УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор

_____
«25» июня 2020 г.
М.П.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС
ручной дуговой сварки металлических трубопроводов строительных объектов

РД-СК/3-20

РАЗРАБОТАЛ
Главный сварщик

_____

«25» июня 2020 г.

2020 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Назначение и область применения 2

1. Нормативные ссылки 2

2. Общие положения 3

3. Сборка трубопроводов 7

4. Общие положения технологии сварки 12

5. Контроль качества 18

6. Исправление дефектов в сварных соединениях 20

7. Техника безопасности 24

Приложение.

Альбом технологических карт сборки и сварки РД-СК/3-20

Назначение и область применения

Настоящий производственно-технологический документ (ПТД) включает требования к подготовке труб под сварку, сборке стыков, выполнению сварки, проведению термообработки и контролю качества сварных соединений в соответствии с:

- руководящим документом «Сварка, термообработка и контроль трубных систем котлов и трубопроводов при монтаже и ремонте энергетического оборудования (РТМ-1с) (РД 153-34.1-003–01);
- строительные нормы и правила «Тепловые сети» (СНиП 3.05.03-85);
- строительные нормы и правила «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации» (СНиП 3.05.04-85).

Область распространения данного ПТД допускает выполнение указанных работ при строительстве (монтаже), ремонте и реконструкции металлических трубопроводов на строительных объектах.

1. Нормативные ссылки

В настоящем ПТД использованы ссылки на следующие нормативные документы:

ГОСТ 5639-82 - Стали и сплавы. Методы выявления и определения величины зерна;

ГОСТ 6996-66 - Сварные соединения. Методы определения механических свойств;

ГОСТ 7512-82 - Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Радиографический контроль;

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

ГОСТ 10243-75 - Сталь. Методы испытаний и оценки макроструктуры;

ГОСТ 24297-87 - Входной контроль продукции. Основные положения;

ГОСТ 33259-2015 Фланцы арматуры, соединительных частей и трубопроводов на номинальное давление до PN 250. Конструкция, размеры и общие технические требования;

ГОСТ Р 55724-2013 Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые;

ПБ 03-273-99 - Правила аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства;

ПБ 03-440-02 - Правила аттестации персонала в области неразрушающего контроля;

РД 03-495-03 - Технологический регламент проведения аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства;

РД 03-606-03 - Инструкция по визуальному и измерительному контролю;

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

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

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

РД 34 10.068-91 - Соединения сварные оборудования тепловых электростанций. Радиографический контроль;

РД 153-34.1-003-01 - Сварка, термообработка и контроль трубных систем котлов и трубопроводов при монтаже и ремонте энергетического оборудования;

СП 129.13330.2019 - Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации. Актуализированная редакция СНиП 3.05.04-85;

СНиП 3.05.03-85 - Тепловые сети.

2. Общие положения

2.1. Сборку и сварку элементов и узлов металлических трубопроводов строительных объектов необходимо производить в соответствии с требованиями проекта.

2.2. Перед допуском к работе аттестованный сварщик должен выполнить сварку допускных (пробных) стыков в следующих случаях:

- если сварщик впервые приступает к сварке металлических трубопроводов строительных объектов или имел перерыв в работе более одного календарного месяца;
- если предстоит выполнить сварку трубных конструкций, изготовленных из сталей марок, отличающихся по свариваемости от ранее свариваемых данным сварщиком марок сталей;
- если предстоит применить сварочные материалы (электроды, сварочную проволоку и т.д.), новых для данного сварщика марок;
- если внесены изменения в технологический процесс сварки.

2.3. В качестве допускных (пробных) стыков выполняются контрольные сварные соединения по существующим технологическим картам.

В технологических картах должны быть изложены технологические требования, параметры и последовательность сварки типовых соединений. Технологические карты, перед началом работы, должны быть выданы сварщику руководителем сварочных работ (мастером, бригадиром).

2.4. К сварочным работам при изготовлении, монтаже и ремонте металлических трубопроводов строительных объектов допускаются сварщики, аттестованные на 1 уровень (аттестованный сварщик) в соответствии с требованиями ПБ 03-273-99 и РД 03-495-02.

2.5. К руководству и техническому контролю за проведением сварочных работ допускаются специалисты сварочного производства, аттестованные на II, III и IV уровень профессиональной подготовки в соответствии с требованиями ПБ 03-273-99 и РД 03-495-02.

2.6. К контролю сварных соединений труб физическими методами допускаются контролеры II и III уровня квалификации, аттестованные в соответствии с ПБ 03-440-02.

2.7. К выполнению электросварочных работ допускаются сварщики и специалисты сварочного производства, прошедшие обучение, инструктаж и проверку знаний требований безопасности и имеющие группу по электробезопасности не ниже II.

2.8. Для монтажа и ремонта металлических трубопроводов строительных объектов должны применяться материалы и полуфабрикаты по стандартам и техническим условиям (таблица 1.1).

Данные о качестве и свойствах материала полуфабрикатов должны быть подтверждены организацией-изготовителем полуфабриката и соответствующей маркировкой. При отсутствии или неполноте сертификатов (маркировки) организация-изготовитель или организация, выполняющая строительство, монтаж или реконструкцию трубопровода, должна провести необходимые испытания с оформлением результатов протоколом поставщика полуфабриката.

Таблица 1.1

Группы и марки основных материалов

Характеристика групп материалов	Марки материалов
Углеродистые и низколегированные конструкционные стали перлитного класса с гарантированным минимальным пределом текучести не более 360 МПа	Ст2сп2, Ст2сп3, Ст3сп2, Ст3пс3, Ст3сп3, Ст3пс3, Ст3пс4, Ст3сп4, Ст3сп3, Ст3спб, Ст3пс4, Ст4пс3, Ст4сп3, Ст5сп2, 08, 10, 15, 20, 25, 15К, 16К, 18К, 20К, 22К, 15Л, 20Л, 25Л, 30Л, 35Л

2.9. Перед монтажом и ремонтом должен производиться входной контроль основных и сварочных материалов и полуфабрикатов.

2.10. Допускается применение импортных труб, имеющих сертификат соответствия и разрешение Ростехнадзора на их применение. Допустимость применения импортных труб (заключение о технической безопасности) должна быть подтверждена организацией, имеющей лицензию Ростехнадзора.

2.11. Каждый полуфабрикат, используемый при изготовлении или ремонте металлических трубопроводов, должен иметь маркировку, содержащую обозначение организации-изготовителя, марку стали, стандарт или ТУ на его изготовление.

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

2.13. К использованию допускаются электроды, имеющие сертификат завода-изготовителя, в котором приведены все необходимые данные в соответствии с требованиями стандарта, ТУ или паспорта на конкретные сварочные материалы и свидетельство НАКС.

2.14. Марка сварочных материалов, используемых для сварки трубопроводов, должна соответствовать указанной в технологической карте.

2.15. Каждая партия электродов независимо от наличия сертификата должна быть проконтролирована на:

- сварочно-технологические свойства.

Этот контроль проводится в соответствии с требованиями пп. 5.4.6–5.4.13 РД 153-34.1-003–01 (РТМ-1с).

2.16. Для ручной дуговой сварки стальных трубопроводов газового оборудования из углеродистых и низколегированных сталей перлитного

класса следует применять электроды типа Э42, Э42А, Э46, Э46А, Э50, Э50А, удовлетворяющие требованиям ГОСТ 9466 и ГОСТ 9467 либо их зарубежные аналоги.

2.17. По виду покрытия могут применяться электроды с основным покрытием (Б) или с рутиловым покрытием (Р).

2.18. В зависимости от марки свариваемой стали следует выбирать марки электродов, приведенные в таблице 1.2 или другие марки в соответствии с требованиями НД.

Таблица 1.2

Электроды для сварки углеродистых и низколегированных сталей перлитного класса

Характеристика свариваемой стали			Марка электродов
Группа по ПБ 03-164-97	Тип, класс стали	Марка стали	
1	Углеродистая	08, 10, 20, Ст2, Ст3, Ст3Г	МР-3; ОЗС-12; ЛБ-52У; ОК 53.70; УОНИ 13/45; УОНИ 13/55; ЦУ-5; ТМУ-21У
1	Углеродистая	Ст4, 15Л, 20Л, 25Л	
1	Низколегированная конструкционная	15ГС, 16ГС, 17ГС, 14ГН, 16ГН, 09Г2С, 10Г2С1, 14ХГС, 20ГСЛ, 17Г1С, 17Г1СУ	ЛБ-52У; ОК 53.70; УОНИ 13/55; ЦУ-5; ТМУ-21У

2.19. Перед сваркой производственных стыков и испытаниями электроды должны быть прокалены по режиму, приведенному в соответствующем документе (ОСТ, ТУ) или этикетке. В случае отсутствия таких данных режим прокалки выбирается по табл. 1.3.

Импортные электроды прокаливают по тому же режиму, что и отечественные с аналогичным типом покрытия.

Таблица 1.3

Режимы прокалки электродов

Марка электродов	Температура прокалки, С	Продолжительность, час
Электроды с основным покрытием: УОНИ-13/45, УОНИ-13/55, УОНИИ-13/55С, ТМУ-21У, ЦУ-5 и др.	360 + 20	2,0 + 0,5
Электроды с рутиловым покрытием: ОЗС-12, МР-3 и др.	170 + 20	1,0 + 0,5

2.20.Сварочно-технологические свойства электродов должны удовлетворять следующим требованиям ГОСТ 9466:

- дуга легко зажигается и стабильно горит;

- покрытие плавится равномерно без чрезмерного разбрызгивания, отваливания кусков покрытия и образования "козырька";
- образующийся при сварке шлак обеспечивает правильное формирование шва и легко удаляется после охлаждения;
- в металле шва (наплавленном металле) нет трещин, усадочных раковин и пор, размером более 0,5 мм.

Образование "козырька" из покрытия размером более 3 мм и отслаивание кусков покрытия от стержня являются браковочными признаками.

При неудовлетворительных сварочно-технологических свойствах электродов они должны быть повторно прокалены. Если после этого при проверке сварочно-технологических свойств получены неудовлетворительные результаты, то данная партия электродов бракуется, на нее оформляется акт-рекламация, который направляется заводу-изготовителю.

2.21. Покрытые электроды после прокалки следует хранить в закрытых мешках из водонепроницаемой ткани (полиэтиленовой пленки) или в закрытой таре с крышкой с резиновым уплотнением или в сушильных шкафах при температуре не менее 50 °С, или в кладовых при температуре не ниже 18 °С и относительной влажностью воздуха не более 50%.

2.22. Электроды выдаются в количестве, необходимом для односменной работы каждого сварщика. При выдаче должна проверяться марка электродов по этикеткам или биркам, по окраске торца.

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

2.23. На каждую единицу сварочного оборудования должен быть паспорт завода-изготовителя, подтверждающий пригодность данного оборудования для производства сварочных работ при изготовлении, монтаже и ремонте газопроводов.

Оборудование должно быть полностью укомплектовано и его технические данные должны соответствовать данным, которые приведены в паспорте.

3. Сборка трубопроводов

3.1. На всех поступающих на монтажную площадку блоках, трубах и деталях до начала сборки мастером (или другим ответственным лицом)

должно быть проверено наличие клейм, маркировки, а также сертификатов завода-изготовителя, подтверждающих соответствие блоков, труб и деталей их назначению. При отсутствии клейм, маркировки или сертификатов блоки, трубы и детали к дальнейшей обработке не допускаются.

3.2. При подготовке стыковых соединений труб для сварки необходимо проверить их соответствие чертежам и требованиям НТД. Отклонение плоскости реза от угольника (рис. 3.1.) должно быть не выше следующих значений:

Бесшовные трубы

Наружный диаметр трубы, мм	До 76 вкл.	77-133	134-245	246-325	326-630	631-720	Более 720
Допускаемый перекос плоскости «е», мм	0,5	1,0	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0

Электросварные трубы

Номинальный наружный диаметр трубы, штуцера или патрубка, мм	От 530 до 630	Более 630
Допускаемый перекос плоскости «е», мм	5,0	6,0

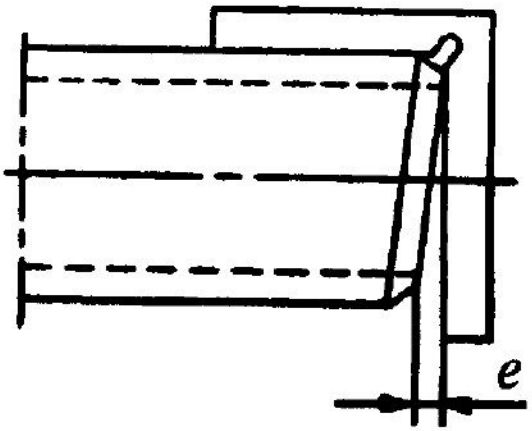

Рис. 3.1. Схема проверки перпендикулярности торцов труб

Следует также проверить:

- соответствие формы, размеров и качества подготовки кромок (в том числе расточки под заданный внутренний диаметр, разделки для угловых и тавровых соединений) предъявляемым требованиям (обработку фасок под сварку и размеры кромок проверяют специальными шаблонами);

- качество зачистки наружной и внутренней поверхностей концов труб (патрубков, штуцеров), а также их поверхностей в местах угловых и тавровых соединений;

- правильность выполнения переходов от одного сечения к другому (на концах труб, патрубков и штуцеров, подлежащих сварке с элементами других типоразмеров);

- соответствие минимальной фактической толщины стенки подготовленных под сварку концов труб (патрубков, деталей, штуцеров) установленным допускам (после расточки под подкладное кольцо или под заданный внутренний диаметр, зачистки наружной и внутренней поверхностей и после калибровки).

3.3. При обработке концов труб длина цилиндрической расточки *l* под подкладное кольцо (рис. 3.2) должна быть (мм):

S	Свыше 3 до 5 включительно	Свыше 5 до 25 включительно	Свыше 25 до 28 включительно
l	40	50	1,6S+10

Переход от проточенного участка к необработанной поверхности трубы должен быть плавным с углом выхода резца. Расточку можно не производить, если внутренние диаметры стыкуемых труб позволяют собрать стык в соответствии с требованиями: разность внутренних диаметров элементов не более 2 мм, зазор между кольцом и внутренней поверхностью элемента не более 1 мм.

3.4. Обработку кромок труб под сварку следует производить механическим способом (резцом, фрезой или абразивным кругом) с помощью труборезного станка либо шлифмашинки. Шероховатость поверхности кромок труб, подготовленных для сварки, не должна превышать норм, приведенных на рис. 3.2.

Концы труб из углеродистых и низколегированных сталей разрешается обрабатывать кислородной, плазменно-дуговой или воздушно-дуговой резкой с последующей зачисткой кромок режущим или абразивным инструментом до удаления следов огневой резки. Подготовленные к сборке кромки должны быть без вырывов, заусенцев, резких переходов и острых углов.

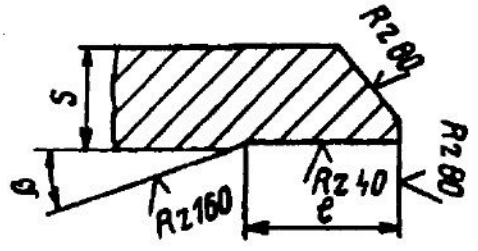

Рис. 3.2. Конструктивные размеры кромки трубы,

обработанной под подкладное кольцо

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

При резке труб наружным диаметром более 76 мм на оставшейся ее части (которая в данный момент не идет в работу) должна быть сохранена маркировка завода-изготовителя или нанесены вновь несмываемой краской марка стали, номер плавки и размер трубы.

3.5. Вмятины на концах труб следует исправлять с помощью домкратов или других разжимных устройств при условии, что глубина вмятины не превышает 3,5% наружного диаметра трубы ($Д_н$), а толщина стенки для труб из углеродистых и низколегированных сталей не более 20 мм.

Концы труб с вмятинами глубиной более 3,5% $Д_н$ а также с забоинами и задирами глубиной более 5 мм следует обрезать или исправлять путем наплавки.

3.6. При сборке стыков труб под сварку следует пользоваться центровочными приспособлениями, предпочтительно инвентарными, неприваривaемыми к трубам.

3.7. Непосредственно перед сборкой изготовленные под сварку кромки и прилегающие к ним участки поверхностей деталей должны быть зачищены до металлического блеска и обезжирены. Ширина зачищенных участков, считая от кромки разделки, должна быть не менее 20 мм с наружной и не менее 10 мм с внутренней стороны детали. Перед установкой штуцера (трубы) в коллектор или трубопровод поверхность вокруг отверстия должна быть зачищена на расстоянии 15—20 мм со стороны наложения сварного шва, а поверхность очка — на всю глубину.

3.8. Смещение (несовпадение) внутренних поверхностей свариваемых труб (и фасонных деталей) при сварке стыков без подкладного кольца с односторонней разделкой кромок должно быть не более (0,02Sн + 0,4) мм (Sн — номинальная толщина свариваемых деталей), но не более 1 мм.

Для стыков трубопроводов на рабочее давление до 2,2 МПа (22 кгс/см^2) при диаметре труб более 200 мм, свариваемых без подкладного кольца, смещение внутренних кромок должно быть не выше: при толщине стенки трубы до 4 мм — 0,2S, при большей толщине — 0,15S, но не более 2 мм.

3.9. При сборке труб и других элементов, имеющих продольные или спиральные швы, последние должны быть смещены один относительно другого. Смещение должно быть не менее трехкратной толщины стенки свариваемых труб (элементов), но не менее 100 мм; на трубы и элементы наружным диаметром менее 100 мм это требование не распространяется.

3.10. Прямолинейность труб в месте стыка (отсутствие переломов) и смещение кромок проверяют линейкой длиной 400 мм, прикладывая ее в трех-четырех местах по окружности стыка. В правильно собранном стыке максимально допустимый просвет между концом линейки и поверхностью трубы должен быть не более 1,5 мм на расстоянии 200 мм от стыка, в сваренном стыке — не более 3 мм.

3.11. При сборке стыка необходимо предусмотреть возможность свободной усадки металла шва в процессе сварки; не допускается выполнять сборку стыка с натягом.

3.12. За качество сборки стыков отвечает производитель сборочных работ (мастер, бригадир, звеньевой).

3.13. Собранные стыки труб и других элементов необходимо прихватывать в нескольких местах. Прихватки на месте пересечения швов не допускаются.

3.14. Прихваточные швы следует выполнять ручной дуговой сваркой покрытыми электродами. При прихватке должены применяться те же электроды, которые будет использоваться (или можут быть использован) для сварки корневого слоя. Прихватку должен производить сварщик, допущенный к сварке стыков труб соответствующей марки стали, по возможности тот, который будет сваривать данный стык.

3.15. Прихватки необходимо выполнять с полным проваром и по возможности перевaривать при наложении основного шва.

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

3.17. Прихваточные швы должны быть равномерно расположены по периметру стыка. Не рекомендуется накладывать прихватки на потолочный участок стыка.

В стыках, собираемых без подкладных колец, число прихваток и их протяженность зависят от диаметра труб и должны соответствовать следующим нормам:

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

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.

4. Общие положения технологии сварки

4.1. Сварку стыков труб рекомендуется начинать сразу после прихватки. Непосредственно перед сваркой необходимо проверить состояние поверхности стыка и в случае необходимости зачистить его.

4.2. Во всех случаях многослойной сварки разбивать шов на участки необходимо с таким расчетом, чтобы стыки участков («замки» швов) в соседних слоях не совпадали, а были смещены один относительно другого, и каждый последующий участок перекрывал предыдущий. Размер смещения и перекрытия «а» (рис. 4.1) должен быть 12-18 мм.

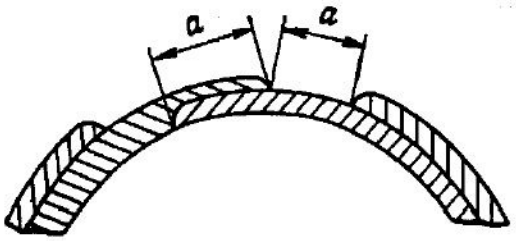

Рис. 4.1. Схема наложения «замков» швов

4.3. Ручную дуговую сварку следует выполнять возможно короткой дугой, особенно при использовании электродов с основным покрытием, для которых длина дуги должна быть не более диаметра электрода. В процессе сварки необходимо как можно реже обрывать дугу. Перед гашением дуги сварщик должен заполнить кратер путем постепенного отвода электрода и вывода дуги назад на 15—20 мм на только что наложенный шов. Последующее зажигание дуги производится на кромке трубы или на металле шва на расстоянии 20—25 мм от кратера.

4.4. При ручной дуговой сварке во избежание зашлаковки металла шва около кромок труб следует наплавлять возможно более плоский валик.

4.5. В процессе сварки должны быть обеспечены полный провар корня шва и заделка кратера. По окончании наплавки каждого валика необходимо

полностью удалить шлак после его охлаждения (потемнения). При обнаружении на поверхности шва дефектов (трещин, скоплений пор и т.п.) дефектное место следует удалить механическим способом до «здорового» металла и при необходимости заварить вновь.

Облицовочный слой должен отвечать следующим требованиям:

- иметь равномерную чешуйчатость с размером чешуек 1— 1,5 мм;
- отсутствие западаний между валиками;
- иметь плавный переход от одного валика к другому и к поверхности трубы;
- перекрытие крайними валиками кромок труб должно быть 1—3 мм.

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

а) минимальная температура окружающего воздуха, при которой может выполняться прихватка и сварка трубопроводов в зависимости от марки стали, приведена в табл. 3.1.

Таблица 4.1

Требования к температуре окружающего воздуха при сварке и прихватке элементов трубопроводов

Сталь свариваемых элементов	Номинальная толщина металла, мм	Минимальная температура окружающего воздуха,°С
Ст2, Ст3, Ст3Г, Ст4, 08, 10, 20	Независимо	-20
15Л, 20Л, 25Л, 20ГСЛ, углеродистая сталь с содержанием углерода более 0,24%	Независимо	-10
10Г2, 09Г2С, 10Г2С1, 15Г2С, 16ГН,	≤ 10	-20
14ГН, 14ХГС, 17Г1С, 17Г1СУ, 15ГС, 16ГС,17ГС	> 10	-10

Примечание. При сварке деталей из сталей разных марок требования по допустимой температуре окружающего воздуха принимаются по стали, для которой допустимой температурой окружающего воздуха является более высокая температура.

б) металл в зоне сварного соединения перед прихваткой и сваркой должен быть просушен и прогрет с доведением его температуры до положительной. В случае сварки на трассе трубопроводов из углеродистых и

низколегированных конструкционных сталей стык может не прогреваться, если не требуется подогрева стыка согласно табл. 3.1;

в) подогрев стыков при прихватке и сварке производится в тех же случаях, что и при положительной температуре окружающего воздуха, но температура подогрева должна быть на 50 °С выше указанной в табл. 3.1;

г) во время всех термических операций (прихватки, сварки, термообработки и т.д.) стыки труб должны быть защищены от воздействия осадков, ветра, сквозняков до полного их остывания.

Примечание. При сварке в местных укрытиях типа будок, кабин, палаток температурой окружающего воздуха считается температура внутри укрытия на расстоянии 0,5—0,8 м от стыка по горизонтали.

4.7. Сваренный и зачищенный стык труб с толщиной стенки 6 мм и более сварщик должен заклеймить присвоенным ему клеймом. Клеймо ставят на самом сварном шве вблизи верхнего «замка» (на площадке размером около 20х20 мм, зачищенной абразивным камнем или напильником) или на трубе на расстоянии 30—40 мм от шва.

Если стык сваривают несколько сварщиков, каждый ставит свое клеймо в верхнем конце того участка, который он выполнял. Если стык сваривают по технологии, при которой каждый сварщик должен накладывать швы (слои) в разных местах или по всему периметру стыка (например, при сварке поворотных стыков труб большого диаметра), клеймо ставят все сварщики, выполнявшие этот стык, в одном месте, желательно на его верхнем участке.

При зачистке стыка для ультразвукового контроля место расположения клейма не зачищается; если клеймо было сошлифовано, то его необходимо восстановить.

Для стыков труб из углеродистых сталей диаметром 200 мм и более с рабочим давлением до 2,2 МПа (22 кгс/см^2) клеймо может наплавляться сваркой. Клеймение стыков трубопроводов диаметром более 100 мм из перлитных сталей можно производить также с помощью металлической пластины размером 40х30х2 мм, на которой выбивается клеймо сварщика (сварщиков); пластина прихватывается около верхнего «замка» шва вертикального стыка или в любом месте по периметру горизонтального стыка непосредственно к сварному шву или к трубе на расстоянии не более 200 мм от шва. Пластина должна быть изготовлена из малоуглеродистой стали (марок 10, 20, Ст2, Ст3).

4.8. Примерные значения тока при сварке в нижнем положении шва в зависимости от диаметра и типа покрытия электрода приведены в табл. 3.2. При вертикальном и потолочном положениях шва ток должен быть уменьшен на 10— 20%. Для каждой марки электрода режим необходимо уточнять по паспортным данным. Электроды диаметром 5 мм можно применять при сварке в нижнем и вертикальном положениях шва вертикальных неповоротных стыков. Потолочный участок шва следует выполнять электродами диаметром не более 4 мм.

Таблица 4.2

Рекомендуемые значения сварочного тока для электродов различных диаметров

Покрытие электрода	Диаметр электрода, мм	Ток, А
Основное (электроды УОНИ-13/55, ЦУ-5, ТМУ-21У, ТМЛ-3У, ТМЛ-1У и др.)	2,5	70-90
	3,0	90-110
	4,0	120-170
	5,0	170-210

4.9. Неповоротные (вертикальные и горизонтальные) стыки труб диаметром 219 мм и более могут сваривать в зависимости от диаметра труб одновременно два, три или четыре сварщика. В этом случае должны быть приняты меры для защиты каждого сварщика от брызг расплавленного металла и шлака.

4.10. Поворотные стыки труб необходимо сваривать с поворотом на 360° (круговое вращение), 180 и 90°. Поворотные стыки сваривает, один сварщик.

Если сварку стыка с поворотом на 360° выполняют на рольгангах с механическим вращением труб (с частотой вращения, соответствующей скорости сварки), то удобнее накладывать шов не в зените, а на участке, отстоящем от вертикали на 30—35° в сторону, обратную направлению вращения труб (рис. 3.2, *а*).

При отсутствии механического вращателя трубы поворачивают несколько раз, причем угол одного поворота α в зависимости от диаметра труб составляет 60—110°, что обеспечивает наложение шва в нижнем и частично вертикальном положениях (рис. 3.2, *б*).

Сварку труб диаметром более 219 мм выполняют обратноступенчатым способом за два полных поворота. Сначала на каждый участок *АБ* (рис. 3.2, *в*) накладывают один-два первых слоя, затем, когда по всей окружности будут выполнены два первых слоя, заполняют последовательно оставшуюся часть разделки за время второго поворота трубы.

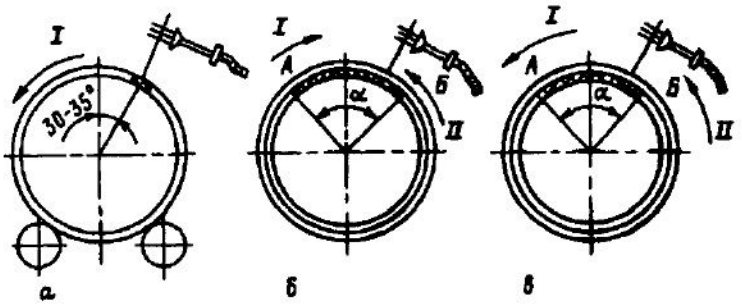

Рис. 4.2. Порядок сварки стыка труб с поворотом на 360°:
I — направление вращения труб; *II* — направление сварки

4.11. Сварку стыка с поворотом на 180° производят в два приема. Сначала на участках *ГА* и *ВА* (рис. 3.3, *а*) накладывают один-два первых слоя, затем трубу поворачивают на 180° и заваривают участки *ВБ* и *ГБ,* заполняя все сечения шва (рис. 3.3, *б*). После этого трубы снова поворачивают на 180° и накладывают остальные слои на участках *ГА* и *ВА* (рис. 3.3, *в*). Сварка может выполняться одним или двумя сварщиками.

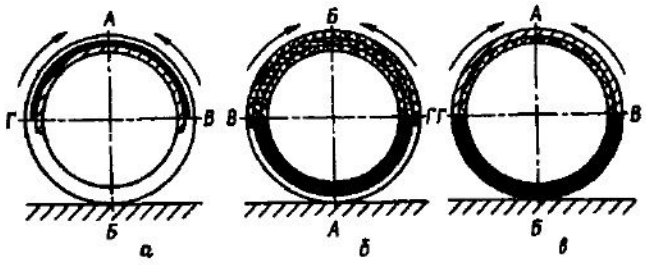

Рис. 4.3. Порядок сварки стыка труб с поворотом на 180°

4.12. Сварку стыков с поворотом на 90° выполняют в два приема. Сначала накладывают один-два слоя на участке *АВБ* (рис. 3.4, *а*), затем трубы поворачивают на 90° и заваривают полностью участок *АГБ* (рис. 3.4, *б*). После второго поворота труб в первоначальное положение заваривают остальное сечение шва на участке *АВБ* (рис. 3.4, *в*).

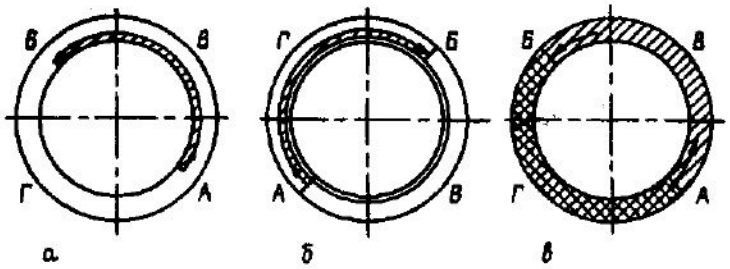

Рис. 4.4. Порядок сварки стыка труб с поворотом на 90°

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

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

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

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

- прихватку и сварку стыков следует производить без предварительного подогрева независимо от марки стали труб;

- для прихватки стыков труб с толщиной стенки до 6 мм включительно нужно применять электроды диаметром не более 2,5 мм, с большей толщиной — электроды диаметром не более 3 мм.

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

Табл. 4.3.

Диаметр электрода, мм	2	2,5	3
Максимально допустимый ток, А	65	90	110

Расположение слоев и валиков показано на рис. 4.4.

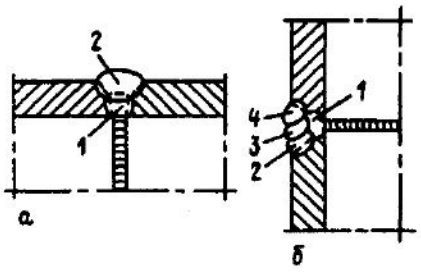

Рис. 4.4. Примерное расположение слоев и валиков при сварке вертикального *(а)* и горизонтального *(б)* стыков труб малых диаметров: *1—4*— последовательность наложения слоев

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

5. Контроль качества

5.1. В процессе монтажа и ремонта трубопроводов должен осуществляться систематический контроль качества сборочно-сварочных работ и сварных соединений: предварительный контроль (включая входной контроль), операционный контроль и приемочный контроль сварных соединений.

5.2.1. Операционный контроль охватывает проверку соблюдения требований ПТД при подготовке, сборке и сварке стыков трубопроводов и включает:

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

5.2.2. Операционный контроль проводится производственными мастерами и сварщиками.

5.2.3. Результаты операционного контроля записываются в соответствующие журналы учета контроля.

5.2.4. При контроле сборочно-сварочного оборудования, аппаратуры и приспособлений следует проверить:

- исправность и комплектность сборочно-сварочного оборудования и приспособлений, а также соответствие их геометрических и технологических параметров предстоящим операциям по сборке и сварке трубопроводов;
- отсутствие повреждения (недопустимого износа) токоподводящих кабелей;
- соответствие типа (марки) сварочного оборудования требованиям НД;

Контроль проводят:

- сварщики - каждую смену перед началом работы на конкретном оборудовании;
- производственные мастера или лица, ответственные за состояние оборудования - еженедельно;
- представители службы ОТК или другого контролирующего органа - в сроки, установленные утвержденным графиком проверки оборудования.

Результаты контроля должны фиксироваться в документах установленной формы. Результаты контроля оборудования заносятся в паспорт или другую документацию, характеризующую состояние оборудования.

5.2.5. При контроле подготовки и сборки деталей под сварку проверяется соблюдение требований ПТД, чертежей и технических условий на трубопроводы.

5.2.6. При подготовке деталей под сварку контролируют:

- наличие маркировки, подтверждающей соответствие детали требованиям чертежа;
- качество и чистоту подлежащих сварке кромок (поверхностей), а также прилегающих к ним участков основного металла;
- форму и размеры кромок;
- форму и размеры расточки или раздачи труб.

5.2.7. При сборке деталей под сварку контролируют:

- марки и сортамент сварочных материалов, предназначенных для выполнения прихваток;
- допуск сварщиков к выполнению прихваток;
- правильность сборки и крепления деталей в сборочных приспособлениях;
- чистоту кромок и прилегающих к ним поверхностей;
- качество, размеры и расположение прихваток;
- величину зазора в соединениях;
- величину смещения кромок, перелом осей соединяемых труб;
- размеры собранного под сварку узла.

Контрольные операции осуществляет производственный мастер или бригадир-сборщик и систематически (в объеме 5–10 % общего числа стыков) мастер СТК.

Производственный мастер, производящий контроль, должен быть аттестован не ниже чем на II уровень профессиональной подготовки по виду деятельности «Руководство и технический контроль за проведением сварочных работ».

5.2.8. При контроле процессов сварки проверяется соблюдение требований ПТД.

5.2.9. Перед началом сварки контролируют:

- соответствие квалификации сварщика выполняемым работам (по удостоверениям);
- чистоту кромок и поверхностей, подготовленных под сварку;
- марку и сортамент применяемых сварочных материалов;
- наличие документов, подтверждающих положительные результаты входного контроля сварочных материалов;
- чистоту поверхности присадочных материалов.

5.2.10. В процессе сварки контролируют:

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

- очередность выполнения сварных швов;

- температуру окружающей среды;

- очередность наложения валиков и слоев.

5.2.11. После окончания сварки контролируют наличие и правильность маркировки (клеймения) выполненных сварных швов.

5.3. Приемочный контроль готовых сварных соединений проводится методами и в объеме, регламентированными п. 18 РТМ-1с.

Готовность сварных соединений к проведению приемочного контроля определяет руководитель сварочных работ и делает об этом отметку в журнале сварочных работ.

5.4. Результаты проверки сварных соединений фиксируются в журнале сварочных работ и на каждый вид контроля оформляется документация в соответствии с требованиями раздела 21 РТМ-1с.

6. Исправление дефектов в сварных соединениях

6.1. Выявленные дефекты подлежат исправлению (ремонту) до начала эксплуатации сварных соединений.

6.2. Поверхностные и подповерхностные дефекты в стыках трубопроводов должны исправляться следующим образом:

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

- наплывы удалить механическим способом и при необходимости подварить;

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

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

6.3. Сварные соединения трубопроводов ремонтируются путем заварки выборки поврежденного участка при условии, что размеры выборки отвечают таблице 6.1.

Сварные стыки, в швах которых для исправления дефектного участка требуется произвести выборку размерами более допускаемых по таблице 6.1

или при остаточной толщине металла менее 2 мм, должны быть полностью удалены.

Таблица 6.1

Максимальные размеры ремонтной выборки

Глубина выборки номинальной толщины стенки свариваемых труб (расчетной высоты сечения шва) %	Длина номинального наружного периметра трубы (патрубка) %
До 25	Любая
Свыше 25 до 50	Не более 50
Свыше 60	Не более 25

Примечание - При исправлении в одном соединении нескольких участков их суммарная протяженность может превышать указанную не более чем в 1,5 раза при тех же нормах по глубине.

На место вырезанного стыка вваривается ремонтная катушка: длиной 100 мм при диаметре трубопровода от 25 до 219 мм; 250 мм при диаметре свыше 219 до 500 мм. Технология сварки «катушки» аналогична технологии сварки стыков труб.

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

6.5. Кромки выборки следует плавно вывести на поверхность трубы или шва; в поперечном сечении выборка должна иметь чашеобразную форму разделки. Исправляемый участок после выборки с целью проверки полноты удаления дефекта контролируется визуально, а при исправлении трещины путем травления соответствующим реактивом либо капиллярным или магнитопорошковым методом контроля.

6.6. Если исправляют стык с трещиной, то ее концы должны быть точно определены путем травления или капиллярным методом и засверлены сверлом диаметром на 2-3 мм больше ширины трещины, после чего дефектный металл удаляют полностью. При сквозной трещине целесообразно оставлять слой металла толщиной 2-2,5 мм в качестве подкладки нового шва (эту толщину проверяют несколькими сквозными сверлениями). Подварку в этом случае нужно начинать с переплавления оставшейся части стенки с трещиной, причем сварщик должен следить за полным (сквозным) расплавлением стенки: если перед электродом перемещается маленькое сквозное отверстие, то это означает, что сварка идет с полным проваром.

6.7. Подварку выборки выполняют в соответствии со специально разработанной технологической картой исправления дефектов сварных соединений. Один и тот же участок может быть исправлен не более 3 раз.

6.8. Ремонт ручной дуговой сваркой (заваркой) выборок дефектных участков выполняется электродами с основным видом покрытия.

Для сварки корневого, первых (одного, двух) заполняющих слоев шва рекомендуется применять электроды диаметром 2,5 - 3,2 мм. Для сварки заполняющих и облицовочных слоев шва - диаметром 3,0 - 4,0 мм.

6.9. Сварку (заварку) каждого слоя следует производить узкими валиками. Швы должны наплавляться с перекрытием 2,0-3,0 мм. Ширина первых заполняющих слоев должна быть 4,0-6,0 мм, последующих заполняющих слоев 8,0-10,0 мм, облицовочных - 10,0-12,0 мм. Облицовочные слои швов должны быть мелкочешуйчатым, иметь ширину 8,0-12,0 мм и перекрывать основной металл на 2,0-3,0 мм (рисунок 6.1).

6.10. Заварка выборки дефектного участка с внутренними дефектами, включая участки выхода выборки на наружную поверхность сварного шва, выполняется за один этап.

6.11. В процессе сварки (заварки) каждый слой шва должен быть зачищен механическим способом. После завершения сварки (заварки) дефектного участка, облицовочные слои шва зачищаются механическим способом (шлифмашинками с набором абразивных кругов и дисковых проволочных щеток) от шлака и брызг наплавленного металла.

6.12. Исправленные с помощью сварки стыки нужно подвергнуть 100%-ному визуальному контролю, ультразвуковой дефектоскопии или радиографии, а также магнитопорошковому или капиллярному контролю.

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

6.13. При ремонте сварных соединений оформляют ту же техническую документацию, что и в процессе сварки трубопроводов, а в журнале сварочных работ делается запись о выполненном ремонте стыка.

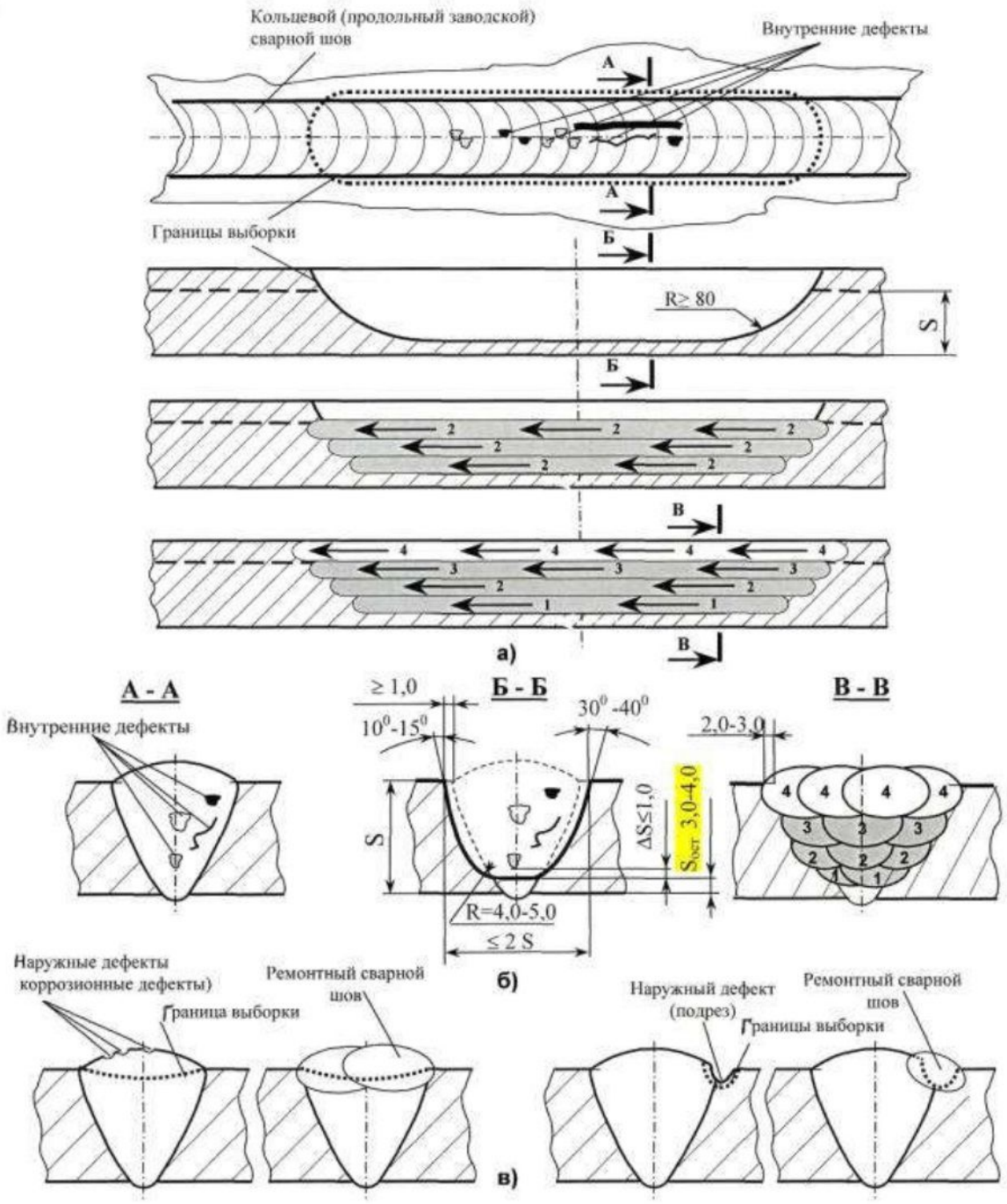

Рис. 6.1. Параметры выборки дефектного участка, последовательность и направление слоев шва, параметры сварного шва при сварке (заварке) несквозной выборки:

а, б - границы выборки внутренних дефектов, последовательность, направление и параметры слоев шва (А-А, Б-Б, В-В);

в - границы выборки наружных дефектов и параметры сварного шва

7. Техника безопасности

Общие положения

7.1 К электросварочным ручным работам допускается персонал не моложе 18 лет, прошедший специальную подготовку, имеющий удостоверение на право работы, в том числе на III группу электробезопасности, и не имеющий противопоказаний по состоянию здоровья.

7.2 Электросварщики должны проходить обязательный медицинский осмотр при поступлении на работу и периодические медицинские осмотры не реже одного раза в 12 месяцев.

7.3 Все вновь поступившие на работу должны пройти вводный инструктаж в службе охраны труда. Результаты фиксируются в журнале регистрации вводного инструктажа по охране труда. После этого отдел кадров производит окончательное оформление вновь поступающего работника и направляет его к месту работы.

7.4 Каждый вновь принятый на работу должен пройти первичный инструктаж по охране труда на рабочем месте. Все работники проходят повторный инструктаж не реже двух раз в 6 месяцев. Инструктаж проводится руководителем подразделения. Результаты инструктажа фиксируются в журнале.

7.5 Ежедневный допуск к работе оформляется нарядом - допуском на огневые работы.

7.6 При поступлении на работу и периодически не реже одного раза в 12 месяцев электросварщики должны пройти проверку знаний по вопросам безопасности труда по программе, утвержденной руководством предприятия.

7.7 В процессе производства работ электросварщики обязаны выполнять требования правил внутреннего трудового распорядка, режимы труда и отдыха.

7.8 В процессе повседневной производственной деятельности на электросварщика могут действовать вредные и опасные производственные факторы:

- повышенное напряжение в электрической цепи, замыкание которой может пройти через тело работника;
- повышенная загазованность и запыленность воздуха рабочей зоны;
- повышенный уровень ультрафиолетового, видимого и инфракрасного излучения;
- повышенный уровень температуры воздуха рабочей зоны и расплавленный металл.

7.9 В процессе работы электросварщики должны соблюдать правила личной гигиены и ношения специальной одежды, специальной обуви, пользования другими средствами индивидуальной защиты.

7.10 Электросварщики не должны допускать отклонений от технологических норм при проведении работ, знать и выполнять требования настоящей инструкции по охране труда, а также инструкции заводов-изготовителей по эксплуатации оборудования, оснастки, инструмента, применяемых в процессе работы.

7.11 О каждом несчастном случае, связанном с производством, пострадавший или очевидец несчастного случая обязан немедленно известить руководителя работ. Руководитель работ должен организовать первую доврачебную помощь пострадавшему, доставку его в лечебное учреждение, сообщить об этом собственнику и службе охраны труда. Для расследования несчастного случая необходимо сохранить обстановку на рабочем месте и состояние оборудования такими, какими они были во время происшествия, если это не угрожает жизни и здоровью окружающих и не приведет к аварии.

7.12 Электросварщики должны владеть приемами оказания первой доврачебной помощи, приемами транспортировки пострадавшего, знать место расположения и содержание аптечки, уметь пользоваться находящимися в аптечке средствами.

7.13 Лица, допустившие нарушение инструкции по охране труда, привлекаются к дисциплинарной, материальной ответственности, внеочередной проверке знаний об охране труда.

7.2 Требования безопасности перед началом работы

7.2.1 Проверить наличие и исправность средств индивидуальной защиты, надеть их, застегнуть манжеты рукавов костюма. При этом куртка не должна быть заправлена в брюки, а брюки должны быть выпущены поверх ботинок (валенок).

7.2.2 Предъявить руководителю работ удостоверение о проверке знаний безопасных методов работ.

7.2.3 Получить задание на выполнение работы у руководителя и наряд-допуск на проведение работ.

7.2.4 Осмотреть и подготовить необходимые средства индивидуальной защиты (при выполнении потолочной сварки - асбестовые или брезентовые нарукавники; при работе лежа - теплые подстилки; при производстве работ во влажных помещениях - диэлектрические перчатки, галоши или коврики).

7.2.5 Осмотреть и подготовить рабочее место и подходы к нему на соответствие требованиям безопасности:

- убрать все лишние предметы, не загромождая при этом проходов;
- проверить состояние пола на рабочем месте, мокрый или скользкий пол вытереть;
- подготовить инструмент, оборудование и технологическую оснастку, необходимые при выполнении работ;
- убедиться в исправности сварочного оборудования, наличии и исправности заземления сварочной установки;
- расположить сварочные провода так, чтобы они не подвергались механическим повреждениям и действию высокой температуры, не соприкасались с влагой;
- убедиться, что вблизи рабочего места не складированы пожаро- и взрывоопасные вещества, и горючие материалы.

Место производства работ, а также нижерасположенные места должны быть освобождены от горючих материалов в радиусе не менее 5 м, от взрывоопасных материалов и установок - не менее 10 м.

7.2.6 Проверить исправность переносного светильника напряжением не выше 12В.

7.2.7 При производстве сварочных работ в закрытых помещениях или на территории действующего предприятия проверить выполнение требований пожаро- и взрывобезопасности и вентиляции в зоне работы.

7.2.8 Электросварщик не должен приступать к работе при следующих нарушениях требований безопасности:

- отсутствии или неисправности защитного щитка, сварочных проводов, электрододержателя, а также средств индивидуальной защиты;
- отсутствии или неисправности заземления корпуса сварочного трансформатора, вторичной обмотки, свариваемой детали и кожуха рубильника;
- недостаточной освещенности рабочих мест и подходов к ним;
- отсутствии ограждений рабочих мест, расположенных на высоте 1,3 м и более, и оборудованных систем доступа к ним пожаро-, взрывоопасных условиях работы;
- отсутствии вытяжной вентиляции в случае работы в закрытых помещениях.

7.2.9 Обнаруженные нарушения требований безопасности должны быть устранены до начала работ, а при невозможности сделать это электросварщик обязан сообщить о них руководителю.

7.3 Требования безопасности во время выполнения работы

7.3.1 При производстве электросварочных работ вне помещений (во время дождя или снегопада) над рабочим местом сварщика и местом нахождения сварочного аппарата должен быть установлен навес.

7.3.2 Электросварочные работы на высоте должны выполняться с лесов или подмостей с ограждениями. Запрещается производить работы с приставных лестниц.

7.3.3 Сварка должна осуществляться с применением двух проводов, один из которых присоединяется к электрододержателю, а другой (обратный) - к свариваемой детали. Запрещается использовать в качестве обратного провода сети заземления металлические конструкции зданий, технологическое оборудование, трубы санитарно-технических сетей (водопровод, электропровод и т.п.).

7.3.4 Сварочные провода должны соединяться способом горячей пайки, сварки или при помощи соединительных муфт с изолирующей оболочкой. Места соединений должны быть заизолированы. Соединение сварочных проводов методом скрутки не допускается. Сварочные провода следует прокладывать так, чтобы их не могли повредить машины и механизмы.

7.3.5 Перед сваркой электросварщик должен убедиться, что кромки свариваемого изделия и прилегающая к ним зона (20-30 мм) очищены от ржавчины, шлака и т.п. При очистке необходимо пользоваться защитными очками.

Свариваемые детали до начала сварки должны быть надежно закреплены. При резке элементов конструкций электросварщик обязан применять меры против случайного падения отрезаемых элементов.

7.3.6 Во время перерывов в работе электросварщику запрещается оставлять на рабочем месте электрододержатель, находящийся под напряжением, сварочный аппарат необходимо отключать, а электрододержатель закреплять на специальной подставке или подвеске.

7.3.7 Подключение и отключение сварочных аппаратов должны осуществляться специальным персоналом через индивидуальный рубильник.

7.3.8 Ремонт сварочного аппарата должен осуществляться специальным персоналом.

7.3.7. Электросварщику запрещается:

- соединять сварочные провода скруткой;
- касаться руками токоведущих частей;
- осуществлять ремонт электросварочного оборудования;

- работать со щитком или шлемом, имеющим щели и трещины в стеклах;

- работать на постоянном рабочем месте без включенного местного отсоса;

- смотреть на электрическую дугу без защитных средств (маски, очков, щитков);

- производить электросварочные работы на открытом воздухе без навеса во время дождя и снегопада;

- резать и сваривать металл на весу;

- производить сварочные работы в помещении, где находятся легковоспламеняющиеся вещества и газы;

- использовать в качестве обратного провода трубы, рельсы и т.п. металлические предметы;

- разогревать электрод о заземленный стол или другие предметы.

7.4 Требования безопасности по окончании работы

7.4.1 Отключить электросварочный аппарат.

7.4.2 Привести в порядок рабочее место, собрать инструмент, смотать в бухты сварочные провода и убрать о отведенные для их хранения места.

7.4.3 Убедиться в отсутствии очагов загорания, при их наличии залить водой.

7.4.4 Обо всех нарушениях требований безопасности, имевших место в процессе выполнения работы, сообщить бригадиру или руководителю работ.

7.4.5 Снять спецодежду, средства индивидуальной защиты, убрать их в отведенное место.

7.5 Требования безопасности в аварийных ситуациях

7.5.1 При возникновении пожара сообщить в пожарную охрану по телефону 01, руководителю работ и приступить к тушению.

7.5.2 В случае возникновения неисправностей сварочного агрегата, сварочных проводов, электрододержателей, защитного щитка или шлема-маски необходимо прекратить работу и сообщить об этом бригадиру или руководителю работ. Возобновить работу можно только после устранения всех неисправностей соответствующим персоналом.

7.5.3 В случае возникновения загазованности помещений при отсутствии вытяжной вентиляции работы необходимо приостановить и проветрить помещение.

7.5.4 Работы, ведущиеся под открытым небом, должны быть прекращены с началом дождя или снегопада. Работы могут быть

возобновлены только после прекращения дождя или снегопада или устройства навеса над местом работы электросварщика.

7.5.5. При ощущении боли в глазах, получении ожогов немедленно прекратить работу, поставив об этом в известность руководителя работ, и обратиться за медицинской помощью в травмопункт.