей	Сварного шва	Размеры шва, мм				
						e не менее	g	C ²⁾	C ^{1³⁾}	
								не более		
							поворот стык	не повор. стык		
1-21-2 (С-39)	14x2,0	10 ^{0,18}	1,5			5±2	1,5±1,0	1,5	0,4	0,6
	18x2,5	13,5 ^{0,18}	2,0						0,6	0,8
	25x3,0	19,5 ^{0,21}	2,5					2,0	0,6	0,8
	32x2,5	28,0 ^{0,21}	2,0					2,0	0,6	0,8
	38x3,0	33,0 ^{0,25}	2,5					2,0	0,6	0,8
	57x3,0	52,0 ^{0,30}	2,5					2,0	0,6	0,8
<p>Примечания</p> <ol style="list-style-type: none"> 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 x S, мм	Конструктивные элементы по ОСТ 34-10-417-90. P _{раб} < 22кгс/см ²								
		Диаметр расточки d _p , мм	Толщина стенки в месте расточки S _k не менее, мм	Подготовленных кромок стыкуемых деталей	Сварного шва	Размеры шва, мм				
						e не менее	g	C ²⁾	C1 ³⁾	
								не более		
						поворот стык	не повор. стык			
1-21-2 (С-39)	76x4,5	68 ^{+0,30}	3,5			6,0±3	1,5±1,0	2,0	0,8	1,2
	89x5,0	80 ^{+0,30}	4,0			7,0±3				
	108x5,0	99 ^{+0,35}	4,0							
	133x6,0	124 ^{+0,40}	4,0							
	159x6,0	150 ^{+0,40}	4,0							
	76x4,5	68 ^{+0,30}	3,5							
<p>Примечания</p> <ol style="list-style-type: none"> 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 Дн x S, мм	Конструктивные элементы по ОСТ 34-10-417-90. Р _{раб} < 22кгс/см ² и ПНАЭ Г-7-009-89 [10]								
		Диаметр расточки d _p , мм	Толщина стенки в месте расточки S _k не менее, мм	Подготовленных кромок стыкуемых деталей	Сварного шва	Размеры шва, мм				
						e не менее	g	C ²⁾	C1 ³⁾	
									поворот стык	не повор. стык
1-24-1 (С-24-1)	376x6,0	367 ^{+0,57}	4,5			14±3	1,5 ^{+1,5} _{-1,0}	2,5	0,8	1,2
	426x8,0	412 ^{+0,63}	5,5			16±4			1,0	1,5
	530x8,0	516 ^{+0,70}	6,5			16±4			1,0	1,5
	630x8,0	616 ^{+0,40}	6,5			16±4			1,0	1,5
	630x12,0	608 ^{+0,70}	9,5			22±5			1,2	1,8
<p>Примечания</p> <p>1 Допускается выполнять конструктивные элементы сварного шва по ПНАЭ Г-7-009-89 [10].</p> <p>2 Выпуклость корня шва с внутренней стороны.</p> <p>3 Вогнутость корня шва с внутренней стороны.</p> <p>4 Длину расточки L для труб следует принимать: При толщине стенки трубы 6 мм – 15 мм; 8 мм – 20 мм; 12 мм – 25 мм.</p>										

Окончание таблицы 10.4

Тип соединения по ОСТ 34-10-417-90 (ПНАЭ Г-7-009-89 [10]) ¹⁾	Типоразмер стыкуемых труб Дн x S, мм	Конструктивные элементы по ОСТ 34-10-417-90, $P_{раб} < 22 \text{ кгс/см}^2$ и ПНАЭ Г-7-009-89 [10]					
		Диаметр расточки d_p , мм	Толщина стенки в месте расточки S_k не менее, мм	Подготовленных кромок стыкуемых деталей	Сварного шва	Размеры шва, мм	
						e	g
1-16 (С-17)	720x10	$703^{+0,80}$	8			19±4	2±1,5
	820x10	$803^{+0,90}$	8				
	920x10	$903^{+0,90}$	7				
	1020x10	$1003^{+1,00}$	7,5				
	1220x10	$1203^{+1,00}$	8				
<p>Примечания</p> <p>1 Допускается выполнять конструктивные элементы сварного шва по ПНАЭ Г-7-009-89 [10].</p> <p>2 Длина расточки L – 20 мм.</p>							

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 x S, мм	Типоразмер стыкуемых перлитных труб Dн x S, мм	Конструктивные элементы по ОСТ 34-10-417-90, R _{раб} < 22кгс/см ² и ПНАЭ Г-7-009-89 [10].					Размеры шва, мм			
			Диаметр расточки фр, мм	Толщина стенки в месте расточки S _к не менее, мм	Подготовленных кромок стыкуемых деталей	Сварного шва	e не менее	g	C ²⁾	C ¹⁾	
										поворот стык	не повор. стык
1-23 (С-23)	14x2,0	14x2,0	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
	18x2,5	18x2,0	14,5 ^{+0,18}	1,5			8±3				
	25x3,0	25x2,0	21,5 ^{+0,21}	1,5			9±3				
	32x2,5	32x2,0	28,5 ^{+0,21}	1,5			8±3				
	38x3,0	38x2,0	34,5 ^{+0,25}	1,5			9±3				
	57x3,0	57x3,0	52,0 ^{+0,30}	2,5							
<p>Примечания</p> <p>1 Допускается выполнять конструктивные элементы сварного шва по ПНАЭ Г-7-009-89 [10].</p> <p>2 Выпуклость корня шва с внутренней стороны.</p> <p>3 Вогнутость корня шва с внутренней стороны.</p>											

Продолжение таблицы 10.5

Тип соединения по ОСТ 34-10-417-90 (ПНАЭ Г-7-009-89 [10]) ¹⁾	Типоразмер стыкуемых аустенитных труб Dн x S, мм	Типоразмер стыкуемых перлитных труб Dн x S, мм	Конструктивные элементы по ОСТ 34-10-417-90, P _{раб} < 22 кгс/см ² и ПНАЭ Г-7-009-89 [10].				Подготовленных кромок стыкуемых деталей	Сварного шва	Размеры шва, мм			
			Диаметр расточки d _p , мм	Толщина стенки в месте расточки S _к не менее, мм	e, не мене е	σ _г			C ²⁾		C ¹⁾	
									не более			
									пово рот. стык	не повор. стык		
1-25-1 (С-42)	76x4,5	76x3,0	71 ^{+0,30}	2,5			10±3	1,0 ^{+1,5} _{-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	
	89x5,0	89x3,5	84 ^{+0,30}	2,5			11±3					
	108x5,0	108x4,0	102 ^{+0,35}	3,0			12±3					
	133x6,0	133x4,0	126 ^{+0,40}	3,0			15±4					
	159x6,0	159x5,0	151 ^{+0,40}	4,0			12,5 ±4					
	219x11,0	219x7,0	208 ^{+0,46}	4,5			1,5 ^{+1,5} _{-1,0}					
	220x7,0	219x7,0	208 ^{+0,46}	4,5			15±4					
	273x11,0	273x8,0	259 ^{+0,52}	5,5								
	325x12,0	325x8,0	311 ^{+0,52}	6,5								

- 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) Для толщин S=4 мм принять 2,7-0,3 мм
- 5) Для S_к > 16 мм принять 3,5+0,5 мм
- 6) Длину расточки L для труб следует принимать 10+3 мм
- 7) При сварке корня шва с присадочной проволокой допускается зазор 1,5 ± 0,5

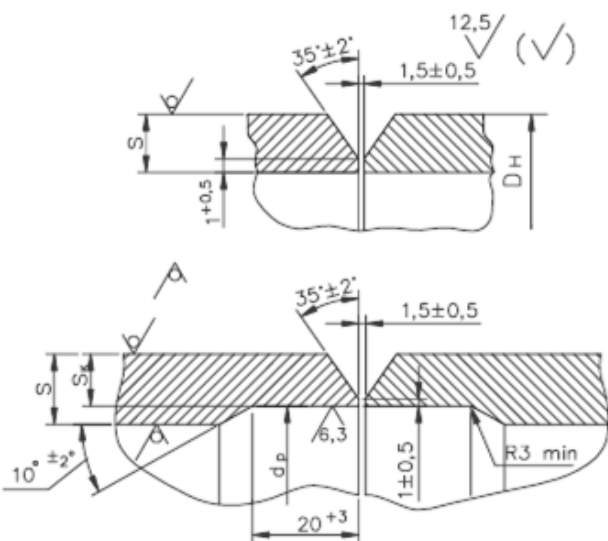
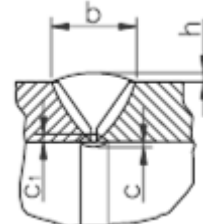
Продолжение таблицы 10.5

Тип соединения по ОСТ 34-10-417-90 (ПНАЭ Г-7-009-89 [10]) ¹⁾	Типоразмер стыкуемых аустенитных труб Dн x S, мм	Типоразмер стыкуемых перлитных труб Dн x S, мм	Конструктивные элементы по ОСТ 34-10-417-90, $R_{раб} < 22 \text{ кгс/см}^2$ и ПНАЭ Г-7-009-89 [10].									
			Диаметр расточки d _p , мм	Толщина стенки в месте расточки S _к не менее, мм	Подготовленных кромок стыкуемых деталей	Сварного шва	Размеры шва, мм					
							e, не менее	g	C ²⁾		C ¹ ³⁾	
									не более			
								пово рот. стык	не повор. стык			
1-24-1 (С-24-1)	377x6,0	377x9,0	367 ^{+0,57}	4,5			14±3	1,5 ^{+1,5} _{-1,0}	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	
	426x8,0	426x9,0	412 ^{+0,63}	5,5			6±4					
	530x8,0	530x8,0	516 ^{+0,70}	6,5			6±4					
	630x8,0	630x8,0	616 ^{+0,70}	6,5			6±4					
	630x12,0	630x12,0	608 ^{+0,70}	9,5			22±5					
<p>Примечания</p> <ol style="list-style-type: none"> 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 x S, мм	Конструктивные элементы по ОСТ 34-42-659-84, P _{раб} < 22кгс/см ² 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	c	c1
1-23 (С-23)	14x2,0	11 ^{+0,18}	1,5			7±2	1,0±0,5	0,5 ^{+1,0} _{-0,5}	В соответствии с табл. 5 и 6 ОСТ 34-42-659-84
	18x2,0	15 ^{+0,18}							
	25x2,0	22 ^{+0,21}							
	32x2,0	29 ^{+0,21}							
	38x2,0	35 ^{+0,25}							
	57x3,0	52 ^{+0,30}	2,5			9±3	1,5 ^{+1,5} _{-0,5}		
	76x3,0	71 ^{+0,30}							
	89x3,5	84 ^{+0,35}							
	108x4,0	102 ^{+0,35}	3,0			10±3	2,0 ^{+1,5} _{-0,5}		
	133x4,0	127 ^{+0,40}							
159x5,0	151 ^{+0,40}	4,0		12±3	1,0±1,0				
Примечание - Допускается выполнять конструктивные элементы сварного шва по ПНАЭ Г-7-009-89 [10].									

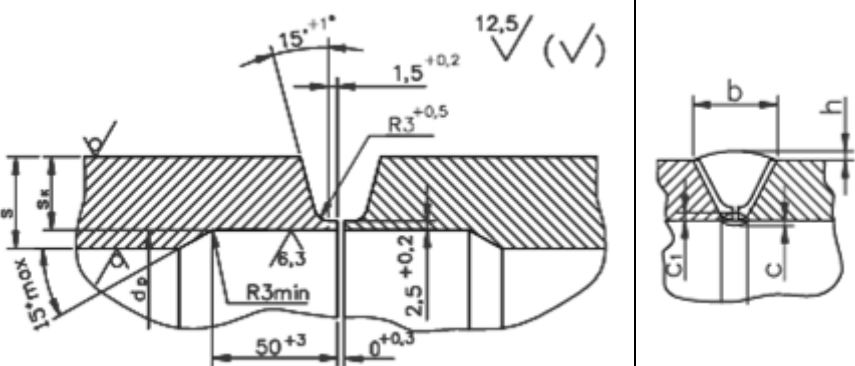
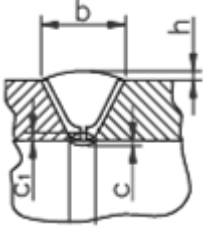
Продолжение таблицы 10.6

Тип соединения по ОСТ 34-42-659-84 (ПНАЭ Г-7-009-89) ¹⁾	Типоразмер стыкуемых труб Dн x S, мм	Конструктивные элементы по ОСТ 34-42-659-84, P _{раб} < 22кгс/см ² и ПНАЭ Г-7-009-89 [10].							
		Диаметр расточки фр, мм	Толщина стенки в месте расточки S _к не менее, мм	Подготовленных кромок стыкуемых деталей	Сварного шва	Размеры шва, мм			
						b	h	c	c1
1-24-1 (С-24-1)	219x7,0	208 ^{+0,46}	4,0			15±4	1,5 ^{+1,5} _{-1,0}	2,5	В соответствии с табл. 5 и 6 ОСТ 34-42-659-84
	273x8,0	259 ^{+0,52}	5,0			16±4			
	325x8,0	311 ^{+0,52}	4,5			18±4			
	377x9,0	361 ^{+0,57}	5,0			16±4			
	426x9,0	410 ^{+0,63}	5,5			22±5			
	530x8,0	516 ^{+0,70}	5,5						
	630x8,0	616 ^{+0,70}	5,5						
	630x12,0	608 ^{+0,70}	10,0						
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 [10]) ¹⁾	Типоразмер стыкуемых труб Дн x S, мм	Конструктивные элементы по ОСТ 34-42-659-84, $P_{раб} < 22 \text{ кгс/см}^2$ и ПНАЭ Г-7-009-89 [10].							
		Диаметр расточки фр, мм	Толщина стенки в месте расточки S_k не менее, мм	Подготовленных кромок стыкуемых деталей	Сварного шва	Размеры шва, мм			
						b	h	c	c1
1-16 (С-17)	720x8	$706^{+0,8}$	5,5			16±4	2±1,5	2 ^{+1,0} _{-1,5}	В соответствии с табл. 5 и 6 ОСТ 34-42-659-84
	820x9	$804^{+0,9}$	6,5			18±4			
	920x10	$902^{+0,9}$	7,5			19±4			
	1020x10	$1002^{+1,0}$	7,5			21±4	2 ^{+2,0} _{-1,0}		
	1220x10	$1201^{+1,0}$	8,0			22±4			
	720x12	$706^{+0,9}$	8,5			25±4			
	820x12	$804^{+1,0}$	8,5						
	1420x14	$1395^{+1,0}$	10,5						
	1620x14	$595^{+1,0}$	10,5						
<p>Примечания</p> <p>1 Допускается выполнять конструктивные элементы сварного шва по ПНАЭ Г-7-009-89 [10].</p> <p>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.</p>									

Продолжение таблицы 10.6

Тип соединения по ОСТ 34-42-659-84 (ПНАЭ Г-7-009-89 [10]) ¹⁾	Типоразмер стыкуемых труб Дн х S, мм	Конструктивные элементы по ОСТ 34-42-659-84, $P_{раб} < 22 \text{ кгс/см}^2$ и ПНАЭ Г-7-009-89 [10].							
		Диаметр расточки фр, мм	Толщина стенки в месте расточки S_k не менее, мм	Подготовленных кромок стыкуемых деталей	Сварного шва	Размеры шва, мм			
						b	h	c	c1
1-25 (С-25)	219x7	$208^{+0,46}$	4,0			15±4	$1,5^{+1,5}_{-1,0}$	2,5	В соответствии с табл. 5 и 6 ОСТ 34-42-659-84
	273x8	$259^{+0,52}$	5,0			16±4			
	325x8	$311^{+0,52}$	4,5			18±4			
	377x9	$361^{+0,57}$	5,0						
	426x9	$410^{+0,63}$	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 x S, мм	Конструктивные элементы по ОСТ 34-42-659-84, P _{раб} < 22кгс/см ² и ПНАЭ Г-7-009-89 [10].							
		Диаметр расточки фр, мм	Толщина стенки в месте расточки S _к не менее, мм	Подготовленных кромок стыкуемых деталей	Сварного шва	Размеры шва, мм			
						b	h	c	c1
1-21-2 (С-39)	14x2,0	11 ^{+0,18}	1,5			5±2	1,0±0,5	0,5 ^{+1,0} _{-0,5}	В соответствии с табл. 5 и 6 ОСТ 34-42-659-84
	18x2,0	15 ^{+0,18}					1,5±0,5		
	25x2,0	22 ^{+0,21}					1,5±0,5		
	32x2,0	29 ^{+0,21}					1,5±0,5		
	38x2,0	35 ^{+0,25}	2,5			6±3	2,0 ^{+1,5} _{-0,5}	1,0±1,0	
	57x3,0	52 ^{+0,30}				7±2	1,0±1,0		
	76x3,0	71 ^{+0,30}				7±2	1,0±1,0		
	89x3,5	84 ^{+0,35}	3,0			7±2	1,0±1,0	1,0±1,0	
	108x4,0	102 ^{+0,35}				7±2	1,0±1,0		
	133x4,0	127 ^{+0,40}	4,0			7±2	1,0±1,0	1,0±1,0	
159x5,0	151 ^{+0,40}	7±2		1,0±1,0					
Пр и м е ч а н и е - 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 x S, мм	Конструктивные элементы по СТО 79814898 110-2012, P _{раб} < 22кгс/см ²								
		Диаметр расточки dр, мм	Толщина стенки в месте расточки Sk не менее, мм	Подготовленных кромок стыкуемых деталей	Сварного шва	Размеры шва, мм				
						e	g	C ²⁾	C1 ³⁾	
								не более		
							пово- рот. стык	не повор. стык		
1-22 (С-22)	10x2,0	6,5 ^{0,18}	1,5	 <p>Длина расточки 10^{+0,5}</p>		7±2	1,5 ^{+1,5} _{-0,5}	0,5 ^{+1,0} _{-0,5}	0,4	0,6
	14x2,0	10 ^{0,18}	1,5			9±2	2,0 ^{+1,5} _{-0,5}			
	18x2,5	13,5 ^{0,18}	2,0			9±2				
	32x2,5	28,0 ^{0,21}	1,8			10±2	0,6	0,8		
	38x3,0	33,0 ^{0,25}	2,3							
<p>Примечания</p> <ol style="list-style-type: none"> 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. 										

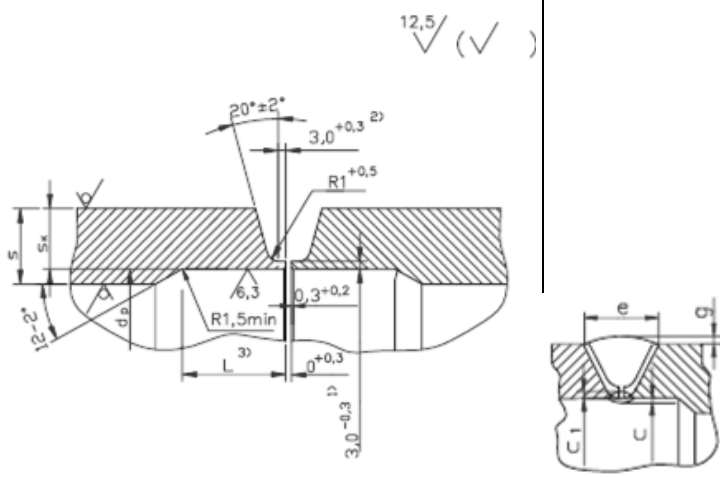
Продолжение таблицы 10.7

Тип соединения по СТО 79814898 110-2012 (ПНАЭ Г-7-009-89 [10]) ¹⁾	Типоразмер стыкуемых труб Dн x S, мм	Конструктивные элементы по СТО 79814898 110-2012, P _{раб} < 22кгс/см ²					Размеры шва, мм				
		Диаметр расточки dр, мм	Толщина стенки в месте расточки Sk не менее, мм	Подготовленных кромок стыкуемых деталей	Сварного шва	e	g	C ²⁾		C ¹⁾	
								не более			
								пово- рот. стык	не повор. стык		
1-23 (С-23)	25x3,0	19,5 ^{0,30}	2,5			7±2	1,5 ^{+1,5} _{-0,5}	0,5 ^{+1,0} _{-0,5}	0,6	0,8	
57x3,0	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 $1,5 \pm 0,5$.

Продолжение таблицы 10.7

Тип соединения по СТО 79814898 110-2012 (ПНАЭ Г-7-009-89 [10])	Типоразмер стыкуемых труб Dн x S, мм	Конструктивные элементы по СТО 79814898 110-2012, P _{раб} < 22кгс/см ²										
		Диаметр расточки d _p , мм	Толщина стенки в месте расточки S _к не менее, мм	Подготовленных кромок стыкуемых деталей	Сварного шва	Размеры шва, мм						
						e	g	C		C1		
								не более				
						пово рот. стык	не повор. стык					
1-25-1 (С-42)	76x4,5	68 ^{+0,30}	3,5			10,5±3	1,0 ^{+1,5} _{-0,5}	2,0	0,8	1,0		
	89x5,0	80 ^{+0,30}	3,5			11,0±3						
	108x5,0	99 ^{+0,35}	3,5			12,0±3						
	133x6,0	124 ^{+0,40}	3,5			15,0±4	1,5 ^{+1,5} _{-1,0}	2,5	1,2	1,6		
	159x6,0	150 ^{+0,40}	3,5			12,5±4	1,0 ^{+1,5} _{-0,5}				1,0	1,2
	219x11,0	200 ^{+0,46}	7,5			<p>1) Для толщин S=4 мм принять 2,7-0,3 мм 2) Для S_к >16 мм принять 3,5+0,5 мм 3) Длину расточки L для труб толщиной стенки до 10мм . следует принимать 15+0,7 мм. При толщине стенки трубы свыше 10 мм L=25+1 мм.</p>	16,0±4	1,5 ^{+1,5} _{-1,0}	1,5	1,6		
	220x7,0	209 ^{+0,46}	4,5				12,5±4	1,0 ^{+1,5} _{-0,5}			1,0	1,2
	273x11,0	255 ^{+0,52}	6,5				16,0±4	1,5 ^{+1,5} _{-1,0}			1,5	1,6
	325x12,0	305 ^{+0,52}	7,0									

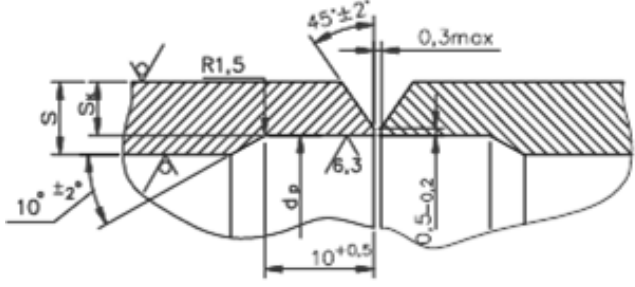
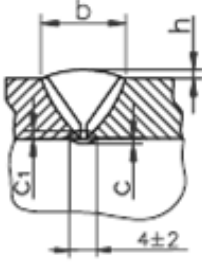
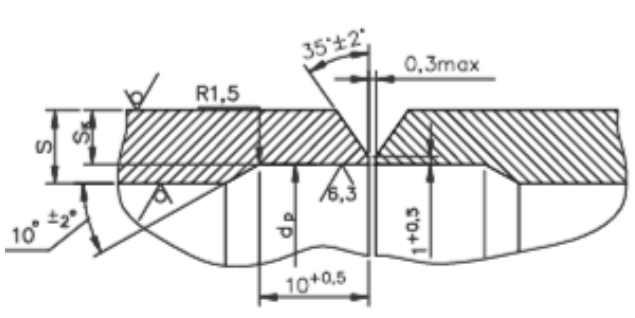
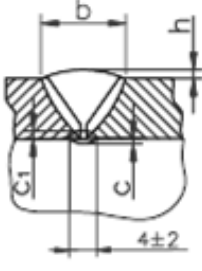
Продолжение таблицы 10.7

Тип соединения по СТО 79814898 110-2012 (ПНАЭ Г-7-009-89 [10]) ¹⁾	Типоразмер стыкуемых труб Dn x S, мм	Конструктивные элементы по СТО 79814898 110-2012, P _{раб} < 22кгс/см ²								
		Диаметр расточки d _p , мм	Толщина стенки в месте расточки S _к не менее, мм	Подготовленных кромок стыкуемых деталей	Сварного шва	Размеры шва, мм				
						e	g	C ²⁾	C ¹⁾	
									не более	
						ПОВО РОТ. СТЫК	НЕ ПОВОР. СТЫК			
1-24-1 (С-24-1)	377x6,0	367 ^{+0,57}	4,5			14±3	2,5	0,8	1,2	
	426x8,0	412 ^{+0,63}	5,5			16±4		1,5 ^{+1,5} _{-1,0}	1,0	1,2
	530x8,0	516 ^{+0,70}	5,8							
	630x8,0	616 ^{+0,70}	6,2							
	630x12,0	608 ^{+0,70}	9,5							1,2
<p>Примечания</p> <ol style="list-style-type: none"> 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

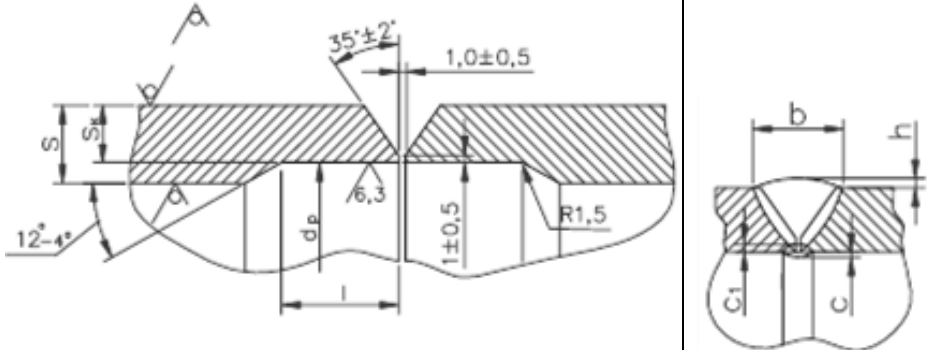
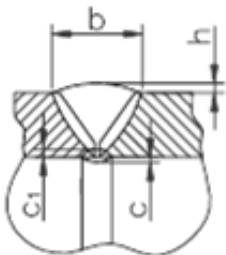
Тип соединения по СТО 79814898 110-2012 (ПНАЭ Г-7-009-89 [10])	Типоразмер стыкуемых труб Дн х S, мм	Конструктивные элементы по СТО 79814898 110-2012, $P_{раб} < 22 \text{ кгс/см}^2$					
		Диаметр расточки фр, мм	Толщина стенки в месте расточки Sk не менее, мм	Подготовленных кромок стыкуемых деталей	Сварного шва	Размеры шва, мм	
						e	g
1-16 (С-17)	720x10	703 ^{+0,80}	7,2		19±4	2±1,5	
	820x10	803 ^{+0,90}	8,2				
	920x10	903 ^{+0,90}	7,0				
	1020x10	1003 ^{+1,00}	7,0				
	1220x10	1203 ^{+1,00}	8,0				
<p>Примечания</p> <ol style="list-style-type: none"> 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 x S, мм	Конструктивные элементы по СТО 79814898 106-2008, $P_{раб} < 22 \text{ кгс/см}^2$ 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	c	c1						
1-22 (С-22)	14x2,0	11 ^{+0,18}	1,5			7±2	1,5 ^{+1,0} _{-0,5}	0,5 ^{+1,0} _{-0,5}	В соответствии с табл. 7 и 8 СТО 79814898 106-2008						
	18x2,0	15 ^{+0,18}													
	25x2,0	22 ^{+0,21}													
	32x2,0	29 ^{+0,21}													
	38x2,0	35 ^{+0,25}													
1-23 (С-23)	57x3,0	52 ^{+0,30}	1,8			7±2	1,5 ^{+1,0} _{-0,5}	0,5 ^{+1,0} _{-0,5}	В соответствии с табл. 7 и 8 СТО 79814898 106-2008						
	76x3,0	71 ^{+0,30}				8±2	1,5 ^{+1,5} _{-0,5}								
	89x3,5	84 ^{+0,35}				9±3	2,0 ^{+1,5} _{-1,0}								
	108x4,0	102 ^{+0,35}				11±3									
	133x4,0	127 ^{+0,40}				3,0	1+0.5			10±0.5	10° ±2°	R1.5	0.3max	6.3	0.5-0.2
	159x5,0	151 ^{+0,40}													

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 Дн х S, мм	Конструктивные элементы по СТО 79814898 106-2008, $P_{раб} < 22 \text{ кгс/см}^2$ и ПНАЭ Г-7-009-89 [10].				Размеры шва, мм			
		Диаметр расточки d _p , мм	Толщина стенки в месте расточки S _к не менее, мм	Подготовленных кромок стыкуемых деталей	Сварного шва	b	h	С, не бол ее	С1
1-24-1 (С-24-1)	219x7,0	208 ^{+0,46}	4,0	 <p>Длину расточки l для труб типоразмера 219x7 . следует принимать 15+0,7 мм. Для всех остальных типоразмеров- i=20+1 мм.</p>		15±3	1,5 ^{+1,5} _{-1,0}	2,5	В соответствии с табл. 7 и 8 СТО 79814898 106-2008
	273x8,0	259 ^{+0,52}	4,5			16±4			
	325x8,0	311 ^{+0,52}	4,5			18±4			
	377x9,0	361 ^{+0,57}	5,0			16±4			
	426x9,0	410 ^{+0,63}	5,0			22±5			
	530x8,0	516 ^{+0,70}	5,5						
	630x8,0	616 ^{+0,70}	5,5						
	630x12,0	608 ^{+0,70}	9,5						
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 x S, мм	Конструктивные элементы по СТО 79814898 106-2008, $R_{\text{раб}} < 22 \text{ кгс/см}^2$ и ПНАЭ Г-7-009-89 [10].							
		Диаметр расточки d _p , мм	Толщина стенки в месте расточки S _к не менее, мм	Подготовленных кромок стыкуемых деталей	Сварного шва	Размеры шва, мм			
						b	h	c	c1
1-17 (С-16)	720x8	706 ^{+0,8}	5,5	 <p>Длину расточки l для труб типоразмера 1220x11 . следует принимать 25±1 мм. Длину расточки l для труб типоразмера 1420x14; . 1620x14 следует принимать 30±1,5 мм. Для всех остальных типоразмеров- i=20±1 мм.</p>		16±4	2±1,5	2 ^{+1,0} _{-1,5}	В соответствии с табл. 7 и 8 СТО 79814898 106-2008
	820x9	804 ^{+0,9}	6,5			18±4			
	920x10	902 ^{+0,9}	7,5			19±4			
	1020x10	1002 ^{+1,0}	7,5						
	1220x11	1201 ^{+1,0}	8,0			25±4			
	1420x14	1395 ^{+1,0}	10,5						
	1620x14	1595 ^{+1,0}	10,5						
Примечание - Допускается выполнять конструктивные элементы сварного шва по ПНАЭ Г-7-009-89 [10].									

Т а б л и ц а 10.9 - Конструкционные размеры штуцерного соединения, мм (ОСТ 24.125.11-89 [17]).

Исполнение	Условный диаметр Dy	Конструкционные размеры сварного соединения		D ₁ + 0,5	D _o		D+1	d _b		d		s	s ₁	b	h
					Номин	Пред. откл		Номин	Пред. откл	Номин	Пред. откл	не менее		не менее	не менее
												до расточки	после расточки		
01	10		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		25	+ 0,14	7		16	8	

Т а б л и ц а 10.10 - Исполнение штуцера в зависимости от размеров основного трубопровода (ОСТ 24.125.11-89 [17]).

Исполнение	Размеры основного трубопровода, Дн x S, мм	H, мм
01, 02, 03, 04, 05	p=19,62 МПа (200 кгс/см ²), t=290°C; p=17,66 МПа (180 кгс/см ²), t=360°C	
	108x12	136
	133x14	149
	159x17	162
01, 02	p=17,66 МПа (180 кгс/см ²), t=360°C; p=8,44 МПа (86 кгс/см ²), t=300°C	
	57x5,5	111
	76x7	120
01, 02, 03, 04	89x8,0	127
01, 02	p=13,73 МПа (140 кгс/см ²), t=335°C	
	57x5,5	111
	76x7	120
01, 02, 03, 04	89x8,0	127
01, 02, 03, 04, 05	108x9,0	136
	133x11	149
	159x13	162
	245x19	205
	273x20	219
01, 02	p=10,79 МПа (110 кгс/см ²), t=55°C; p=10,10 МПа (103 кгс/см ²), t=170°C; p=9,2 МПа (92 кгс/см ²), t=290°C; p=7,55 МПа (77 кгс/см ²), t=290°C	
	57x4	111
01, 02, 03*	76x4,5	120
* На параметры p=10,789 МПа (110 кгс/см ²), t=55°C для соединения с трубой 76x4,5 используются только штуцера исполнения 01 и 02.		

Окончание таблицы 10.10

Исполнение	Размеры основного трубопровода, Дн x S, мм	Н, мм
	p=10,79 МПа (110 кгс/см ²), t=55°C; p=10,10 МПа (103 кгс/см ²), t=170°C; p=9,02 МПа (92 кгс/см ²), t=290°C; p=7,55 МПа (77 кгс/см ²), t=290°C	
01, 02, 03, 04, 05	89x5	127
	108x7	136
	133x8	149
	159x9	162
	219x12	192
	325x16	245
01, 02	p=5,40 МПа (55 кгс/см ²), t=60°C p=3,92 МПа (40 кгс/см ²), t=290°C; p=3,92 МПа (40 кгс/см ²), t=200°C;	
	57x4,0	111
01, 02, 03*	76x4,5	120
01, 02, 03, 04, 05	89x5,0	127
	108x5,0	136
	133x6,0	149
	159x6,5	162
	220x8,0	193
	273x11,0	219
	325x12	245
* На параметры p=10,79МПа(110кгс/см ²), t=55°C для соединения с трубой диаметром 76x4,5 используются только штуцеры исполнения 01 и 02.		

Т а б л и ц а 10.11 – Конструкционные размеры штуцерного соединения, рисунок 10.1 по ОСТ 24.125.12-89 [18].

Исполнение	Условный диаметр Ду	Размеры труб, присоединяемых к штуцеру $D_H \times S$	D +2,0	D ±1,0	D ₀		d _B		d _{B1}		S	S _k	H		h		h ₁		
					Номин.	Пред. откл.	Номин.	Пред.откл л.	Номин.	Пред.откл л.	Не менее		Номин.	Пред. откл	Номин.	Пред. откл	Номин.	Пред. откл	
p=17,66 МПа (180 кгс/см ²), t=360°C																			
01	50	57x5,5	68	59	36	-0,08 -0,25	30	+0,5	42	±0,5	10	4,3	93	+4 -2	50	±5	15	±1	
p=17,66 МПа (180 кгс/см ²), t=360°C; p=13,73 МПа(140кгс/см ²), t=335°C																			
02	65	76x7	92	78	52	-0,10 -0,30	46	+0,5	58	±0,5	14	7,0	120	±2	70	±5	15	±1	
p=13,73 МПа (140 кгс/см ²), t=335°C; p=13,73 МПа (140 кгс/см ²), t=335°C																			
03	50	57x5,5	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	89x8	104	91	64	-0,10 -0,30			68		16	8,0	125	±2	70	±5			
p=10,79 МПа (110 кгс/см ²), t=55°C; p=10,10 МПа (103 кгс/см ²), t=170°C; p=9,02 МПа (92 кгс/см ²), t=290°C; p=7,55 МПа (77кгс/см ²), t=290°C																			
05	50	57x4	62	59	39	-0,08 -0,25	33	+0,5	45	±0,5	7	3,0	93	+4 -2	50	±5	15	±1	
06		57x4	68								9	3,0							
07	65	76x4,5	86	78	57	-0,10 -0,30	51		63		9	3,5	120	±2	70				
		08	76x4,5								92	12							3,5
09	80	89x5	107	92	72	-0,10 -0,30	66		78		12	4,5	125	±2	70				
10		89x5	111								14								
11	100	108x7	122	110	87	-0,12 -0,35	81		93		12	5,0	125	±2	70				
12		108x7	128								15								20

Окончание таблицы 10.11

p=5,40 МПа (55 кгс/см ²), t=60°C; p=3,92 МПа (40 кгс/см ²), t=290°C; p=3,92 МПа (40 кгс/см ²), t=200°C																		
13	50	57x4	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	76x4,5	80	78	57	-0,10 -0,30	51		63		6	3,5	120	±2	70		20	
15	80	89x5	94	92	73	-0,10 -0,30	67		79		5	3,6	125					
16	100	108x5	112	110	91	-0,12	85		97		6	3,0	125					
17	125	133x6	136	134	$\frac{11}{4}$	-0,35	108		120		6,3	3,5	130					

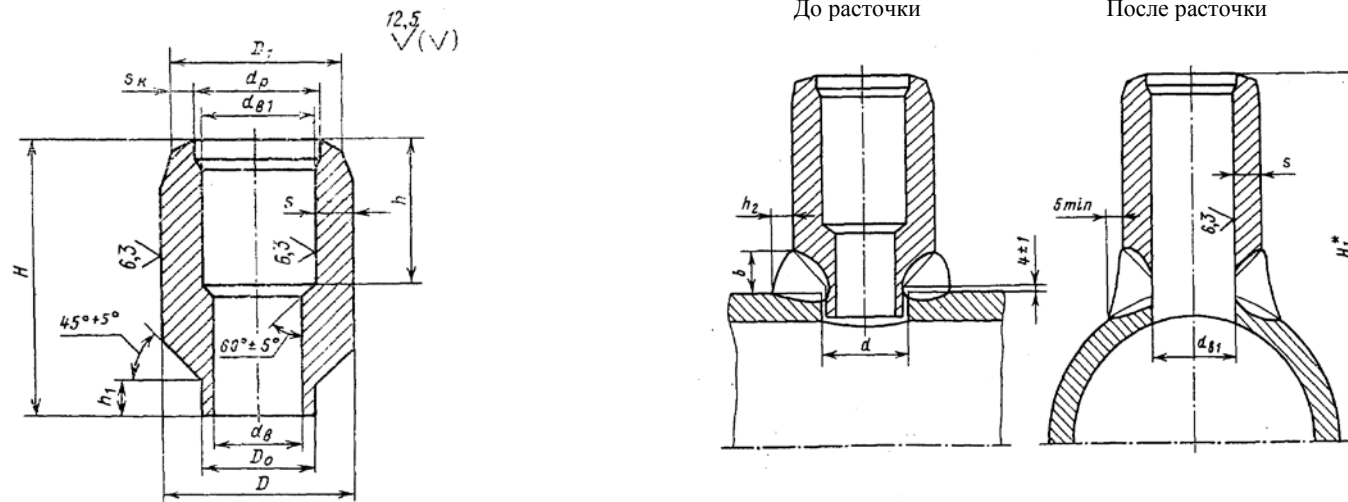


Рисунок 10.1 - Конструкционные размеры штуцерного соединения по ОСТ 24.125.12-89 [18].

Т а б л и ц а 10.12 - Исполнение штуцера в зависимости от размеров основного трубопровода (ОСТ 24.125.12-89 [18])

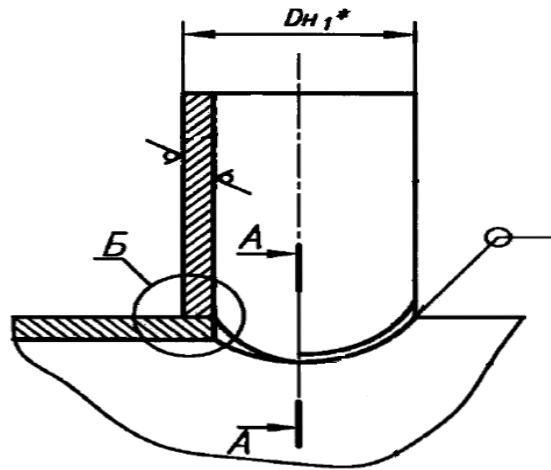
Исполнение штуцера	Размеры основного трубопровода D _{нхS}	H* ₁	d		b	h ₂
			Номин.	Пред. откл.	не менее	
p = 17,66 МПа (180 кгс/см ²), t = 360°C						
01	133x14	149	36	+0,17	23	10
	159x17	162				
02	159x17	190	52	+0,2	26	12
p = 13,73 МПа (140 кгс/см ²), t = 335°C						
02	159x13	189	52	+0,2	26	12
	245x19	232				
	273x20	246				
03	108x9	136	36	+0,17	18	9
	133x11	149			19	8
	159x13	162				
	245x19	205				
	273x20	219				
04	245x19	232	64	+0,2	28	14
	273x20	246				
p = 10,79 МПа (110 кгс/см ²), t = 55°C; p = 10,10 МПа (103 кгс/см ²), t = 170°C p = 9,02 МПа (92 кгс/см ²), t = 290°C; p = 7,55 МПа (77 кгс/см ²), t = 290°C						
05	133x8	149	39	+0,17	19	8
	159x9	162				
	219x12	192				
06	325x16	245	39	+0,17	21	9

Окончание таблицы 10.12

Исполнение штуцера	Размеры основного трубопровода	Н* ₁	d		b	h ₂
			Номин.	Пред. откл.	не менее	
07	159x9	189	57	+0,2	21	9
	219x12	219				
08	325x16	272	72	+0,2	26	11
09	219x12	220				
10	325x16	272	87	+0,23	28	14
11	219x12	220				
12	325x16	272				
p = 5,40 МПа (55 кгс/см ²), t = 60°C; p = 3,92 МПа (40 кгс/см ²), t = 290°C; p = 3,92 МПа (40 кгс/см ²), t = 200°C;						
13	133x6	149	39	+0,17	16	6
	159x6,5	162				
	220x8	192				
	273x11	246				
	325x12	245				
14	159x6,5	189	57	+0,2	17	7
	220x8	219				
	273x11	246				
	325x12	272				
15	220x8	220	73	+0,2	16	6
	273x11	246				
	325x12	272				
16	220x8	220	91	+0,23	16	6
	273x11	246				
	325x12	272				
p = 5,40 МПа (55 кгс/см ²), t = 60°C; p = 3,92 МПа (40 кгс/см ²), t = 290°C; p = 3,92 МПа (40 кгс/см ²), t = 200°C;						
17	273x11	246	114	+0,23	16	6
	325x12	272				

Т а б л и ц а 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 $D_{Н1} \times S$	e	e ₁ ,	g	g ₁	h	
	штуцера, Dy ₁ , мм	основного трубопровода Dy, мм							
01	10	от 65 до 1200	14x2,0	5	6	2	2	8	
02	15	от 80 до 1200	18x2,5						
03	20	от 100 до 1200	25x3,0						
04	25	от 125 до 1200	32x2,5						
05	32	от 150 до 1200	38x3,0						
06	50	от 150 до 400	57x3,0						7
07		от 500 до 1200							6
08	65	150	76x4,5	10	13	5	5		
09		от 200 до 500		11					
10		от 600 до 1200		9					
11	80	от 350 до 900	89x5,0	13	13	6	6		
12		1000; 1200			12				
13	100	от 350 до 799	108x5,0		14				
14		от 800 до 1200			12				

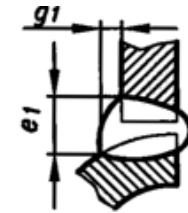


Разрез А-А

Для $Dn1 \leq 76$ мм

Подготовка кромок под сварку

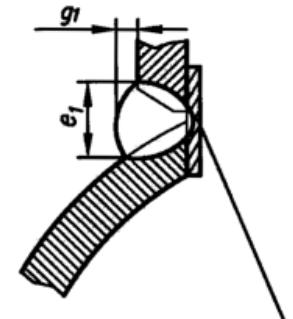
Выполненный шов



Для $Dn1 \geq 89$ мм

Подготовка кромок под сварку

Выполненный шов



Подкладное кольцо

Б

Подготовка кромок

Выполненный шов

Для $S1 \leq 3$ мм Для $S1 \geq 4,5$ мм

Для $Dn1 \leq 76$ мм Для $Dn1 \geq 89$ мм

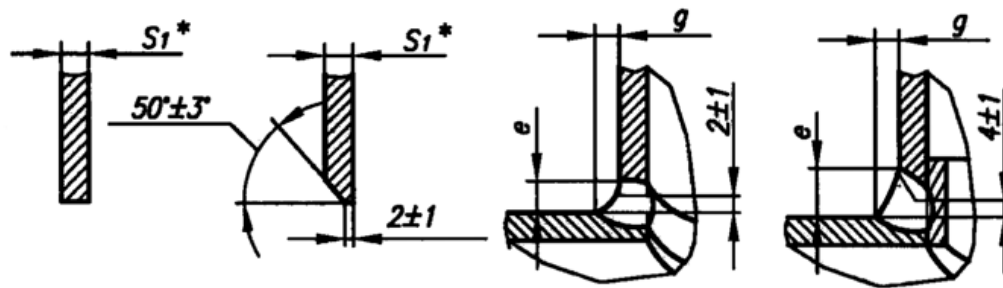


Рисунок 10.2 - Конструкция штуцерного соединения в соответствии с СТО 79814898 123-2009 [24]

Т а б л и ц а 10.14 - Конструкция и размеры бобышек для трубопроводов АЭС (ОСТ 24.125.22-89 [19]).

Исполнение	Конструкционные размеры сварного соединения	d	D		d ₁ +0,3	d ₂ +0,9	L ±2	L ₁ +5	b	h	
			Ном.	Пред. откл.					не менее		
01		M20x1,5	35		18	20,7	80	50	40	21	10
02		110					60				
03		M22x1,5			20	22,7	80	50	40		
04							110	70	60		
05		M27x2	44	+0,4 -0,7	24	28	80	45	40	27	
06							110		75		
07		M27x1,5			27,7	80	50	40	27		
08						110					
09		M33x2	56	+0,4 -1,0	30	34	80	70	40	34	14
10							110		60		

Т а б л и ц а 10.15 - Исполнение бобышки в зависимости от размеров основного трубопровода (ОСТ 24.125.22-89 [19]).

Исполнение	Наружный диаметр трубы, мм		
	P=19,62 МПа(200кгс/см ²), t=290°С P=17,66 МПа(180кгс/см ²), t=360°С	P=9,02 МПа(92кгс/см ²), t=290°С	P=3,92 МПа(40кгс/см ²), t=290°С
01	108, 133, 159	219, 325	273, 325
02		159, 219, 325	273, 325
03			
04			
05	108, 133, 159	219, 325	273, 325
06		219, 325	273, 325
07			
08			
09	159	325	-
10			

Т а б л и ц а 10.16 - Размеры штуцерного соединения, рисунок 10.3 (СТО 79814898 123-2009 [24]).

Обозначение	Условный проход штуцера Dy ₁ , мм	Размеры штуцера D _{H1} xS ₁	e	e ₁	g	g ₁	
			не менее		не менее		
01	10	14x2	5	5	2	2	
02	15	18x2,5					
03	20	25x3					
04	25	32x2,5					
05	32	38x3					
06	50	57x3					7
07							6
08	65	76x4,5	8	13	4	4	
09				11			
10				9			
11	80	89x5	11	13	5	5	
12				12			
13	100	108x5	11	14			
14				12			

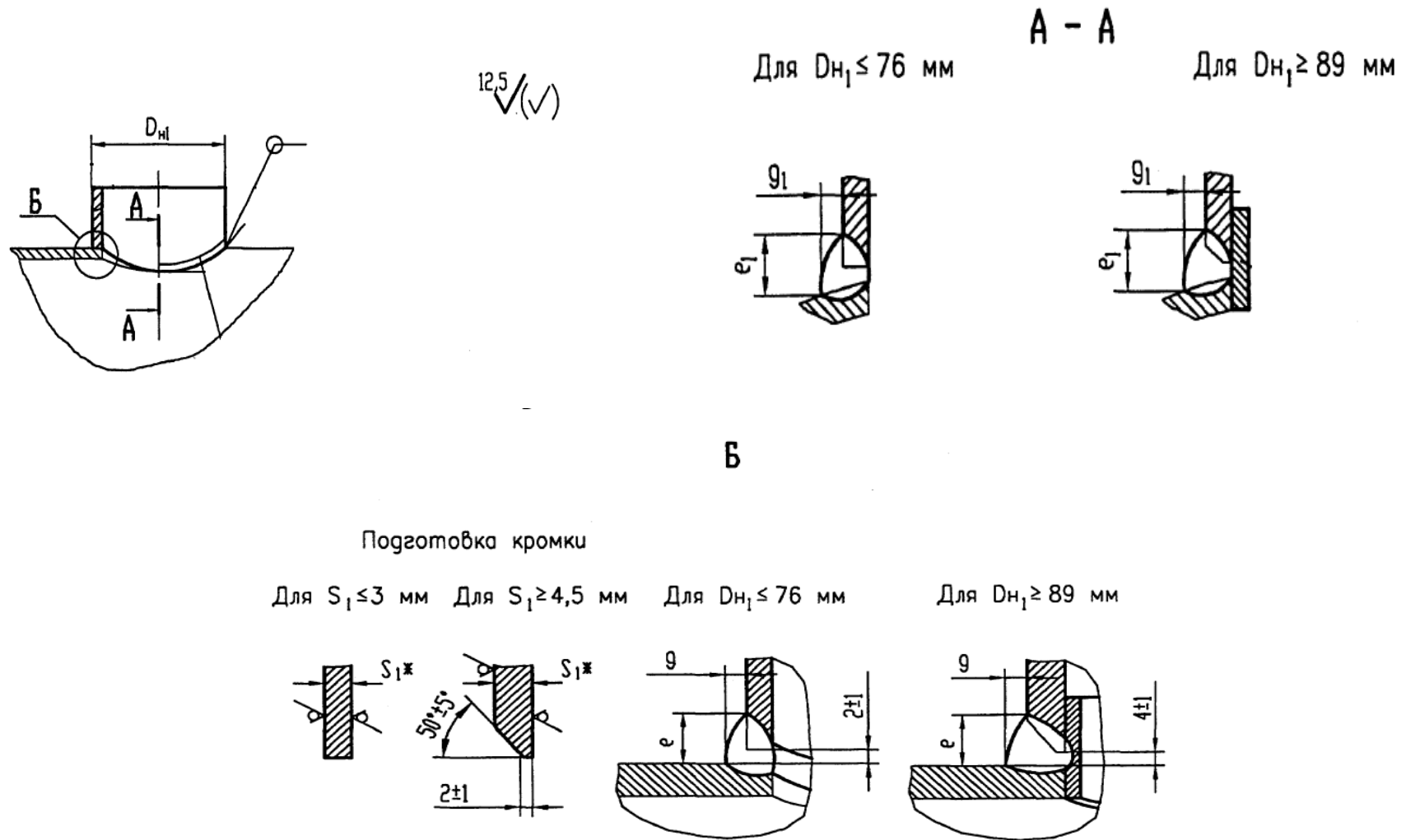


Рисунок 10.3 - Конструкция штуцерного соединения в соответствии с СТО 79814898 123-2009 [24]

Т а б л и ц а 10.17 - Конструкционные размеры штуцерного соединения (ОСТ 24.125.41-89 [14]).

Исполнение	Условный диаметр Ду	Конструкционные размеры сварного соединения		$D_{1+0.5}$	D_o		$D+1$	d_b		$d+0.3$	s	s_1	$b+4$	h	
					Номин	Пред. откл		Номин	Пред. откл		не менее	Номин		Пред. откл	
															до расточки
01	10			17	8,0	-0,05 -0,15	21	12	+0,43	8	3,5	2	11	3	+1
02	20			30	18		32	22		18	4,5				
03	25			34	22	-0,08 -0,25	40	26	+0,52	22	5,6	3	4	+3	
04	32			40	28		47	32	+0,62	28	6,7	15	5	+2	

Т а б л и ц а 10.18 - Исполнение штуцера в зависимости от размеров основного трубопровода ОСТ 24.125.41-89 [14].

Исполнение	Размеры основного трубопровода, Дн x S, мм	H, мм
01, 02, 03, 04	108 x 8	138
p=11,77 МПа (120 кгс/см ²), t=250°C; p=8,44 МПа (86 кгс/см ²), t=300°C		
01, 02	57x4	112
01, 02, 03, 04	89x6	129
	133x8	153
	159x9	164
	219x13	194
	273x16	221
	325x19	247
	426x24	297
	530x28	349
p=8,44 МПа (86 кгс/см ²), t=300°C		
01, 02, 03, 04	108x6	138
	630x25	399
p=5,89 МПа (60 кгс/см ²), t=275		
01, 02, 03, 04	89x6	129

Окончание таблицы 10.18

Исполнение	Размеры основного трубопровода, Дн x S, мм	Н, мм
p=5,89 МПа (60 кгс/см ²), t=275°C; p=3,92 МПа (40 кгс/см ²), t=200°C		
01, 02, 03, 04	57x4	112
	76x4	122
	108x6	138
	133x6,5	153
	159x7	164
	219x9	194
	273x10	221
	325x13	247
	377x13	273
	426x14	297
465x16	317	
p=3,92 МПа (40 кгс/см ²), t=200		
01, 02, 03, 04	89x4	129
	630x17	399
	720x22	494

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

Исполнение	Условный проход, Dy	Dн	Dн ² *	dв		dв ₁		b		h		s	S _{нз} , не менее	H*	
				Номин.	Пред откл.	Номин.	Пред откл.	Номин.	Пред. откл.	Номин.	Пред откл.				
p=11,77 МПа (120 кгс/см ²), t=250°C															
01	100x50	108	62	38	+0,62	43	+0,62	12	+4	5	+3	8	8,5	160	
02	300x100	325	120	84	+0,87	88	+0,87	21	+7	10		19		14,0	280
03	400x100	426										24			330
04	500x100	530										28			380
p=8,44 МПа (86 кгс/см ²), t=300°C															
05	100x50	108	62	38	+0,62	43	+0,62	12	+4	5	+3	6	8,5	160	
06	600x50	630										25		420	
07	600x80											104		71	+0,74
08	300x100	325	120	84	+0,87	88	+0,87	21	+7	10		19	14,0	280	
09	400x100	426									24	330			
10	500x100	530									28	380			
11	600x100	630									25	430			
12	600x150		182	124	+1,00	130	+1,00	28	+8	14		+4	24,0	440	
p=11,77 МПа (120 кгс/см ²), t=250°C; p=8,44 МПа (86 кгс/см ²), t=300°C															

Исполнение	Условный проход, Dy	Dн	Dн ² *	dв		dв ₁		b		h		s	S _м , не менее	H*
				Номин.	Пред откл.	Номин.	Пред откл.	Номин.	Пред. откл.	Номин.	Пред откл.			
13	125x50	133	62	38	+0,62	43	+0,62	12	+4	5	+3	8	8,5	170
14	150x50	159										9		185
15	200x50	219										13		210
16	250x50	273										16		240
17	300x50	325										19		270
18	400x50	426	62	38	+0,62	43	+0,62	12	+4	5	+3	24	8,5	320
19	500x50	530										28		370
20	400x80	426	104	71	+0,74	75	+0,74	16	+5	8		24	12,0	320
21	500x80	530										28		370
22	400x150	426	182	124	+1,00	130	+1,00	19	+7	9		24	24,0	340
23	500x150	530									28	390		
p=5,89 МПа (60 кгс/см ²), t=275°C; p=3,92 МПа (40 кгс/см ²), t=200°C														
24	200x65	219	82	62	+0,74	65	+0,74	10	+2	3	+1	9	7,0	215

Исполнение	Условный проход, Dy	Dн	Dн ² *	dв		dв ₁		b		h		s	S _м , не менее	H*	
				Номин.	Пред откл.	Номин.	Пред откл.	Номин.	Пред. откл.	Номин.	Пред откл.				
25	250x65	273										10		240	
26	300x65	325												13	270
27	350x65	377												14,0	295
28	400x65	426												16,0	320
29	450x65	465													340
30	100x50	108	62	38	+0,62	43	+0,62	12	+4	5	+3	6,0	8,5	160	
31	125x50	133										6,5		170	
32	150x50	159										7,0		185	
33	200x50	219										9,0		215	
34	250x50	273										10,0		240	
35	300x50	325										13,0		270	
36	350x50	377										13,0		295	
24	200x65	219										14,0		320	
38	450x50	465										16,0		340	
39	350x100	377										112		84	+0,87
40	400x100	426	14,0	10,0	330										

Исполнение	Условный проход, Dy	Dн	Dн ² *	dв		dв ₁		b		h		s	S _m , не менее	H*	
				Номин.	Пред откл.	Номин.	Пред откл.	Номин.	Пред. откл.	Номин.	Пред откл.				
41	450x100	465	133									16,0		350	
42	350x125	377											13,0		305
43	400x125	426		104	+0,87	106	+0,87	17		9,0			14,0	12,0	330
44	450x125	465						+7		+3		16,0		350	
45	400x150	426	168									14,0		325	
46	450x150	465		130	+1,0	135	+1,0	21		10,0			16,0	14,0	345
p=3,92 МПа (40 кгс/см ²), t=200°C															
47	400x80	426	97									14,0		320	
48	450x80	465		75	+0,74	79	+0,74	12	+4	5	+3		16,0	7,0	340
p=5,89 МПа (60 кгс/см ²), t=275°C															
49	400x80	426	104	71	+0,74	75	+0,74	16	+5	8	+3	14,0	12,0	320	

Исполнение	Условный проход, Dy	Dн	Dн ² *	dв		dв ₁		b		h		s	S _м , не менее	H*
				Номин.	Пред откл.	Номин.	Пред откл.	Номин.	Пред. откл.	Номин.	Пред откл.			
50	450x80	465										16,0		340

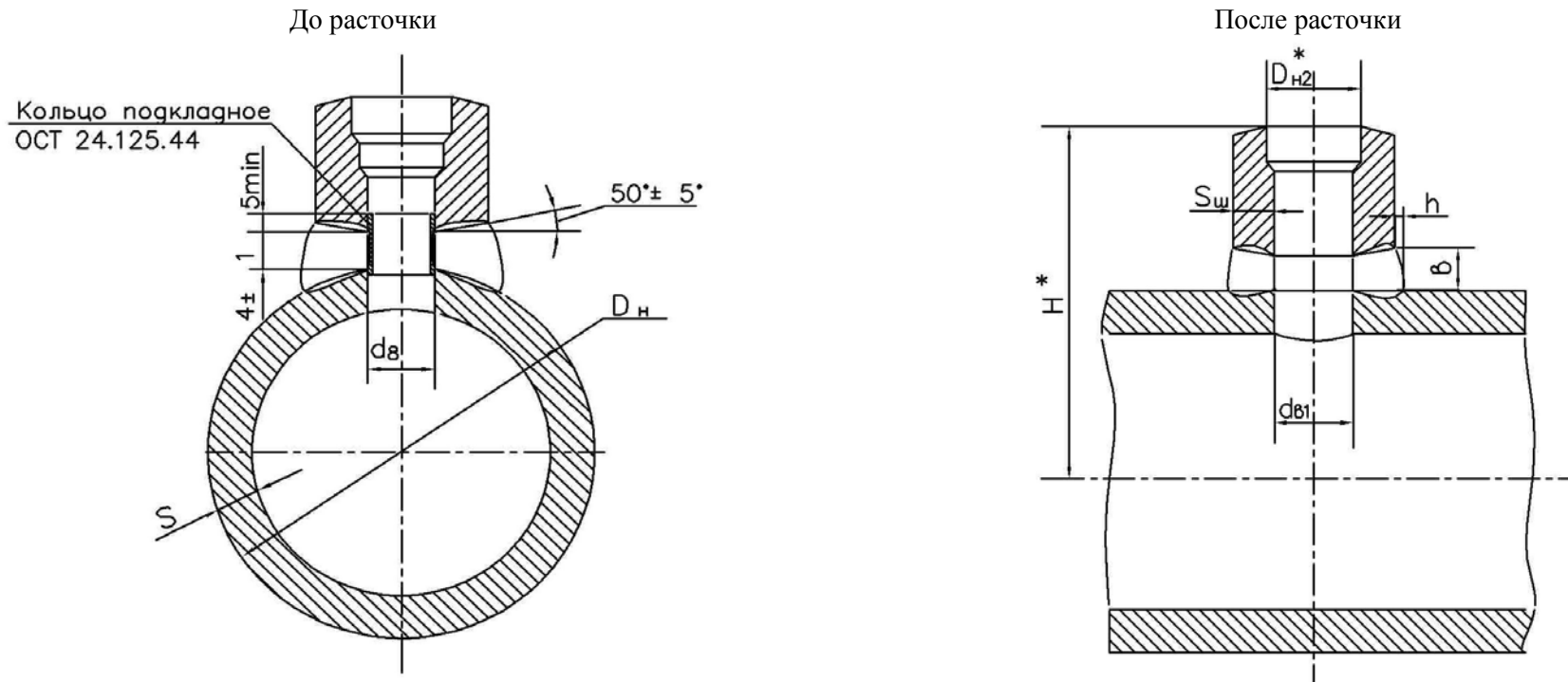


Рисунок 10.4 – Конструкционные размеры штуцерного соединения по ОСТ 24.125.43-89 [15]

Т а б л и ц а 10.20 - Размеры штуцерного соединения для штуцеров $Dy \leq 65$ мм (СТО СРО-П 60542948 00018–2013 [26]).

Обозначение	Конструкционные размеры сварного соединения	$D_{Н1}$	d_B	Условный проход		S_1 , мм не менее	e, мм	g, мм
				штуцера, Dy_1 , мм	основного трубопровода Dy , мм			
001		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)	d ₁		d _o		d _B		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.	Ном.	Пред. откл.
01			M20 x1,5	34	18		8	-0,1 -0,3	8,5	+0,36	80	±2	16	+5	6			
02											110							
03			M27 x2	44	24	+0,52	14	-0,12 -0,36	14	+0,52	80	±2	19	+7	8	+3		
04											110							
05			M33 x2	55	30		18		25	+0,52	80	±2	21	+7	9			
06											110							
07			M39 x2	78	35		25	-0,14 -0,42			80	±2	30	+8	14	+4		
08											110							

* Размеры для справок

11 Сборка соединений под сварку

11.1 К сборке соединений труб и деталей под сварку разрешается приступать после приёмки качества подготовки кромок.

11.2 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.

11.3 Сборку стыковых соединений труб рекомендуется осуществлять с помощью инвентарных приспособлений (центраторы, стяжки), обеспечивающие достижения соосности стыкуемых трубных деталей и регулировку зазора в соединении.

11.4 Рекомендуется применять приспособления, позволяющие выполнять сварку без установки прихваток, например, центраторы типа ЦСА 14-42; ЦСА 57-76; ЦСА 89-108 или других типов.

11.5 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.

11.6 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.

11.7 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.

11.8 Сборка выполняется 3-4 стяжками, равномерно расположенными по периметру соединения.

11.9 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.

11.10 Поверхность деталей в местах приварки креплений должна быть предварительно зачищена от окалины, ржавчины, краски, масла и других загрязнений.

11.11 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.

11.12 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.

11.13 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.

[ПНАЭ Г-7-009-89] [10]

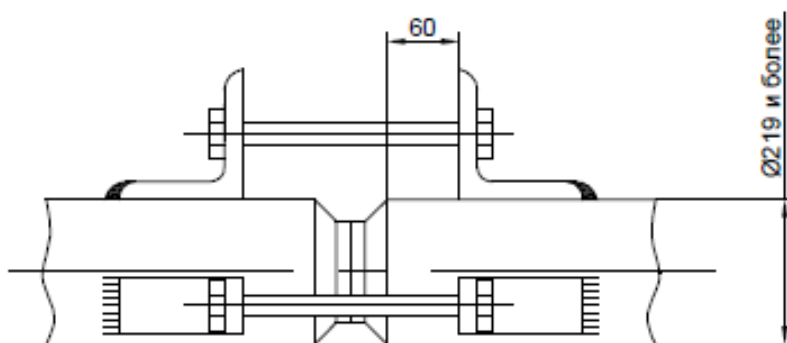


Рисунок 11.1 – Схема сборки соединений труб с применением временных креплений

11.14 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.

11.15 Увеличение размеров деталей путём наплавки не допускается.

11.16 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.

11.17 Наложение прихваток в местах пересечения или сопряжения двух или нескольких подлежащих сварке соединений не допускается.

11.18 Прихватку соединений, собранных под сварку, рекомендуется выполнять аргонодуговой сваркой с присадочной проволокой или без присадочной проволоки в случае заварки сварного соединения способом РАДС.

11.19 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.

11.20 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

11.21 К прихваткам предъявляются такие же требования, как к сварному шву. Качество выполнения прихваток контролируется визуально, а их размеры и расположение – измерением.

11.22 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.

11.23 Собранные под сварку соединения подлежат 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).

11.24 Перелом осей собранных элементов в стыковом соединении проверяется с помощью линейки ГОСТ 427 длиной 400 мм и щупа ГОСТ 882.

11.25 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) $\alpha^{**} \leq 1$ мм.

11.26 Отклонение штуцера (врезки) от вертикального положения проверяется с помощью угольников ГОСТ 3749 и должно быть не больше величин, указанных на рисунке 11.3.

11.27 Геометрические размеры собранных блоков проверяются с помощью линеек ГОСТ 427, угольников ГОСТ 3749, угломеров ГОСТ 5378, рулеток ГОСТ 7502.

11.28 Весь измерительный инструмент должен быть поверен в установленном порядке.

11.29 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.

11.30 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.

11.31 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.

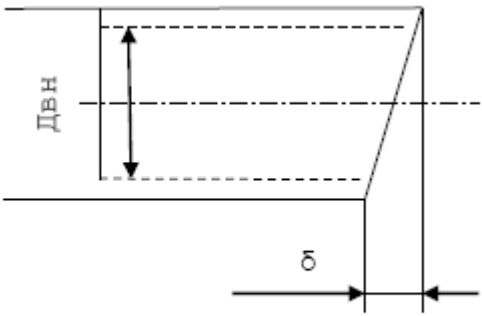
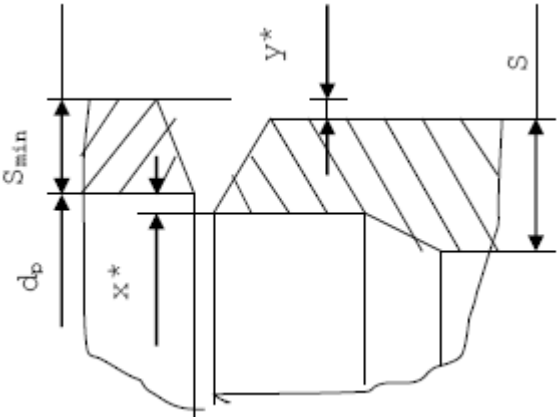
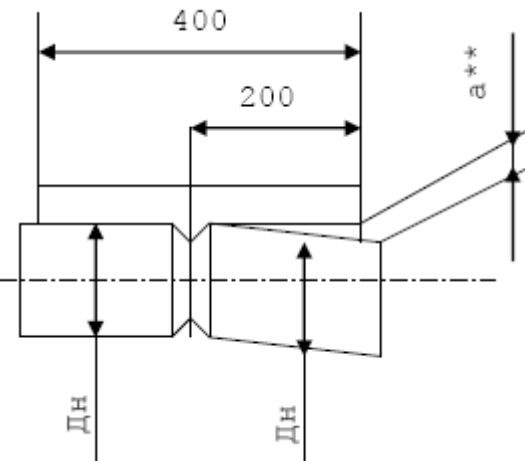
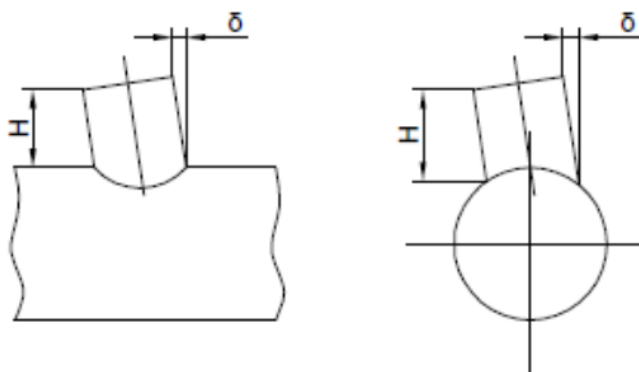
Наименование отклонений	Эскиз	Технические требования
Максимально допустимая величина отклонения от перпендикулярности торца трубы δ , мм		<p>Величина δ:</p> <p>0,3 мм – до $D_{вн}=65$ мм; 0,5 мм – при $D_{вн}$ свыше 65 до 125 мм включительно; 0,5 мм – при $D_{вн}$ свыше 125 до 200 мм включительно; 1,0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

Рисунок 11.2



Высота штуцера Н, 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)

12 Сварка

12.1 Сварка стыковых и угловых соединений трубопроводов

12.1.1 Способы сварки стыковых и угловых соединений трубопроводов приведены в 9.1.1 и таблице 10.1

12.1.2 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.

12.1.3 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.

12.1.4 При выполнении одного соединения допускается использование двух или нескольких способов сварки из числа указанных в п.12.1.1.

12.2 Условия производства сварочных работ

12.2.1 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.

12.2.2 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 Па, Пв, Ша по ПНАЭ Г-7-010-89 [11] сварочные работы рекомендуется выполнять в помещениях, сданных под «чистый монтаж».

12.2.3 Места производства сварочных работ должны быть защищены от любых воздействий, влияющих на качество сварных соединений (атмосферные осадки, направленные потоки воздуха и т.д.).

12.2.4 Сварку в монтажных условиях допускается выполнять при температуре окружающего воздуха не ниже минус 15°C.

12.2.5 Сварку соединений, выполняемых при положительной температуре без подогрева, при отрицательной температуре следует сваривать с подогревом не ниже 50°C.

12.2.6 Сварку соединений труб из сталей аустенитного класса разрешается выполнять без подогрева при температуре окружающего воздуха не ниже минус 5°C. При более низкой температуре сварку выполнять с подогревом, температура которого должна быть не ниже 0°C.

12.2.7 В процессе производства сварочных работ на участке (в помещении), где они выполняются, должны выполняться меры по поддержанию необходимой чистоты (периодическая уборка).

12.3 Требования к расположению сварных соединений

12.3.1 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.

12.3.2 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.

12.3.3 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).

12.3.4 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.

12.3.5 Во всех случаях не разрешается перекрывать опорами зоны пересечения и сопряжения сварных соединений.

12.3.6 Расположение сварных швов на участках труб, подлежащих гибке, не допускается.

12.4 Общие технические требования

12.4.1 Сварка соединений трубопровода должна выполняться согласно требованиям производственно-технологической документации, которая включает указания по:

- способам сварки трубопроводов;
- требованиям 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.

12.4.2 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.

12.4.3 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.

12.4.4 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.

12.4.5 Марки применяемых сварочных материалов должны соответствовать приведённым в таблицах 8.1.

12.4.6 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.

12.4.7 Обязательному контролю на отсутствие трещин подлежит поверхность корня шва сварных соединений труб из сталей марки 08X18H10T (12X18H10T), выполненного аргонодуговой сваркой без присадочной проволоки.

12.4.8 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.

12.4.9 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).

12.4.10 Сварку угловых швов следует выполнять не менее чем в два слоя.

12.4.11 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.

12.4.12 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°C.

12.4.13 Контроль температуры выполняется термокарандашами и термокрасками (с температурой перехода 100°C) или контактными термомпарами (типа ТК). При применении аустенитных сварочных материалов с регламентированным содержанием ферритной фазы допускается повышение температуры до 250°C.

12.4.14 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.

12.4.15 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.

12.4.16 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.

12.4.17 Не допускаются силовые воздействия на соединение до полного окончания его сварки.

12.4.18 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.

12.4.19 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.

12.4.20 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.

12.4.21 При обрыве дуги к сварке приступать вновь после механической обработки (удаления) кратера, отступив в сторону ранее выполненной части шва от 5 до 15 мм.

12.4.22 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 целевого 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.

12.4.23 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.

12.4.24 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.

12.4.25 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.

12.4.26 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.

12.4.27 Сварку замыкающего соединения трубопровода производить после окончания работ по сварке, контролю качества и исправления дефектов на всех остальных соединениях трубопровода.

12.4.28 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 заклеено личным клеймом сварщика.

12.4.29 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.

12.5 Способы сварки. Общие технологические требования

12.5.1 Технология ручной аргодуговой сварки стыковых соединений трубопроводов.

12.5.1.1 РАДС выполнять на постоянном токе прямой полярности. Сварку выполнять горелками, приведёнными в таблице 9.5 или другими горелками, имеющие аналогичные параметры и характеристики.

12.5.1.2 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.

12.5.1.3 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.

12.5.1.4 Сварку корневых слоёв шва выполнять непрерывной или импульсной дугой. Рекомендуется применение импульсно-дуговой сварки, обеспечивающей более высокое качество формирования шва.

12.5.1.5 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.

12.5.1.6 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.

12.5.1.7 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 очередность 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.

12.5.1.8 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).

12.5.1.9 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.

12.5.1.10 Не разрешается начинать сварку на прихватке. Прихватки при сварке корневого шва должны быть переплавлены.

12.5.1.11 При сварке соединения с поддувом защитного газа во внутреннюю полость трубы поддув прекращается после выполнения второго слоя по высоте.

12.5.1.12 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.

12.5.1.13 Ориентировочные режимы сварки приведены в таблице 12.1, 12.2.

12.5.2 Технология автоматической аргодуговой сварки стыковых соединений трубопроводов диаметром меньше 200 мм.

12.5.2.1 Автоматическую аргодуговую 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.

12.5.2.2 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.

12.5.2.3 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.

12.5.2.4 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.

12.5.2.5 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.

12.5.2.6 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 аргодуговой 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	40 – 60	40 – 60
	Свыше 2 до 4	60 – 90	70 – 100
	Свыше 4 до 6	80 – 110	90 – 120
	Свыше 6	90 – 120	90 – 130
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.	70 – 90	90 – 120
	Свыше 6 до 16	85 – 105	90 – 130
	Свыше 16	100 – 130	100 – 140

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

Тип соединения (для перлитных и аустенитны х 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	40 – 50	6 – 8	0,4 – 0,6	0,3– 0,5
	от 1,5 до 2,5	50 – 70		<u>0,4 – 0,6</u>	
	от 2,5 до 4	80 – 110		1,5 – 2	
	от 4 до 6	<u>90 – 120</u>		<u>1,5 – 2</u>	
	от 6 до 12	100 – 130		1,5 – 2,5	
С-23; 1-23(С- 23);1-24- 1(С-24-1); 1- 22(С-22)	4 – 8	100 – 125		1,2 – 2	
	9 – 16	115 – 130		1,5 – 2,5	
	свыше 16	125 – 130		1,5 – 2,5	

Примечание - Значение силы тока при сварке сталей перлитного класса принимать ближе к верхнему пределу.

12.5.2.7 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).

12.5.2.8 Отклонение электрода при сварке корневого слоя шва от оси соединения должно составлять $\pm 0,5$ мм.

12.5.2.9 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.

12.5.2.10 Усиливающий валик шва и заполнение разделки выполнять одним из следующих способов:

- сваркой по методу автоопрессовки;
- сваркой с подачей присадочной проволоки.

12.5.2.11 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.

12.5.2.12 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.

12.5.2.13 После выполнения 2-3 непрерывных проходов производить охлаждение стыка до температуры ниже 100°C.

12.5.2.14 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 поочередно, 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°C. Опрессовочные проходы рекомендуется выполнять с поперечными колебаниями электрода, если узел колебаний имеется в сварочном автомате.

12.5.2.15 Длина дуги при выполнении опрессовочных проходов должна составлять от 2 до 2,5 мм.

12.5.2.16 Сварку валиков шва с подачей присадочной проволоки производить с поперечными колебаниями электрода за полный оборот горелки вокруг стыка.

12.5.2.17 Присадочная проволока диаметром 1,2 мм подается по центру выполняемого валика шва в переднюю часть сварочной ванны навстречу движению электрода.

12.5.2.18 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.

12.5.2.19 Длина дуги при сварке валика с присадочной проволокой должна составлять от 1,5 до 2,5 мм.

12.5.2.20 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.

12.5.2.21 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.

12.5.2.22 Выбор марки присадочной проволоки при автоматической дуговой сварке выполняется согласно рекомендациям, приведённым в таблице 8.1, в зависимости от марки свариваемой стали.

12.5.2.23 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 $\pm 10\%$.

12.5.2.24 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.

12.5.3 Технология автоматической аргонодуговой сварки стыковых соединений трубопроводов диаметром больше 200 мм.

12.5.3.1 Автоматическую аргонодуговую сварку неплавящимся вольфрамовым электродом с присадочной проволокой неповоротных вертикальных стыков труб выполнять сварочным автоматом типа АДГ-301УХ4 или другими аналогичного типа.

12.5.3.2 При автоматической аргодуговой сварке труб углеродистых, кремнемарганцовистых сталей перлитного класса применять соединение с разделкой кромок 1-25.

12.5.3.3 Для сварных соединений при сварке труб из аустенитной стали 08Х18Н10Т, 12Х18Н10Т применять соединения с разделками кромок типа 1-25-1(С-42).

12.5.3.4 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.

12.5.3.5 Сварку стыков труб выполнять на постоянном токе, прямой полярности в направлении «на подъём» за два полуоборота.

12.5.3.6 При сварке трубопроводов из коррозионностойкой стали аустенитного класса присадочную проволоку следует подавать в переднюю часть сварочной ванны (рисунок 12.1).

Таблица 12.3 - Автоматическая аргодуговая 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/с.	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 аргодуговая сварка неплавящимся электродом методом автоопрессовки при выполнении неповоротных стыков сварных соединений типа 1-21-2 на трубах из сталей аустенитного класса без присадочной проволоки.

Номинальный диаметр свариваемых труб, мм	Номинальная толщина стенки труб, мм	Расстояние между электродом и изделием (установочное), мм	Сила тока, А	Напряжение на дуге, В	Скорость сварки, мм/с	Число проходов дуги
14 – 25	2	1,2 – 2	60 – 70	10 – 12	2,5 – 2,8	3 – 6
	2,5		60 – 70		2,5 – 2,8	
	3		70 – 80		2,5 – 2,8	
32 – 38	2,5	1,5 – 2,5	60 – 75	9,5 – 11	2,5 – 2,8	3 – 6
	3		75 – 90		2,8 – 3,1	
	3,5		85 – 100		2,8 – 3,1	
57 – 108	3	1,5 – 2,5	75 – 90	9 – 10,5	2,8 – 3,1	2 – 6
	3,5		80 – 95			
	4		80 – 95			
	4,5		80 – 100			

Таблица 12.5 - Автоматическая аргодуговая 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.

Номинальный диаметр свариваемых труб, мм	Номинальная толщина стенки труб, мм	Расстояние между электродом и изделием (установочное), мм	Сила тока, А	Напряжение на дуге, В	Скорость сварки, мм/с.	Число непрерывных проходов 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

Т а б л и ц а 12.6 - Автоматическая аргодуговая сварка неплавящимся электродом при выполнении неповоротных сварных соединений типа 1-25-1(С-42) на трубах из сталей аустенитного класса автоматами АДГ-201УХЛ4

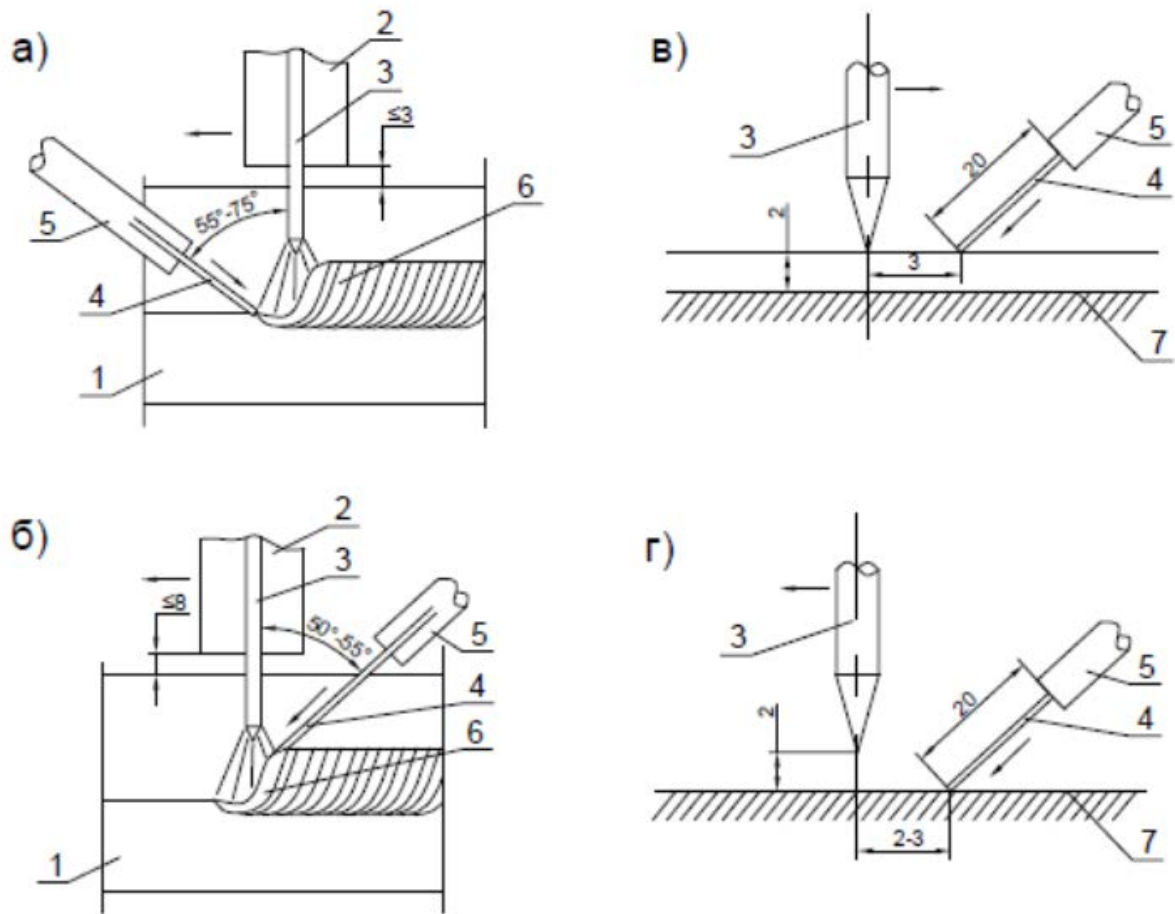
Номинальный диаметр свариваемых труб, мм	Номинальная толщина стенки труб, мм	Номер валика	Расстояние между электродом и изделием (установочное), мм	Диаметр присадочной проволоки, мм	Сила тока, А	Напряжение на дуге, В	Скорость сварки, мм/с.	Скорость подачи проволоки, мм/с.	Частота колебаний электрода,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

Таблица 12.7 - Автоматическая аргодуговая 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/с	Скорость подачи проволоки, мм/с.	Скорость колебания электрода, мм/с.	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 аргодуговая 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/с.	Скорость подачи проволоки, мм/с.	Скорость колебания электрода, мм/с.	Время задержки 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

12.5.3.7 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.

12.5.3.8 При сварке слоёв шва, состоящих из отдельных параллельных валиков, присадочную проволоку подавать также в переднюю часть сварочной ванны.

12.5.3.9 Сварку корневого слоя шва выполнять непрерывной дугой без поперечных колебаний электрода и проволоки.

12.5.3.10 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.

12.5.3.11 Сварку облицовочных слоёв выполнять с поперечными колебаниями электрода и проволоки без синхронизированного увеличения сварочного тока и скорости подачи проволоки.

12.5.3.12 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.

12.5.3.13 Толщина наплавленного 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.

12.5.3.14 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.

12.5.4 Технология ручной дуговой сварки стыковых соединений трубопроводов.

12.5.4.1 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).

12.5.4.2 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.

12.5.4.3 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.

12.5.4.4 Сварку соединений трубопроводов из аустенитных сталей выполнять узкими валиками (не более 3 диаметров электрода).

12.5.4.5 Сварка вертикального стыка выполняется в направлении снизу вверх «на подъём». Порядок сварки слоёв валиков шва приведён на рисунке 12.2.

12.5.4.6 Наплавку слоя в потолочной части стыка следует начинать, отступив на 10-30 мм от нижней точки в сторону, противоположную направлению сварки.

12.5.4.7 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.

12.5.4.8 Сварка должна выполняться на минимально возможной длине дуги с поперечными колебаниями электрода.

12.5.4.9 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).

12.5.5 Технология полуавтоматической сварки плавящимся электродом в среде защитных газов.

12.5.5.1 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).

12.5.5.2 Сварка выполняется на постоянном токе обратной полярности.

12.5.5.3 Марка электродной проволоки выбирается согласно рекомендациям таблицы 8.1. Диаметр электродной проволоки должен составлять от 0,8 до 1,2 мм.

12.5.5.4 Сварку корневого слоя шва соединения 1-16 выполнять «на подъём» с поперечными колебаниями электрода.

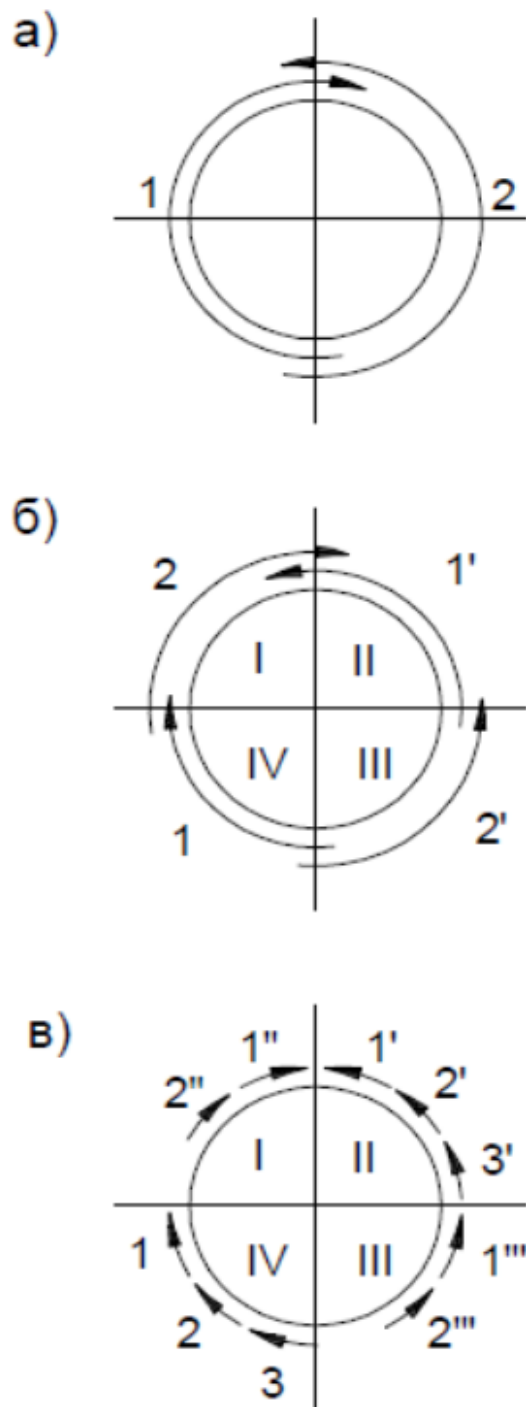
12.5.5.5 Сварку второго и последующих слоёв шва соединений труб, в т.ч в которых корневой слой шва выполнен другими способами сварки, производить с поперечными колебаниями электрода в направлении снизу-вверх.

12.5.5.6 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»).

12.5.5.7 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).

12.5.5.8 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.

12.5.5.9 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

12.5.5.10 Рекомендуемые режимы полуавтоматической сварки неповоротных стыковых соединений трубопроводов приведены в таблице 12.10.

12.5.6 Технология автоматической сварки под флюсом поворотных стыковых соединений трубопроводов.

12.5.6.1 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.

12.5.6.2 Сварка должна выполняться на стендах, оборудованных вращателями, которые обеспечивают плавное вращение свариваемых труб (деталей) без рывков и пробуксовок.

12.5.6.3 Автоматическая сварка под флюсом выполняется на постоянном токе обратной полярности

12.5.6.4 Выбор сварочного материала осуществляется согласно рекомендациям таблицы 8.1 в зависимости от марки свариваемой стали.

12.5.6.5 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.

Т а б л и ц а 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

12.5.6.6 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.

Т а б л и ц а 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, м ³ /ч
	Сила тока, А	Напряжение на дуге, В	Сила тока, А	Напряжение на дуге, В			
0,8	70 – 90	17 – 18	80 – 120	18 – 20	1,5 – 10	8 – 12	1,1 – 1,3
1,0	90 – 110	18 – 20	110 – 150	19 – 23		12 – 14	
1,2	100 – 140	18 – 22	120 – 160	19 – 24		12 – 16	
1,6*	-	-	200 -300	24 – 30		14 - 20	

*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.).

12.5.6.7 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.

12.5.6.8 Начало каждого очередного слоя шва на длине от 40 до 50 мм следует очищать от шлака для выполнения «замка» шва.

12.5.6.9 Рекомендуемые режимы сварки приведены в таблице 12.11.

Т а б л и ц а 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
219x6	2	2	400-450	34-38	30-33	290-330
426x8	2	2	450-480	34-38	32-34	300-320
530x8	2	2	400-480	40-45	30-35	330-360
720x9	2	2	400-480	42-45	38-40	330-370
				48-50		
820x9	3	2	550-650	46-48	60-65	160-190
			680-750	48-50	55-65	
1020x11	3	2	580-650	46-48	55-65	180-320
			680-750	48-50	50-55	
Пр и м е ч а н и е – В числителе режимы сварки первого слоя, в знаменателе – отдельных слоёв шва.						

12.5.7 Технология сварки стыковых соединений трубопроводов из сталей различных структурных классов ручными способами сварки.

12.5.7.1 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.

12.5.7.2 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 аргодуговой
- комбинированной, когда корень шва выполняют ручной аргодуговой сваркой, а заполнение разделки производят ручной дуговой сваркой покрытыми электродами.

12.5.7.3 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.

12.5.7.4 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.

12.5.7.5 Выполнение сварных соединений трубопроводов из сталей различных структурных классов с толщиной стенки свыше 10 мм при наличии наплавов на кромках следует производить в соответствии с рекомендациями, приведёнными для сварки сталей аустенитного класса способами сварки РАДС и РДС.

12.5.8 Технология сварки угловых соединений трубопроводов (сварка штуцеров).

12.5.8.1 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.

12.5.8.2 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, ДН, DN), разрешается выполнение двух слоёв по высоте; во вторую очередь свариваются участки шва от К, L, Н, 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.

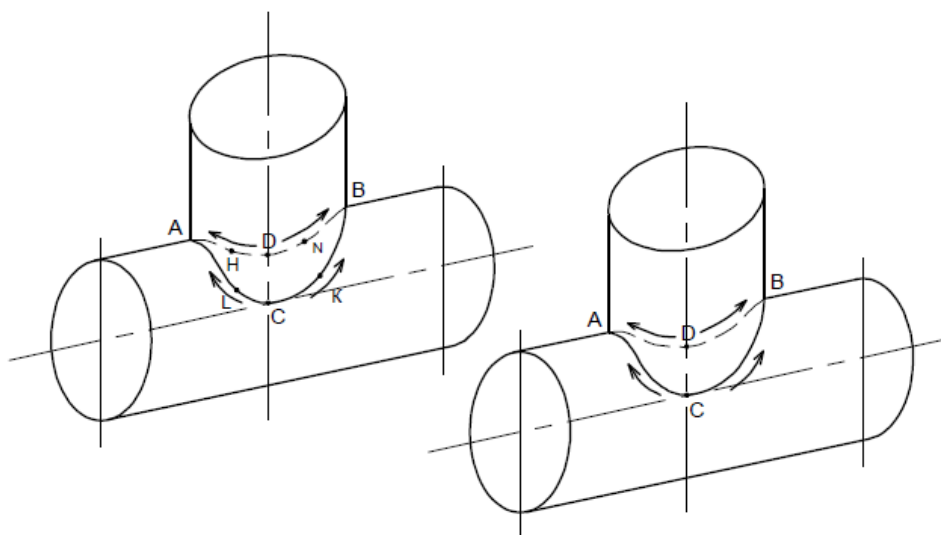


Рисунок 12.3 - Последовательность заварки углового сварного соединения трубопровода (сварка штуцера)

12.5.8.3 Например, если первый проход выполнен по очередности на участках СА, DB, СВ, DA, то при втором проходе очередность сварки слоя шва на участках DA, СВ, СА, DB, при третьем проходе очередность повторяет первый проход и т.д. Число валиков не регламентируется.

12.5.8.4 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).

12.5.9 Технология сварки элементов опор, подвесок, упоров и неподвижных проходов с трубопроводами.

12.5.9.1 Сварку элементов опор, упоров, подвесок и герметичных проходов с трубопроводами рекомендуется выполнять ручной аргонодуговой сваркой с применением присадочной проволоки. Допускается применение ручной дуговой сварки покрытыми электродами.

12.5.9.2 Ручная аргонодуговая сварка рекомендуется для сварки элементов крепления толщиной до 4 мм с трубопроводом условным диаметром до 80 мм включительно.

12.5.9.3 Марки сварочных материалов выбирать согласно таблице 8.1 настоящего стандарта в соответствии с маркой стали трубопровода и привариваемого элемента.

12.5.9.4 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.

12.5.9.5 Рекомендуемые режимы ручной аргонодуговой сварки приведены в таблице 12.12.

Т а б л и ц а 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

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

Т а б л и ц а 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
Аустенитный	Нижнее	3	70-90
		4	120-140
	Вертикальное, горизонтальное, потолочное	3	60-80
		4	110-130

12.5.9.7 Порядок и способы сварки элементов опор и подвесок, типы соединений и сварочные материалы выбираются согласно указаниям рабочей конструкторской документации.

13 Контроль выполнения сварных соединений

13.1 Требования к качеству сварных соединений

13.1.1 Контроль качества продукции заключается в определении соответствия ее характеристик, заданным техническими условиями.

13.1.2 Качество сварных соединений определяется в основном следующими свойствами металла:

- сплошность (монолитность) – отсутствие дефектов недопустимых размеров и характера;
- плотность – отсутствие микроскопических дефектов, обуславливающих 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.

13.1.3 Набор необходимых свойств зависит от условий эксплуатации, исходя из которых, выбирают материалы и технологию изготовления.

13.1.4 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].

13.2 Система контроля и управления качеством сварных соединений

13.2.1 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.

13.3 Методы контроля монтажных сварных соединений трубопроводов АЭС

13.3.1 Контроль монтажных сварных соединений трубопроводов АЭС производится неразрушающими физическими методами.

13.3.2 На рисунке 13.3.1 приведены используемые на АЭС методы контроля сварных соединений.

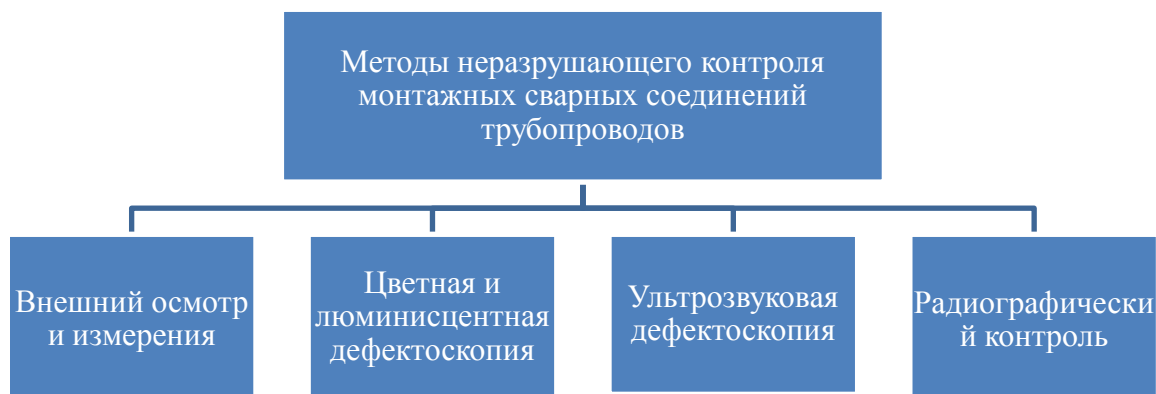


Рисунок 13.3.1 - Классификация методов контроля сварных соединений

13.3.3 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.

13.3.4 В зависимости от рабочего давления сварные соединения II и III категорий подразделяются на следующие подкатегории:

- подкатегория IIa – сварные соединения, работающие под давлением свыше 5МПа (51кгс/см²);

- подкатегория Пв – сварные соединения, работающие под давлением до 5 МПа (51кгс/см²) включительно;
- подкатегория Пш- сварные соединения, работающие под давлением свыше 5 МПа(51кгс/см²);
- подкатегория Пшв – сварные соединения, работающие под давлением свыше 1,7 МПа до 5 МПа (свыше 17,3 до 51 кгс/см²) включительно;
- подкатегория Пшс – сварные соединения, работающие под давлением до 1,7 МПа (17,3 кгс/см²) и ниже атмосферного (под вакуумом).

13.4 Подготовка к проведению контроля

13.4.1 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.

13.4.2 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.

13.4.3 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.

13.4.4 Применение не аттестованных и не поверенных инструментов и приборов запрещается.

13.4.5 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.

13.4.6 Контролеры должны пройти подготовку и аттестацию по соответствующему методу контроля в соответствии с требованиями ПНАЭ Г-7-010-89 [11].

13.4.7 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.

13.4.8 Поверхность сварных соединений и зоны термического влияния перед контролем должна быть очищена от шлака, брызг расплавленного металла, окалины и других загрязнений.

13.4.9 Шероховатость поверхности должна соответствовать требованиям технологической документации и рабочих чертежей.

13.5 Технология неразрушающего контроля

13.5.1 Технология визуального и измерительного контроля

13.5.1.1 Общие положения

13.5.1.1.1 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].

13.5.1.1.2 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.

13.5.1.1.3 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).

13.5.1.1.4 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.

13.5.1.1.5 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.

13.5.1.1.6 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.

13.5.1.1.7 Детали, сборочные единицы и сварные соединения должны предъявляться на контроль очищенными от шлака, брызг металла, продуктов коррозии, копоти и других загрязнений.

13.5.1.1.8 Освещенность поверхностей деталей и сварных соединений изделий во время проведения контроля должна быть в соответствии с требованиями ГОСТ 23479, но не менее 300 лк.

13.5.1.1.9 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

13.5.1.1.10 Все измерения должны проводиться после контроля внешним осмотром либо параллельно с ним. Измерения деталей следует проводить до сборки их в сборочные единицы или изделия.

13.5.1.1.11 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.

13.5.1.2 Приборы и инструменты для контроля внешним осмотром и измерениями

13.5.1.2.1 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].

13.5.1.3 Контроль качества подготовки деталей и сборочных единиц под сборку, сварку трубопроводов

13.5.1.3.1 Визуальный контроль при подготовке деталей и сборочных единиц под сборку, сварку и наплавку следует проводить для контроля:

- наличия заводской маркировки;
- приемки 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.

13.5.1.3.2 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.

13.5.1.3.3 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.

13.5.1.3.4 Для измерения толщины стенок деталей допускается применять физические методы контроля (ультразвуковые дефектоскопы, толщиномеры и т.д.).

13.5.1.3.5 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.

13.5.1.4 Контроль качества сборки деталей и сборочных единиц под сварку трубопроводов

13.5.1.4.1 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).

13.5.1.4.2 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.

13.5.1.4.3 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.

13.5.1.4.4 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.

13.5.1.5 Контроль в процессе сварки трубопроводов.

13.5.1.5.1 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;
- послыйного 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, выполнявшихся их сварщиками.

13.5.1.5.2 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.

13.5.1.5.3 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.

13.5.1.5.4 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.

13.5.1.5.5 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].

13.5.1.6 Контроль качества сварных соединений

13.5.1.6.1 На сварном соединении, поступившем на контроль должно быть поставлено клеймо сварщика.

13.5.1.6.2 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.

13.5.1.6.3 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:

– R_z20 при капиллярных методах контроля;

– RZ40 при магнитно-порошковой и ультразвуковой дефектоскопии.

13.5.1.6.4 Качество удаления временных технологических креплений после тщательной зачистки (зашлифовки) места приварки проверяются травлением с последующим осмотром мест приварки через лупу 4-7- кратного увеличения.

13.5.1.6.5 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.

13.5.1.6.6 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.

13.5.1.6.7 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.

13.5.1.6.8 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.

13.5.2 Технология капиллярного контроля

13.5.2.1 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.

13.5.2.2 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.

13.5.2.3 Капиллярные методы позволяют контролировать объекты любых размеров и форм, изготовленные из черных и цветных металлов и сплавов.

13.5.2.4 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.

13.5.2.5 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.

13.5.2.6 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.

13.5.2.7 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.

13.5.2.8 Капиллярный контроль сварных соединений трубопроводов проводить способом цветной дефектоскопии согласно требованиям РБ-090-14 [40] и ПНАЭ Г-7-010-89 [11].

13.5.2.9 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.

13.5.2.10 Капиллярный контроль выполнять после визуального и измерительного контроля

13.5.2.11 Оценку качества выполнять в соответствии с требованиями ПНАЭ Г-7-010-89 [11].

13.5.2.12 Для контроля применять оборудование, принадлежности и материалы согласно РБ-090-14 [40].

13.5.2.13 Магнитопорошковый метод контроля выполнять в соответствии с требованиями ГОСТ 21105-87.

13.5.3 Технология радиографического контроля.

13.5.3.1 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.

13.5.3.2 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.

13.5.3.3 При радиографическом контроле могут также оцениваться недоступные для внешнего осмотра вогнутости и выпуклости корня шва.

13.5.3.4 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.

Т а б л и ц а 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

13.5.3.5 Для контроля применять оборудование, принадлежности и материалы согласно ПНАЭ Г-7-017-89 [41].

13.5.3.6 Объем контроля и нормы оценки качества наплавки и сварных соединений устанавливаются ПНАЭ Г-7-010-89 [11].

13.5.3.7 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.

13.5.4 Ультразвуковой контроль

13.5.4.1 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.

13.5.4.2 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.

13.5.4.3 Радиус кривизны сварных соединений при толщине наплавки от 4 до 40мм и толщине основного металла ≥ 10 мм.

13.5.4.4 Радиус кривизны околошовной наружной поверхности должен быть 12,5 мм для кольцевых швов. Внутренний радиус кривизны сварной детали при контроле угловых швов должен быть ≥ 50 мм.

13.5.4.5 Контроль по указанной методике обеспечивает обнаружение несплошностей эквивалентной площадью не менее величин, указанных в ПНАЭ Г-7-010-89 [11].

13.5.4.6 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.

13.5.4.7 Оценку качества сварного соединения проводят по ПНАЭ Г-7-010-89 [11].

13.5.4.8 Контроль проводить при температурах окружающего воздуха и контролируемой поверхности от 5° до 40° С.

13.5.4.9 Шероховатость поверхности, подлежащей ультразвуковому контролю (УЗК), должна быть не более $R_a 6,3$ ($R_z 40$).

13.5.4.10 Ультразвуковой контроль позволяет обнаружить внутренние дефекты: трещины, поры, раковины, непровары без расшифровки их характера, но с указанием количества дефектов.

13.5.4.11 Для контроля применять принадлежности и материалы в соответствии с ПНАЭ Г-7-030-91 [42].

13.6 Оформление результатов контроля

13.6.1 Результаты контроля качества сварных соединений трубопроводов неразрушающими методами фиксируются в исполнительной документации, оформленной при монтаже трубопроводов АЭС.

14 Исправление дефектов

14.1 Все выявленные в процессе неразрушающего контроля дефекты подлежат исправлению.

14.2 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.

14.3 Все исправленные с помощью сварки участки сварных соединений подлежат сплошному контролю всеми методами (кроме разрушающих), предусмотренными ПКД для исправляемого сварного соединения.

14.4 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.

14.5 Нормы оценки качества принимаются по толщине исправляемого сварного соединения.

14.6 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 Ду 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 Ду 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