

4. СПЕЦКУРС (4-5 РАЗРЯДЫ)

4.1. Подготовительные сварочные работы и контроль качества сварных швов после сварки

4.1.1. Подготовительные сварочные работы

Перед тем, как приступить к началу сварочного процесса, мастеру необходимо провести ряд подготовительных мероприятий, при которых убедиться, что оборудование готово к работе.

Сварочное оборудование необходимо очистить от пыли и мусора, произвести проверку на исправность всех элементов нагрева и контроля температуры.

Сварщик также должен убедиться в том, что в исправном состоянии находятся амперметры и вольтметры.

Для того, чтобы зафиксировать результаты, полученные в ходе проверки, ведется специальный журнал учета.

Для того, чтобы произвести сварочные работы, потребуется не только сам сварочный аппарат.

Необходимо, чтобы у сварщика было дополнительное сопутствующее оборудование.

К ним относятся механизмы и аппараты, которыми удерживаются изделия, перемещаются и т.д.. общими словами можно обозначить эти приспособления по таким группам: технологические, приспособления, необходимые для облегчения кантования и укладки сварных конструкций, механизмы, предназначенные для уборки на участке сварки.

В некоторых сварочных цехах особо крупного размера всегда присутствует транспортное оборудование с грузоподъемностью, выбранной в зависимости от условия производства.

Сварка – последний этап монтажа металлоконструкций. Процесс подготовки металла под сварку включает в себя несколько технологических

операций. Сначала заготовки выкраивают из проката, придают им окончательную форму, изгибают под нужным углом. Для получения прочных соединений, однородных по структуре, во время подготовки деталей с поверхности удаляют окислы. Температура плавления оксидов обычно выше, чем у сплава. Если не снять верхнюю пленку, сложно будет сформировать ванну расплава.

Немаловажный этап подготовки – укладка заготовок будущей конструкции. Их надежно фиксируют, только затем приступают к сварке.

Правка и очистка

Деформации, полученные при транспортировке проката, устраняют вручную с помощью молотка или кувалды. Если не получается, применяют ручной пресс: заготовку укладывают между толстыми пластинами, с усилием сжимают, стягивая пластины между собой. Важно придать поверхности первоначальную форму, иначе возникнут внутренние напряжения, сварное соединение не получится прочным.

Небольшие искривления тонких заготовок устраняют на мягкой подложке, для исправления сложных дефектов применяются:

- листопрямительные станки;
- всевозможные прессы, создающие высокое давление.

Очистка – еще один этап подготовки заготовок, подразумевает удаление грязи, пыли с поверхности металла, скопившейся за время транспортировки или хранения на складе. Для удаления стойких загрязнений бывает нужна вода. Старую краску с бывшего в употреблении металла счищают пескоструйными аппаратами или шлифовальным инструментом, шкуркой.

Разметка

Следующий этап подготовки деталей для сварки проводится вручную или с помощью специальных устройств. Самые простые приспособления – керн, металлическая линейка и штангенциркуль. Поверхность металла

предварительно грунтуют, чтобы хорошо были видны риски. При поточном производстве делают шаблоны, их накладывают, обводят.

Различают понятия «наметка» и разметка. Первая – создание предварительного контура, вторая подразумевает кернение по всему периметру, маркировку. Наметка нужна при использовании шаблонов. Его сначала обводят чертилкой, а затем контур проходят керном. При ручной разметке сразу проводят кернение.

Размечать заготовки вручную сложно и долго. Подготовка и сборка заготовок с использованием оптической или мерной резки предпочтительнее. Для разметки металла созданы разметно-маркировочные автоматы, они работают на основе оптики по заданной программе. Керн движется быстро, размеченный листовой прокат выезжает из автомата со скоростью до 10 метров в минуту.

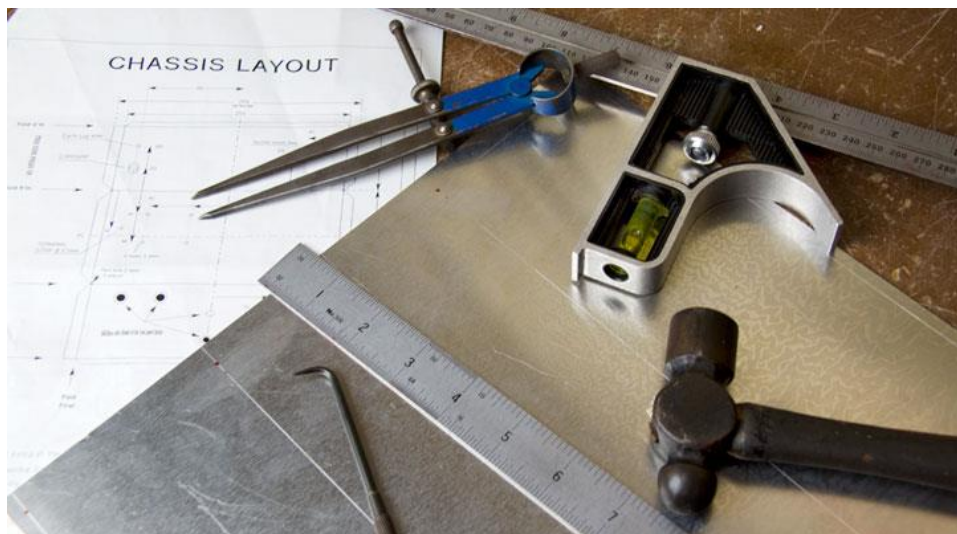


Рис. 4.1. Этап разметки проводится вручную или с помощью специальных устройств

Резка

Это обязательная процедура подготовки деталей, если сварка делается по чертежам. Для работы с металлом применяют различное оборудование:

- ручное (резак, ножницы по металлу), используется для простых геометрических форм из листового или ленточного проката;
- электроинструмент (пила, болгарка, дрель или шуруповерт с фрезой-насадкой);
- термическое (кислородный или газовый резак, дуговую сварку, плазмотрон), можно делать прямые и кривые резы.

Термическая резка состоит в расплавлении металла по заданному контуру. При поточном производстве используют полуавтоматы и автоматы.

При резке металла делают припуски для зачистки и разделки кромок. Раскрой ножницами – самый кропотливый и малопродуктивный. Сварщики чаще применяют термическую резку.



Рис. 4.2. Припуски для зачистки и разделки кромок при резке металла

Зачистка

Технология зачистки металла перед сваркой подразумевает снятие:

- ржавчины, чтобы избежать включений в диффузном слое;
- следов смазки, масла, органика снижает качество сварки;
- заусенцы, частички металла, они могут стать причиной брака;
- загрязнения, ухудшают структуру шва;

- оксидный слой, он препятствует образованию ванны расплава.

Даже незначительные включения в ванне расплава приводят к браку. Для снятия оксидов, обезжиривания цветных металлов применяют химические вещества: всевозможные растворители, спирт, кислоту. Для работы с алюминием, цветными и высоколегированными сплавами, берут новую щетку, чтобы в ней не было микрочастичек углеродистой стали. На отливках перед сваркой удаляют литейную корку, на штампованных заготовках – слой окалины.



Рис. 4.3. Зачистка металла перед сваркой

Подготовка кромок

Толстостенные заготовки без предварительной подготовки тщательно не проварить, жидкий металл будет растекаться по поверхности, не проникая в стык. Соединение получится хрупким, при небольшой нагрузке сломается. Немаловажный момент подготовки – скругление острых краев. Необходимо сглаживать высоту металла 2 –3 мм в зависимости от толщины детали.

Подрезка кромок производится вручную, механически или с использованием горелок. Холодные технологии предпочтительнее, кромка получается ровнее. Тип и угол разделки зависит от применяемых расходников, вида сварочного оборудования. Размеры кромок указаны в соответствующих ГОСТах.

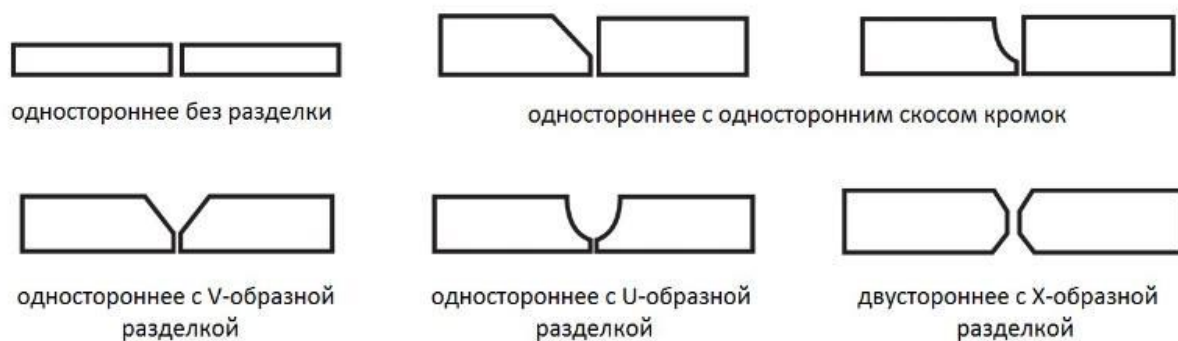


Рис. 4.4. Типы разделки кромок

Цель подготовки кромок к сварке – обеспечить доступ к корню шва. У тонкостенных заготовок толщиной до 3 мм только выравнивают торцы. С зазором до 2 мм проваривают 4 мм детали, если они толще, швы делают с двух сторон. На кромках толстостенных деталей снимают фаску или делают скос. Для односторонней сварки стыки делают в виде буквы V или U, при двухсторонней – в форме X или K. Величина угла сопряжения от 45 до 60°. Если сваривают детали разной толщины, срезают только толстостенную заготовку. Важно правильно выбрать угол скоса, от него зависит:

- глубина проварки металла;
- величина шовного валика;
- расход электродов или наплавочной проволоки.

Подрезка кромок производится вручную, механически или с использованием горелок.

Гибка

Существуют ограничения, связанные с хрупкостью металлов. Радиус сгиба должен превышать толщину профиля или детали в 25 раз, иначе

возможны растрескивания, надломы. С толстостенными заготовками холодным методом не справиться, применяются методы горячей деформации в условиях производства или кузни. Обработка кромок перед горячим деформированием не делается, детали доводят после гибки.

Добиться точного угла сгиба вручную сложно. Это – механизированный этап подготовки металла. Листовой прокат пропускают через гибочные вальцы, гибочные автоматы. Холодная гибка применяется после предварительной подготовки изделий под сварку: снятия кромок, разметки, рассверливания отверстий, если они есть в чертежах или нужны для сборки конструкции.

Толстые полосы последовательно пропускают через 3-валковые или 4-валковые станки. Для придания формы профилю применяют правильно-гибочные прессы.



Рис. 4.5. Радиус сгиба должен превышать толщину профиля или детали в 25 раз

Сборка деталей под сварку

Подготовленные заготовки нужно зафиксировать в определенном положении. Это касается плоских и объемных конструкций. Заготовки надежно скрепляют, чтобы избежать деформации при сварке.

Величина зазора зависит от линейного расширения сплава. При сборке деталей под сварку придерживаются нескольких правил:

- к рабочей зоне должен быть максимально свободный доступ;
- сопряжения укрепляют специальными приспособлениями так, чтобы исключить сдвиг;
- все повороты, изменения положения конструкции в пространстве сводятся к минимуму;
- сборка под сварку сложных конструкций осуществляется поэтапно;
- жесткую фиксацию обеспечивают прихватки на расстоянии 30–80 см друг от друга или беглый шов;
- полужесткую или временную – струбцина, магнитные уголки, клинья, планочные гребенки, другие приспособления;
- объемные связи закрепляют болтовыми соединениями.

Прихватка – небольшой шов длиной от 50 до 100 мм, производится расходными материалами, приготовленными для работы. Если используется защитная атмосфера, прихватки тоже делаются в облаке газа. Детали при подготовке желательно соединять с противоположной основному шву стороны. Если прихватки сделаны снаружи, перед сваркой их хорошо зачищают, снимают окалину и верхний оксидный слой. Удобно использовать специальное устройство для точечной сварки, в месте контакта образуется однородный слой.

При подготовке заготовок сложной геометрической формы вместо прихваток делается беглый шов, не превышающий по глубине половины основного. Он зачищается при обработке корня основного шва.

Сборка предусматривает непроизводительные расходы, потерю времени, сил. Однако от надежности положения заготовок зависит прочность металлоконструкции.

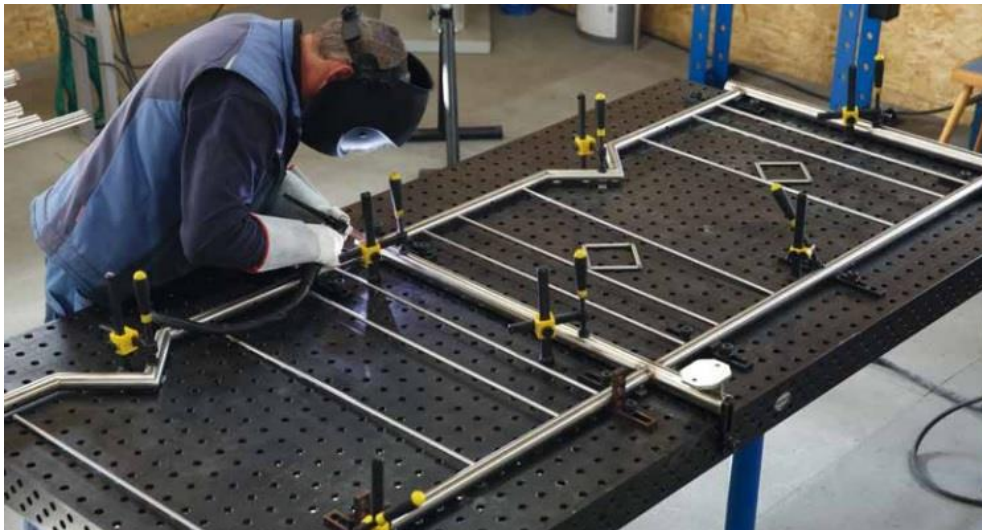


Рис. 4.6. Фиксация в определенном положении подготовленных заготовок

Подготовка труб под сварку

Подготовка фрагментов проводится так, чтобы исключить осевое смещение. Для подготовки нержавеющей и толстостенных труб нужны заводские условия. Марка стали влияет на глубину разделки торцов, угол снимаемой фаски

Трубы из углеродистой и низколегированной стали обрабатывают вручную холодным способом. Последовательность операций такая же, как при работе с плоскими деталями. Для резки используют несколько вариантов:

- делают раскрой ножницами по металлу;
- используют циркулярную пилу, насадку-фрезу или болгарку;
- применяют газовый резак.

Процесс подготовки металла к сварке заключается в обработке торцов, сглаживании кромок, снятии фасок, если стенка толще 3 мм.

Для любого вида сварки металл предварительно зачищают по всей окружности. Только для специальных электродов по ржавчине допускается варить металл без зачистки.

4.1.2. Сварка, сборка и контроль качества сварных швов

Последним этапом сварочных работ является непосредственно сварка и сборка изделия, производится сборка узлов, и накладываются сварные швы на места соединения.

Произвести неразрушающий контроль качества сварного соединения методом γ – гравирования 100% с дублированием УЗК. Ультразвуковой контроль – этот метод основан на способности ультразвуковых волн, которые проникает в металл на большую глубину, и отражаются от дефектов, находящийся в сварном шве. В процессе контроля пучок ультразвуковых колебаний от вибрирующей пластинки вводится в контролируемый шов.

При встрече с дефектом ультразвуковая волна отражается от него и улавливается другой пластинкой, которая преобразует ультразвуковые колебания в электрические. Эти колебания после их усиления попадают на экран электронно-лучевой трубки дефектоскопа, которые в виде импульсов свидетельствуют о наличии дефектов.

При контроле кристалл, смонтированный в призматический лук, перемещают вдоль шва по волнообразной линии, проходя, таким образом, по глубине зоны шва. По характеру импульсов судят протяженности дефектов и глубине их залегания. Ультразвуковой контроль можно проводить при одностороннем доступе к сварному шву без снятия усиления предварительной обработки поверхности шва.

Методы контроля сварных швов

Для проведения контроля качества сварных швов комплектуется штат сотрудников. Люди проходят обучение, изучают разрушающие и неразрушающие виды исследований качества соединений. Учатся обращаться с приборами, созданными для контроля качества диффузного

слоя сварного соединения. Разрушающие способы диагностики применяются редко, только при массовом производстве металлоизделий. Из партии произвольно выбирается несколько деталей, делаются разрезы по сварному соединению. На основании обследований нескольких изделий из партии принимают или отправляют в брак всю продукцию.

Для металлоконструкций применяют неразрушающие методики проверки качества, сохраняющие целостность соединений, проката, используемого для сварки. Существует масса методик, по которым определяют несплошности. О видах контроля сварных соединений, их особенностях полезно знать каждому сварщику.

Визуально-измерительный контроль

Для подобной проверки сварных конструкций не понадобятся специальные приборы или жидкости. Просто проводится тщательный осмотр диффузного слоя, околокромочной области. На сварном соединении не должно быть:

- видимых несплошностей;
- неоднородностей;
- трещин;
- раковин;
- пор;
- свищей;
- сколов;
- непроваров;
- неравномерных складок.

Внутренние дефекты определяются с низкой вероятностью, предположения строятся по внешним факторам риска возникновения дефектов. Дополнительно с помощью измерительных приспособлений проводится проверка ширины и высоты шовного валика.

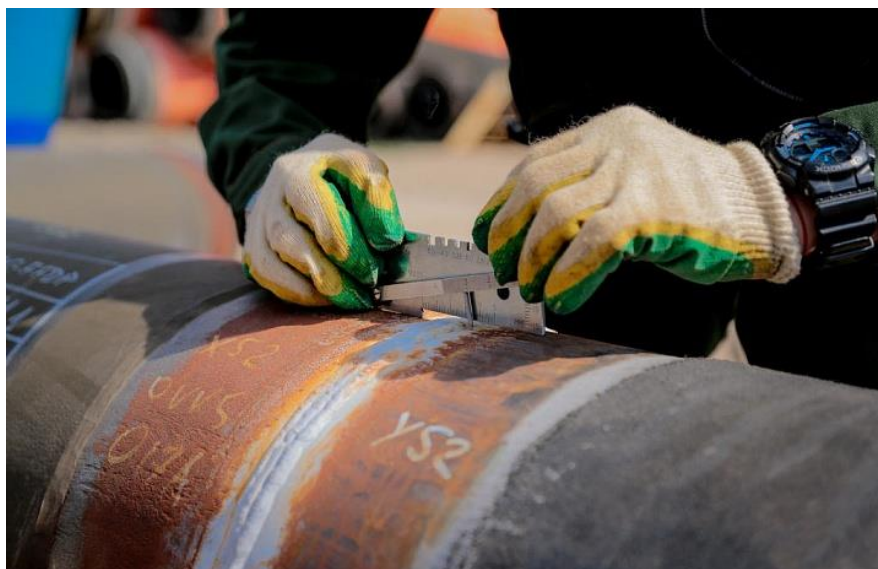


Рис. 4.7. Визуально-измерительный контроль

Внешний осмотр сварочных соединений всегда субъективен. Результат зависит от зоркости контролера, личного опыта. Для лучшей визуализации применяют лупы различной кратности, предусмотрены лампы или фонарики для освещения осматриваемой зоны. На основании визуального исследования делаются предварительные выводы.

Для измерения шовного валика контролеры пользуются штангенциркулем, металлическими линейками, сделанными по ГОСТу. Точность измерений большая.

Если выявлены внешние дефекты, параметры валика не соответствуют регламентированным, качество соединений признается низким. Соединение приходится переваривать.

Когда результаты проверки сварных швов сомнительные, проводится дальнейшая диагностика с помощью других методик.

Ультразвуковой метод

Ультразвуком выявляются инородные включения, внутренние раковины. У контроля сварных соединений имеются достоинства и недостатки. Но речь не об этом. Важно понять суть процесса. Прибор проверяет способность металла проводить ультразвук. Когда волны

достигают края дефекта, они отражаются, меняют направление. До регистратора уже не доходят.



Рис. 4.8. Ультразвуковой контроль

Разные типы несплошностей искажают поток ультразвуковых волн по-своему. У контролера имеются альбом иллюстраций, по которым методом сравнения определяется тип дефекта. Исследование доступное, часто применяемое. Дает хорошую результативность. Для оценки результатов не нужно делать поправки на физико-химические характеристики исследуемых сплавов.

Капиллярный контроль

Испытания соединения капиллярным методом основано на способности некоторых жидкостей проникать в самые мелкие микротрещины, незаметные глазу. Для контроля качества сварки требуются расходные материалы. Исследуемую область для лучшей визуализации покрывают краской или мелом. В жидкости добавляют хорошо видимые красящие пигменты. Выпускают индикаторные составы с люминесцентными

свойствами. При попадании света на краску отраженный световой поток усиливается в несколько раз.



Рис. 4.9. Капиллярный контроль

Жидкости называются пенетрантами (в переводе с английского «проникающая влага»). Имея незначительное поверхностное натяжение, пенетранты способны просачиваться в микропоры. На месте дефекта проявляется четкий контрастный рисунок. Этим методом проверяют качество сварки любых металлов. В качестве пенетрантов для самостоятельной проверки сплошности сварных конструкций применяют органические растворители и разбавители (керосин, бензол, скипидар и другие).

По рисунку получают объективную картину состояния шва. Чем больше краски на поверхности, тем хуже качество соединения. Метод чаще применяется для металлов, склонных к растрескиванию при термическом воздействии, сплавов с большой линейной усадкой при остывании.

Проверка сварочных швов на проницаемость

Когда от качества сварного шва зависит прочность сосудов высокого давления, гидросистем или трубопроводов, контроль особенно важен. У метода много названий:

- пузырьковый метод контроля;
- пневмоиспытание;
- течеискание;
- гидроиспытание и другие.

Технологии проведения испытаний условно делят на пневматические и гидравлические. Из названия понятно, что в первом случае речь идет о воздушной проверке сварных швов, во втором – водяной.

Контроль качества швов по проницаемости схож с капиллярной методикой, только жидкости или газовые смеси подаются под давлением. Пневматический контроль подразумевает применение сжатого газа или воздуха, который подается в исследуемую область. Снаружи шов покрывают мыльным раствором, образующим пленку. Для приготовления раствора соблюдается пропорция: 250 г мыла на литр воды. Если имеются несплошности, на поверхности появляются пузыри.

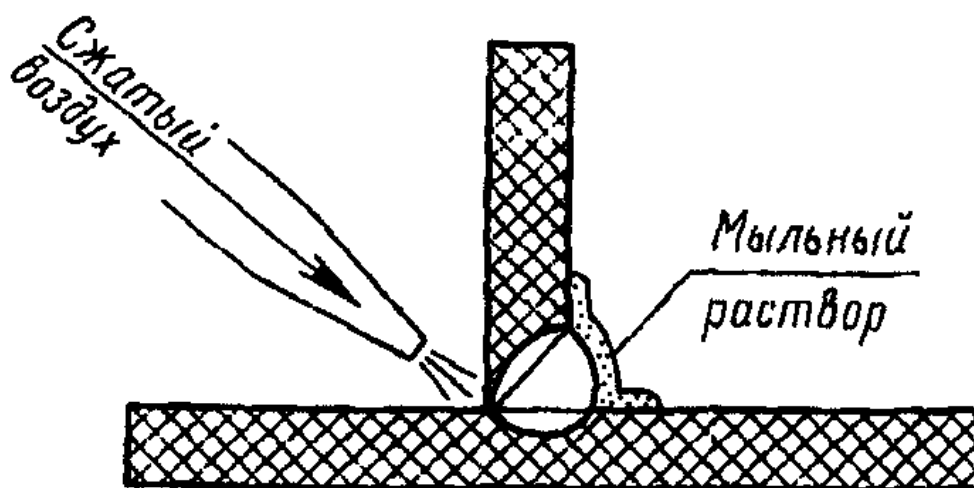


Рис. 4.10. Проведение пневматического контроля при помощи сжатого воздуха и мыльного раствора

Разновидности пневматического контроля:

1. Вакуумный метод. С одной стороны сварного соединения создается вакуум, с другой – наносится мыльный раствор. Причина появления – сквозные дефекты.

2. Когда контроль качества проводится при отрицательных температурах, вместо воды используют спиртовой раствор с низкой температурой замерзания.

3. Еще одна технология – метод погружения. Сварную деталь полностью погружают в мыльный раствор. Скопившийся в дефекте воздух выйдет наружу, образуя пузыри.

4. Можно заменить газ аммиаком. Швы предварительно оборачивают бумагой. Там, где нарушена герметичность, на бумаге проступят красные пятна.

Гидравлический метод испытаний основан на способности воды или масла создавать давление. Деталь выдерживают в жидкости от 5 до 15 минут, чтобы заполнились все сквозные дефекты. После этого достают, зона около сварного соединения обстукивается молотком. По просачиванию жидкости определяют трещины.

Когда проверяют емкости, жидкости заливают вовнутрь. Трубопроводы тоже проверяют изнутри, фрагменты заполняют воздухом. Метод контроля герметичности простой, но действенный. При обнаружении дефектов швы переваривают. Затем контроль качества проводят еще раз.

Магнитная дефектоскопия

Магнитный метод основан на способности металлов намагничиваться под воздействием магнитного поля. Понятно, контроль сварных швов, основанный на эффекте электромагнетизма, не применяется для проверки соединений цветных металлов, алюминия, нержавеющей сталей.

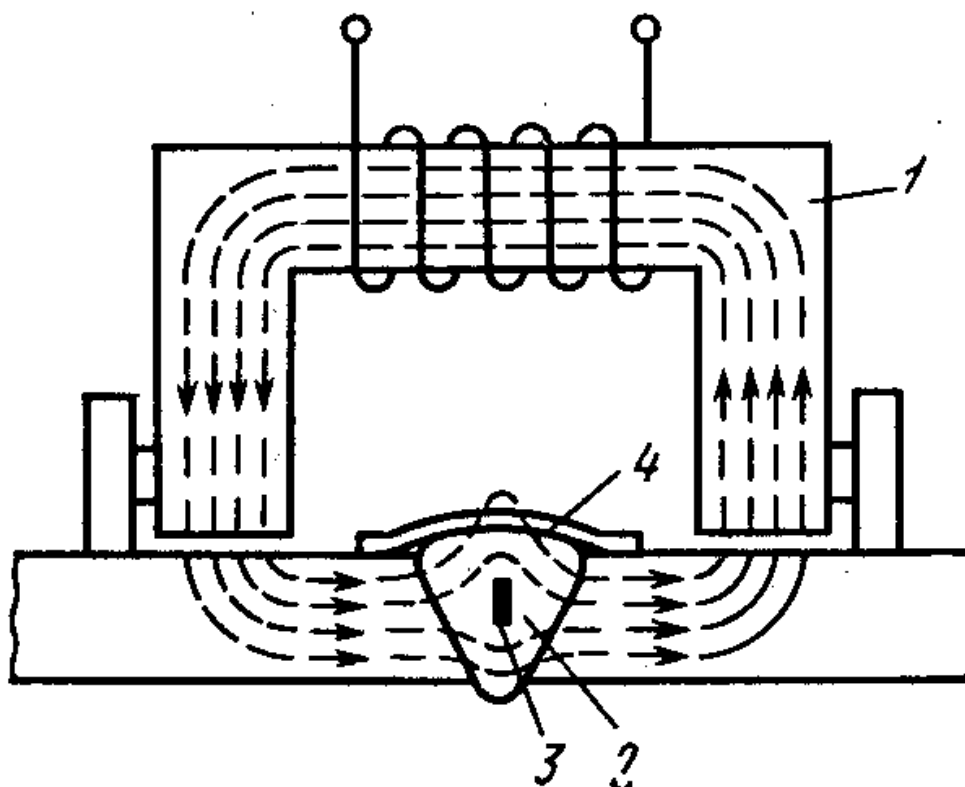


Рис. 4.11. Метод магнитного контроля: 1- магнит; 2 — сварной шов; 3 — дефект; 4 — магнитная пленка

Технология магнитных исследований:

- С помощью специального прибора контролер создает в области сварного соединения постоянное магнитное поле.
- Формируются силовые электромагнитные линии, под воздействием которых мелкие частицы металла способны двигаться, занимать фиксированное положение.
- В качестве индикатора для исследований используют металлический порошок или мелкую ферромагнитную стружку. Измельченный металл размещают в околошовной области.
- Если металл однородный, рисунок получается без искажений. Когда имеются раковины, трещины, шлаковые включения, положение электромагнитных линий искажается.

Диагностика магнитопорошковым способом эффективна, поле способно исказить даже незначительные дефекты. В месте проекции на

поверхности скапливается порошок. Главный недостаток методики – трещину не определить, если она параллельна силовым линиям.

Радиационный контроль

При проверке сварных соединений радиационными волнами важно соблюдать правила техники безопасности. Радиографический или гаммаграфический метод по сути – это рентген шва. Прибор по конструкции подобен рентген-аппарату, поэтому меры предосторожности следует соблюдать неукоснительно. Описание методики:

- прибор продуцирует гамма-излучение;
- рентгеновские лучи проникают через металл, там, где имеются несплошности, отклоняются от первоначальной траектории;
- заканчивая свой путь, гамма-лучи создают изображение на специальной пленке;
- результат оценивается по изменению плотности потока лучей.

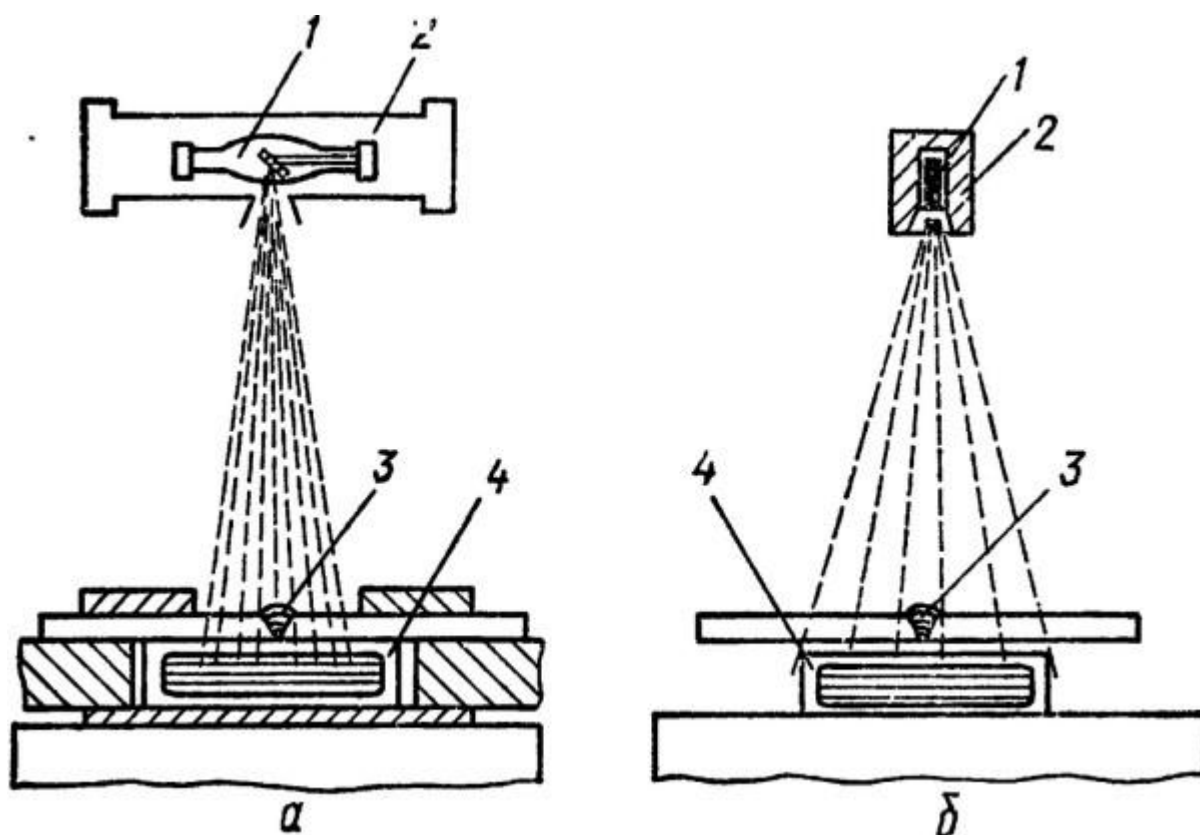


Рис. 4.12. Радиационный контроль: 1 - лампы; 2 - контейнеры; 3 - сварной шов; 4 - пленка

Это самый передовой, дорогостоящий, небезопасный метод исследования качества сварного шва. Требуется специальное оборудование, длительное обучение контролера. Избыточное нахождение с излучателем рентгеновских волн негативно сказывается на состоянии здоровья контролера.

Современные аппараты с компьютерным блоком управления способны увеличивать получившуюся картинку, выводят ее на экран, расшифровывают в автоматическом режиме. Точность результатов повышается.

Оформление документации

На основании испытаний составляется акт дефектов сварных соединений. Проверяющие фиксируют каждый дефект, дают краткое описание. Результаты заносятся в журнал сварки, такой документ заполняется бригадой на каждом объекте. Спецжурнал является первичным документом, заполняется в соответствии со СНиП по каждому узлу конструкции.

После окончания работ журнал сдается заказчику, подшивается к другой техдокументации по объекту.

Помимо спецжурнала при сварочных работах оформляется схема стыков с полным описанием технологии. Прилагаются сертификаты на используемые расходные материалы (электроды, флюс или присадочную проволоку). Акты исследований сварных швов (контроля качества соединений с внешней стороны изделия) составляются для каждого сварщика индивидуально. Когда проводится приборная диагностика, результаты диагностики, заключения контролеров прилагаются.

Документация необходима для отчета, судебных разбирательств в случае аварии. Без акта обследования швов работы не актируются, объект не принимается. При работе с ответственными конструкциями предъявляются самые жесткие требования.

Когда обнаружены дефекты, даже если они возникли не по вине сварщика, а из-за некачественных расходных материалов, шов переваривается. Только после приемки соединения контролером производятся дальнейшие процедуры по принятию металлоконструкций объекта.

4.2. Ручная дуговая сварка (наплавка, резка) плавящимся покрытым электродом средней сложности и сложных конструкций из различных материалов

Плавящиеся электроды изготавливаются в соответствии с ГОСТ 9466-75. Электроды для ручной дуговой сварки (наплавки) металлов представляют собой стержни длиной до 450 мм, изготовленные из сварочной проволоки, на поверхность которых нанесен слой покрытий различной толщины. Покрытия предназначены для повышения устойчивости дуги, образования комбинированной газошлаковой защиты, легирования и рафинирования металла. Условное обозначение представлено на рисунке 4.13.

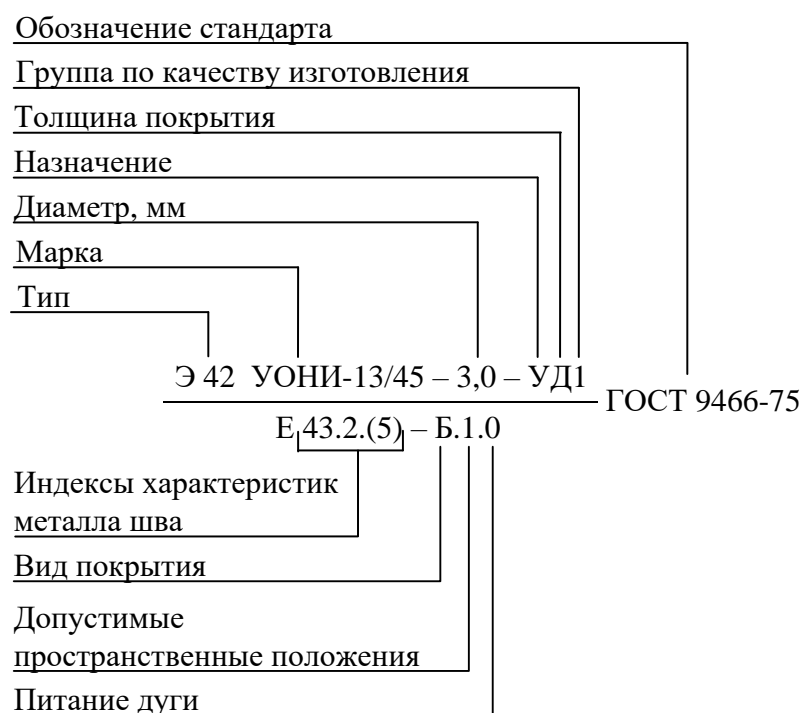


Рис. 4.13. Условное обозначение маркировки плавящихся электродов

Ручная сварка производится покрытыми электродами диаметром 2...6 мм при силе тока 50...350 А и напряжении 20...40 В. Зажигание дуги выполняют разрывом цепи короткого замыкания – отдергиванием электрода или чирканьем им. Сварка сопровождается значительными колебаниями длины дуги. При ручной сварке СВАХ дуги имеет падающий и жесткий участки (рисунок 4.14).

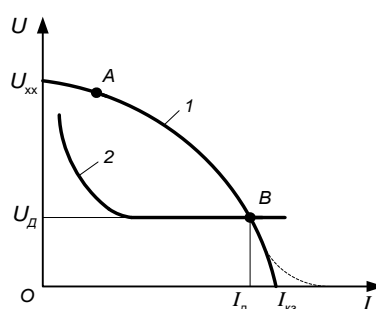


Рис. 4.14. Вольт-амперные характеристики источника для ручной дуговой сварки и дуги: 1 – ВВАХ источника питания; 2 – СВАХ дуги; Л – нерабочая точка для сварки; В – рабочая точка для сварки; U_{xx} – напряжение холостого хода источника питания (без электрической нагрузки); $I_{кз}$ – сила тока короткого замыкания

При ручной сварке ВВАХ должна быть крутопадающей в области рабочих токов (точка В), благодаря чему достигается высокая стабильность тока при колебаниях длины дуги. Напряжение холостого хода источника U_{xx} выбирают таким образом, чтобы обеспечить высокую надежность начального зажигания дуги. Для малоинерционных источников значение U_{xx} должно не менее чем в 1,5 раза превышать сварочное напряжение $U_{д}$. Сила тока короткого замыкания $I_{кз}$, при крутопадающей внешней характеристике устанавливается на уровне $I_{кз} = (1,2...2)I_{д}$. Этого, как правило, достаточно для надежного зажигания.

При сварке плавящимся электродом (рисунок 4.15) дуга горит между ним и изделием. Формирование металла шва осуществляется за счет материала электрода и расплавления основного металла в зоне действия дуги.

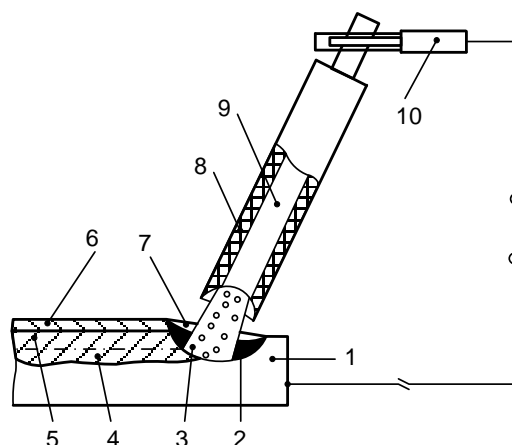


Рис. 4.15. Ручная дуговая сварка штучным электродом: 1 – основной металл; 2 – сварочная ванна; 3 – электрическая дуга; 4 – проплавленный металл; 5 – наплавленный металл; 6 – шлаковая корка; 7 – жидкий шлак; 8 – электродное покрытие; 9 – металлический стержень электрода; 10 – электрододержатель

При этом способе используются электроды диаметром 1...12 мм. Однако основной объем работ выполняется электродами диаметром 3...6 мм.

4.3. Ручная дуговая сварка (наплавка) неплавящимся электродом в защитном газе средней сложности и сложных конструкций из различных материалов

При сварке неплавящимся электродом в среде защитных газов первоначальное возбуждение дуги производится бесконтактным способом. Напряжения холостого хода источника питания 60...80 В недостаточно для того, чтобы вызвать электрический разряд. Для возбуждения дуги необходим кратковременный импульс напряжения, который обеспечил бы пробой и последовательное развитие искрового разряда вплоть до дугового. При решении этой задачи источники питания для сварки в среде защитного газа снабжают дополнительным устройством – сварочным осциллятором.

Осциллятор представляет собой генератор затухающих по амплитуде переменных высокочастотных (100...300 кГц) импульсов высокого напряжения (около 3 кВ). Применяют две схемы включения осциллятора: 1) в цепь дуги – параллельную и 2) последовательную. В схеме параллельного включения трансформатор $T1$ промышленной частоты 50 Гц повышает напряжение сети до 3...6 кВ. Его вторичная обмотка подключена к разряднику F , входящему в колебательный контур $C_k - L_k$, в котором возникают колебания частотой 150...300 кГц. При возрастании напряжения на выходе трансформатора заряжается конденсатор C_k .

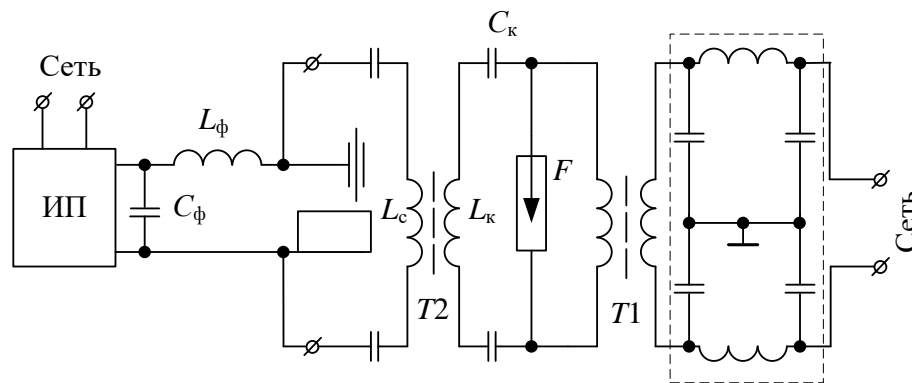


Рис. 4.16. Схема осциллятора параллельного включения: ИП – источник питания; L_ϕ , L_c , L_k – катушки индуктивности; C_ϕ , C_k – конденсаторы; $T1$ – трансформатор промышленной частоты; $T2$ – высокочастотный трансформатор; F – разрядник

По достижении определенного напряжения на вторичной обмотке трансформатора происходит пробой искрой воздушного промежутка разрядника. Конденсатор C_k разряжается на катушку индуктивности L_k , являющуюся первичной обмоткой высокочастотного трансформатора $T2$. Последний осуществляет магнитную связь осциллятора со сварочным контуром L_c , который содержит источник питания. В колебательном контуре возникает знакопеременный, затухающий по амплитуде колебательный процесс.

Трансформатор $T2$ через вторичную обмотку осуществляет подачу высокочастотных импульсов высокого напряжения на дуговой промежуток. Защита источника от воздействия этого напряжения осуществляется с помощью фильтра, состоящего из индуктивности L_{ϕ} и емкости C_{ϕ} . Импульсы колебаний, генерируемых осциллятором, периодически повторяются после восстановления электрической прочности разрядника.

Электрическая схема осциллятора последовательного включения приведена на рисунке 4.17. Трансформатор $T1$ повышает напряжение сети и подает его на разрядник F , входящий в колебательный контур $C_{\kappa} - L_{\kappa}$. Катушка индуктивности колебательного контура включена последовательно с дугой. Сечение обмотки рассчитывается с учетом сварочного тока, генерируемого источником питания ИП. Защита источника от воздействия высокочастотного высокого напряжения, возникающего на катушке индуктивности при разряде конденсатора, осуществляется посредством шунтирования источника конденсатором C_{ϕ} . Осцилляторы последовательного включения компактнее и проще рассмотренных ранее. Они, как правило, работают только в начале процесса сварки. В схемах источников питания предусмотрено автоматическое отключение осциллятора после возбуждения дуги.

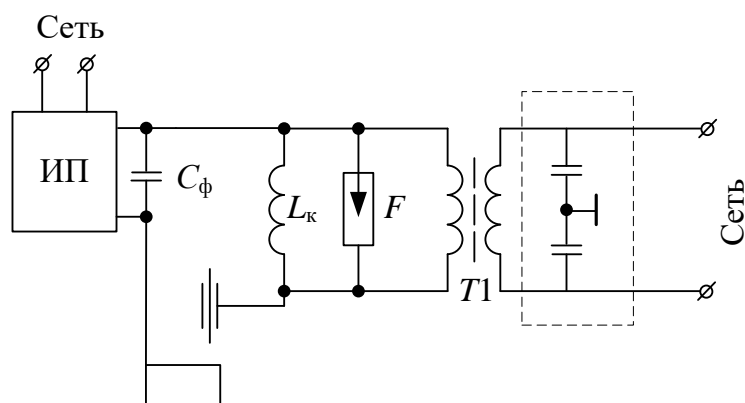


Рис. 4.17. Схема осциллятора последовательного включения: ИП – источник питания; L_{κ} – катушка индуктивности; C_{ϕ} , C_{κ} – конденсаторы; $T1$ – повышающий трансформатор; F – разрядник

Импульсный стабилизатор горения дуги переменного тока применяют при сварке изделий из легких сплавов в среде защитного газа неплавящимся электродом. При этом виде сварки возникают трудности повторного возбуждения дуги при переходе на обратную полярность.

Устройство для плавного снижения сварочного тока позволяет предотвратить появление кратера шва при быстром гашении дуги в конце сварки. Это возможно при плавном уменьшении сварочного тока до нуля примерно за 5...6 с. В установках для автоматизированной сварки неплавящимся электродом в среде защитных газов данный процесс осуществляется автоматически с помощью специального узла – регулятора спада сварочного тока (РССТ), воздействующего на цепь управления регулятора сварочного тока. На практике данный процесс происходит благодаря разряду предварительно заряженного конденсатора на резистивное сопротивление. Для уменьшения емкости конденсаторной батареи в РССТ современных источников используют промежуточные полупроводниковые усилители на транзисторах. В этом случае разряд конденсаторной батареи направлен на цепь эмиттер–база транзистора, а обмотка регулятора тока включена в коллекторную цепь транзистора, где ток в 30...40 раз больше тока базы.

Конвертор – электронный регулятор сварочного тока, предназначен для ручной дуговой сварки покрытыми электродами от многопостовых сварочных выпрямителей, взамен балластных реостатов (рисунок 4.18).



Рис. 4.18 - Конвертор KCU-320

Конвертор по сравнению с реостатом имеет следующие преимущества:

- обеспечивает высокий уровень безопасности сварочных работ;
- потребляет в 2–2,5 раза меньше электроэнергии;
- обеспечивает легкий поджиг и стабильное горение дуги (сварка проходит с низким разбрызгиванием, а электрод сгорает без остатка);
- не чувствителен к перепадам напряжения;
- исключает взаимное влияние постов;
- плавная регулировка сварочного тока;
- более эффективно используется многопостовый выпрямитель за счет возможности организации в 2 раза больше пост.

Сущность дуговой сварки в защитных газах

Сущностью и отличительной особенностью дуговой сварки в защитных газах является защита расплавленного и нагретого до высокой температуры основного и электродного металла от вредного влияния воздуха защитными газами, обеспечивающими физическую изоляцию металла и зоны сварки от контакта с воздухом и заданную атмосферу в зоне сварки. Используют инертные и активные защитные газы. При этом способе в зону дуги подается защитный газ, струя которого, обтекая электрическую дугу и сварочную

ванну, предохраняет расплавленный металл от воздействия атмосферного воздуха, окисления и азотирования.

Сварку в защитных газах отличают следующие преимущества:

- высокая производительность (в 2–3 раза выше обычной дуговой сварки);
- возможность сварки в любых пространственных положениях, хорошая защита зоны сварки от кислорода и азота атмосферы, отсутствие необходимости очистки шва от шлаков и зачистки шва при многослойной сварке;
- малая зона термического влияния;
- относительно малые деформации изделий;
- возможность наблюдения за процессом формирования шва;
- доступность механизации и автоматизации.

Недостатками этого способа сварки являются необходимость принятия мер, предотвращающих сдувание струи защитного газа в процессе сварки, применение газовой аппаратуры, а в некоторых случаях и применение относительно дорогих защитных газов.

Были разработаны следующие разновидности сварки в защитном газе: в инертных одноатомных газах (аргон, гелий), в нейтральных двухатомных газах (азот, водород), в углекислом газе. Наиболее широкое применение получили *аргонодуговая сварка и сварка в углекислом газе*. Инертный газ гелий применяется очень редко ввиду его большой стоимости. Сварка в двухатомных газах (водород и азот) имеет ограниченное применение, так как водород и азот в зоне дуги диссоциируются на атомы и активно взаимодействуют с большинством металлов.

Сварка в углекислом газе, благодаря его дешевизне, получила широкое применение при изготовлении и монтаже различных строительных конструкций из углеродистых и низколегированных сталей. Углекислый газ, подаваемый в зону дуги, не является нейтральным, так как под действием высокой температуры он диссоциируется на оксид углерода и свободный

кислород. При этом происходит частичное окисление расплавленного металла сварочной ванны, и, как следствие, металл шва получается пористым, с низкими механическими свойствами. Для уменьшения окислительного действия свободного кислорода применяют электродную проволоку с повышенным содержанием раскисляющих примесей (марганца, кремния). Шов получается беспористый, с хорошими механическими свойствами.

Таблица 4.1. Примерные режимы сварки в углекислом газе угловых швов металлических конструкций

Катет шва, мм	Диаметр сварочной проволоки, мм	Число слоев	Сварочный ток, А	Напряжение дуги, В	Вылет электрода, мм	Расход газа на один слой, л/с
1,2–2	0,6	1	60–70	18–20	8–10	0,08–0,1
1,2–3	0,8	1	80–120	18–22	8–12	0,1–0,13
2–4	1,2	1	90–180	20–24	10–15	0,13–0,17
5–6	1,6	1	230–360	20–35	16–25	0,27–0,3
5–6	2	1	250–380	27–35	20–30	0,27–0,3
7–9	2	1	320–380	30–36	20–30	0,3–0,33
9–11	2	2	320–380	30–36	20–30	0,3–0,33
11–13	2	3	320–380	30–36	20–30	0,3–0,33

По способу защиты различают *местную и общую защиту свариваемого узла* (сварку в контролируемой атмосфере). Основным способом местной защиты является струйная, при которой защитная среда создается газовым потоком при центральной, боковой или комбинированной подаче газа. При центральной подаче газа дуга, горящая между электродом и основным металлом, со всех сторон окружена газом, подаваемым под небольшим избыточным давлением из сопла горелки, расположенного концентрично оси электрода. Это самый распространенный способ защиты.

С целью экономии инертных газов, а также получения оптимальных технологических и металлургических свойств защитной среды применяют

горелки, конструкция которых обеспечивает комбинированную защиту двумя concentрическими потоками газов. Например, внутренний поток образуется аргоном, а внешний – углекислым газом. При сварке высокоактивных металлов надо защищать не только расплавленный металл, но и зону металла, нагреваемую при сварке до температуры более 300 °С, с лицевой и обратной стороны шва. Для расширения струйной защиты с лицевой стороны шва применяют дополнительные колпаки-приставки, надеваемые на сопло горелки. Защита обратной стороны шва обеспечивается поддувом защитного газа. Боковую подачу газа применяют ограниченно. Наиболее эффективная защита металла шва и зоны термического влияния обеспечивается при *сварке в камерах с контролируемой атмосферой*. Камеры предварительно продувают или вакуумируют, потом заполняют защитным (инертным) газом под небольшим давлением.

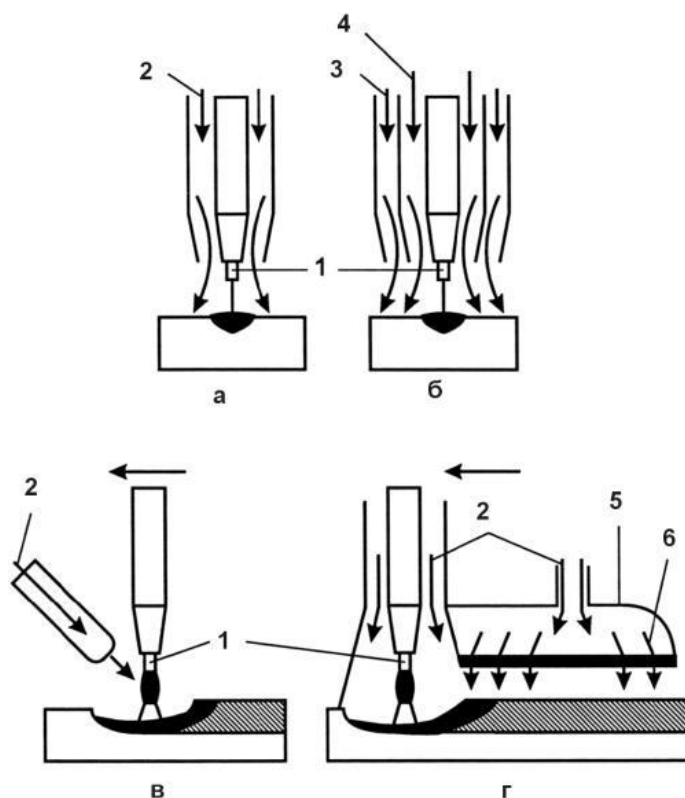


Рис. 4.19. Подача защитных газов в зону сварки: а – центральная одним concentрическим потоком; б – центральная двумя concentрическими потоками; в – боковая; г – в подвижную камеру (насадку); 1 – электрод; 2 –

защитный газ; 3, 4 – наружный и внутренний потоки защитных газов; 5 – насадка; 6 – распределительная сетка

Сварку в защитных газах можно осуществлять вручную, полуавтоматически и автоматически. Ручная сварка применяется при соединении кромок изделий толщиной до 25–30 мм при выполнении коротких и криволинейных швов. Полуавтоматическая и автоматическая сварки применяются при массовом и крупносерийном производствах. Сварка в защитных газах производится как неплавящимся, так и плавящимся электродом.

Неплавящиеся электроды служат только для возбуждения и поддержания горения дуги. Для заполнения разделки кромок в зону дуги вводят присадочный металл в виде прутков или проволоки. Применяются вольфрамовые, угольные и графитовые неплавящиеся электроды.

Вольфрамовые электроды изготовляют из проволоки марки ВТ–15 диаметром 0,8–6 мм, содержащей 1,5–2,0 % диоксида тория. Торий способствует более легкому возбуждению и устойчивому горению дуги. Однако торий является радиоактивным веществом и его применение сопряжено с соблюдением специальных санитарных правил. Для сварки алюминия и его сплавов успешно применяют электроды из проволоки марки ВЛ–10 (вольфрам с присадкой лантана). Лантан снижает расход вольфрама и повышает устойчивость горения дуги. Расход вольфрама при сварке незначителен и составляет при сварочном токе 300–400 А около 0,05–0,06 г на метр сварного шва.

Угольные и графитовые электроды применяют редко, так как они не обеспечивают достаточно устойчивого горения дуги и сварной шов получается пористым с темным налетом.

Плавящиеся электроды применяют в виде соответствующих сварочной или порошковой проволоки.

Защитные газы

Аргон – одноатомный инертный газ без цвета и запаха, тяжелее воздуха. Получают аргон из воздуха. Поставляется аргон двух сортов: высшего и первого. Высший сорт содержит 99,992 % аргона, не более 0,006 % азота и не более 0,0007 % кислорода. Первый сорт содержит аргона 99,987 %, азота до 0,01 % и кислорода не более 0,002 %.

Аргон поставляется в газообразном виде в баллонах типа А под давлением 15 МПа. Баллоны окрашены в серый цвет с зеленой полосой и зеленой надписью «Аргон чистый».

Аргон применяют при сварке ответственных сварных швов и при сварке высоколегированных сталей, титана, алюминия, магния и их сплавов.

Гелий – одноатомный инертный газ без цвета и запаха. Газообразный гелий также производится двух сортов: гелий высокой чистоты (99,985 % гелия) и гелий технический (99,8 %). Транспортируется и поставляется в баллонах типа А при максимальном давлении 15 МПа. Баллоны окрашены в коричневый цвет с белой надписью «Гелий». Гелий используют так же, как аргон, но значительно реже ввиду высокой стоимости.

Углекислый газ (CO₂) не имеет цвета и запаха. Получают его из газообразных продуктов сгорания антрацита или кокса, при обжиге известняка и т. д. Поставляется в сжиженном состоянии в баллонах типа А вместимостью 40 л, в баллон при максимальном давлении 7,5 МПа вмещается 25 кг углекислоты (при испарении образуется около 12 750 л газа). Для сварки используют сварочную углекислоту. Чистота углекислоты первого сорта должна быть не менее 99,5 %, а высшего сорта – 99,8 %. Баллоны с углекислотой окрашивают в черный цвет с желтой надписью «СО₂ сварочный». Применяется при сварке низкоуглеродистых и некоторых конструкционных и специальных сталей.

Для снижения влажности углекислого газа рекомендуется установить баллон вентилем вниз и после отстаивания в течение 15 мин. осторожно открыть вентиль и выпустить из баллона влагу. Перед сваркой необходимо

из нормально установленного баллона выпустить небольшое количество газа, чтобы удалить попавший в баллон воздух.

Часть влаги задерживается в углекислоте в виде водяных паров, ухудшая при сварке качество шва. Кроме того, при выходе из баллона от резкого расширения происходит снижение температуры углекислоты и влага, конденсируясь в редукторе, забивает каналы и даже полностью закрывает выход газа.

Для предупреждения замерзания влаги между баллоном и редуктором устанавливают электрический подогреватель. Окончательное удаление влаги после редуктора производится специальным осушителем, наполненным прокаленным медным купоросом, хромистым кальцием или другим осушающим веществом.

Сварочные полуавтоматы и автоматы

Аргонодуговая сварка неплавящимся или плавящимся электродом производится на постоянном и переменном токе. *Установка для ручной сварки постоянным током* состоит из сварочного генератора постоянного тока или сварочного выпрямителя, балластного реостата, газоэлектрической горелки, баллона с газом, редуктора и контрольных приборов (амперметра, вольтметра и расходомера газа).

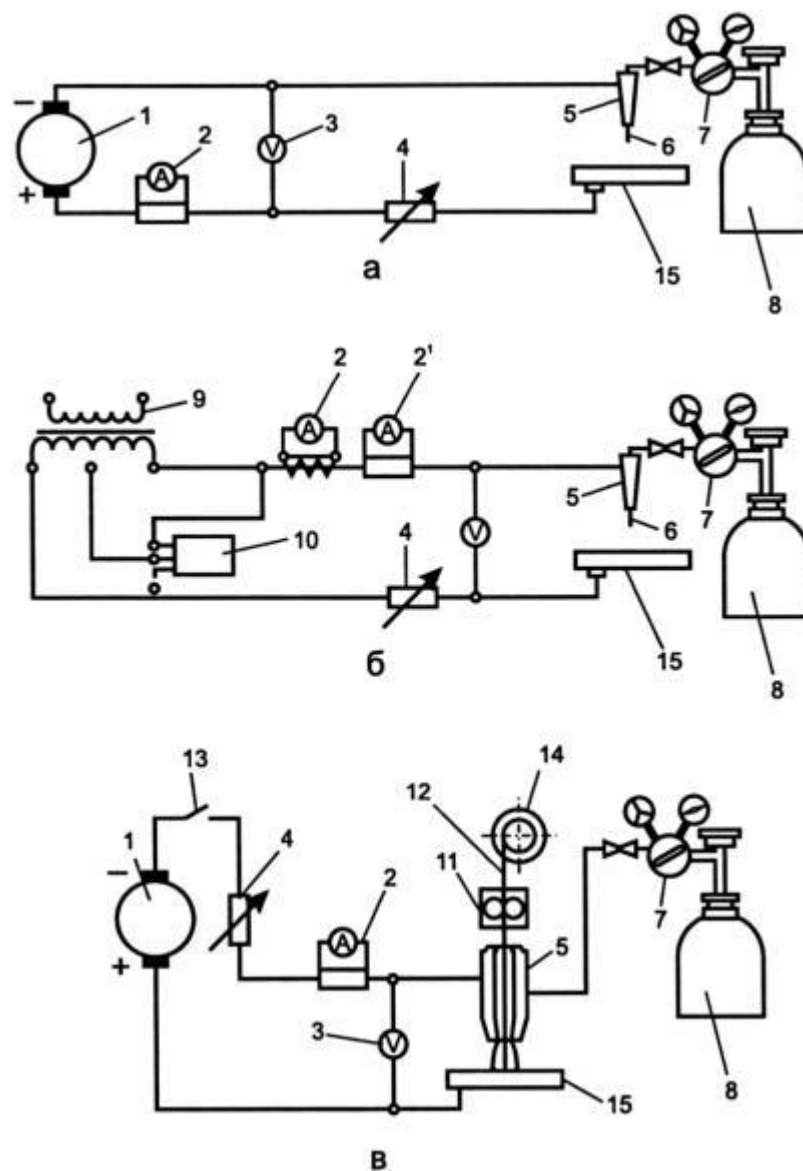


Рис. 4.20. Электрическая и газовая схемы сварки в защитных газах: а – неплавящимся электродом в инертных газах на постоянном токе прямой полярности; б – то же на переменном токе; в – плавящимся электродом на постоянном токе обратной полярности; 1 – сварочный преобразователь; 2 – амперметр; 3 – вольтметр; 4 – балластный реостат; 5 – горелка; 6 – вольфрамовый электрод; 7 – редуктор-расходомер для защитного газа; 8 – баллон с защитным газом; 9 – сварочный трансформатор; 10 – осциллятор; 11 – механизм подачи проволоки; 12 – плавящаяся сварочная проволока; 13 – контактор; 14 – катушка с проволокой; 15 – изделие

Источником питания дуги служат сварочные генераторы постоянного тока с жесткой или пологопадающей внешней характеристикой. Для

регулирования и получения малых значений сварочного тока и повышения устойчивости горения дуги в сварочную цепь включают балластные реостаты.

Используются газоэлектрические горелки различной конструкции. Наибольшее применение получила горелка типа ЭЗР. Выпускаются горелки типов ЭЗР–66 для сварки током до 150 А, ЭЗР–4–68 – до 500 А и ЭЗР–5–71 – до 80 А.

Электрододержатель типа ЭЗР–3–66 состоит из корпуса, сменного наконечника, рукоятки с устройством включения подачи газа и газотокоподводящего кабеля. Диаметр сопла сменных наконечников 8 и 10 мм. Они позволяют использовать электроды диаметром 1,5, 2 и 3 мм, рассчитанные на сварочные токи до 150 А. Расход аргона составляет 120–360 л/ч. Масса горелки с газо-токопроводящим кабелем около 3 кг.

Для сварки при больших сварочных токах (до 450 А) применяют также горелки типов АР–10–3 (большая), АР–75, АР–9, снабженные системой водяного охлаждения.

Установка для ручной сварки переменным током состоит из источника питания дуги, осциллятора, балластного реостата, газоэлектрической горелки, баллона с газом, редуктора и контрольных приборов.

Источники питания должны иметь повышенное вторичное напряжение, чтобы обеспечить устойчивое горение дуги. Для этого в сварочную цепь включают два сварочных трансформатора с последовательно включенными вторичными обмотками или применяют трансформатор типа ТСДА с повышенным вторичным напряжением холостого хода.

Осциллятор обеспечивает быстрое и легкое возбуждение и устойчивое горение дуги. Применяют газоэлектрические горелки типов ГРАД–200 и ГРАД–400, отличающиеся легкостью.

Горелка ГРАД–200 массой 0,2 кг допускает сварочные токи до 200 А, а горелка ГРАД–400 массой 0,4 кг – до 400 А.

Применяются установки УДАР–300 и УДАР–500 (номинальный сварочный ток 300 и 500 А). Взамен этих установок выпускаются установки типов УДГ–301 и УДГ–501. Установки типов УДГ–301 и УДГ–501 применяют для сварки сплавов легких металлов в аргоне. Такие установки имеют однофазный силовой трансформатор с неподвижным подмагничиваемым шунтом. Сердечник шунта с обмоткой, питаемой постоянным током, расположен перпендикулярно стержням трансформатора, на которых находятся секции первичной и вторичной обмоток. Два диапазона регулирования сварочного тока получают при параллельном соединении секций обмоток – большие токи и при их последовательном соединении – малые токи. В пределах каждого диапазона плавное регулирование тока осуществляют подмагничиванием шунта, изменяя ток, питающий его обмотку.

Полуавтоматическая сварка неплавящимся электродом производится шланговым полуавтоматом типа ПШВ–1, состоящим из сопла, вольфрамового электрода, корпуса, сварочной проволоки рукоятки, механизма подачи сварочной проволоки. ПШВ–1 предназначен для сварки металлов толщиной 0,5–5 мм. Полуавтомат снабжен электродвигателем, который через редуктор и гибкий вал, проходящий по шлангу, приводит во вращение ролики, расположенные на газоэлектрической горелке. Ролики протягивают по шлангу присадочную проволоку и подают ее в зону дуги. Скорость подачи проволоки диаметром 1–2 мм устанавливается в пределах 5–60 м/ч.

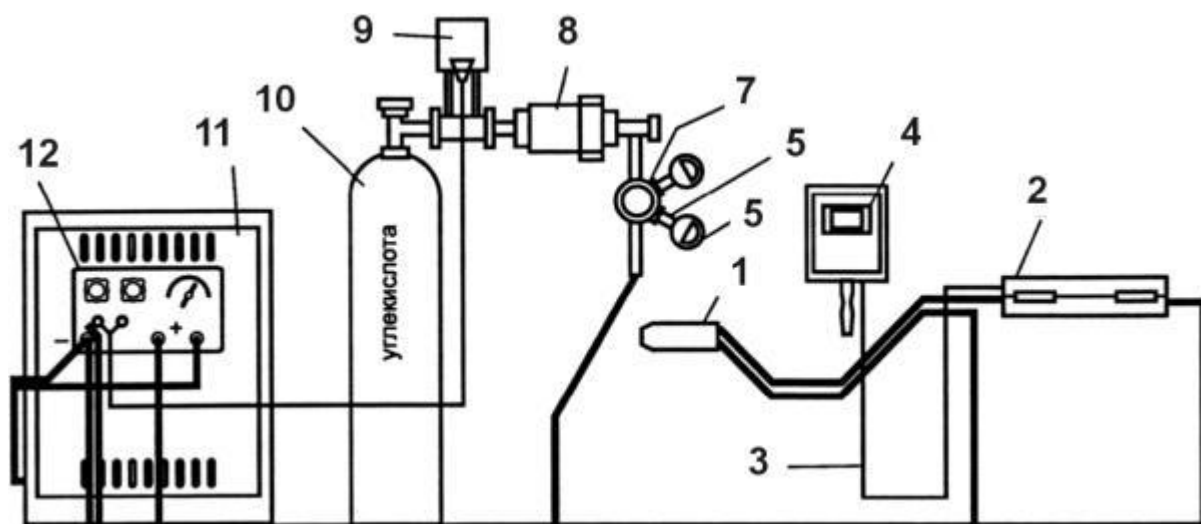


Рис. 4.21. Схема поста полуавтоматической сварки тонкой электродной проволокой в углекислом газе: 1 – держатель; 2 – подающий механизм; 3 – кнопка включения; 4 – защитный щиток; 5 – манометр на 6 атмосфер; 6 – переходной штуцер для установки манометра; 7 – редуктор кислородный с манометром высокого давления; 8 – осушитель газа; 9 – подогреватель газа; 10 – баллон с углекислым газом; 11 – сварочный выпрямитель; 12 – пульт управления

Сварку осуществляют постоянным или переменным током с включением в сварочную цепь осциллятора. Полуавтомат позволяет выполнять сварку во всех пространственных положениях шва. Полуавтоматическая сварка плавящимся электродом производится с помощью полуавтоматов типов ПШПА–6, ПШПА–7 и ПШПА–9. Первые два типа предназначены для сварки электродной проволокой диаметром 1,6–2,5 мм при сварочном токе до 300 А, а последний тип – для сварки малых толщин проволокой диаметром 0,5–1,2 мм при сварочных токах до 180 А.

Комплект полуавтомата состоит из переносного пульта управления, механизма подачи электродной проволоки с кассетой и газозащитной горелки в виде пистолета. Электродная проволока вытягивается из кассеты по шлангу роликами, расположенными в пистолете. Ролики вращаются электродвигателем через редуктор с помощью гибкого привода. *Пистолет полуавтомата ПШПА–7* предназначен для сварки многослойных швов

деталей из алюминия, магния и их сплавов с толщиной кромки до 100–150 мм. Для предохранения от нагрева пистолет имеет водяное охлаждение. Пистолет состоит из сопла, механизма подачи проволоки, шланга для подачи проволоки, шланга для подвода аргона, проводов управления, рукоятки.

Для сварки в монтажных условиях рекомендуется *ранцевый полуавтомат типа ПДГ–304*, имеющий ремни для крепления на спине сварщика. Источником питания служит выпрямитель типа ВДГ–301. Сварочный ток – 315 А, диаметр сварочной проволоки 0,8–2,0 мм, скорость подачи проволоки 0,05–0,2 м/с. Масса механизма полуавтомата ПДГ–304–7 кг. Автоматическая сварка может производиться неплавящимся и плавящимся электродами.

Автомат типа УДПГ–300 служит для сварки в защитном газе. В его комплект входят: сварочная головка, механизм подачи проволоки, электродная проволока, кассета с электродной проволокой, кнопка управления, электродвигатель механизма подачи.

Применяются специализированные *сварочные тракторы типа АДСП–2* для сварки черных и цветных металлов толщиной 0,8 мм и более.

Автоматы типа АТВ предназначены для сварки труб различного диаметра неплавящимся вольфрамовым электродом и присадочной проволокой диаметром 1,6–2,0 мм.

Сварка в углекислом газе производится полуавтоматическими и автоматическими аппаратами. Полуавтоматическая установка состоит из сварочного преобразователя постоянного тока, газоэлектрической горелки, механизма подачи электродной проволоки, аппаратного шкафа, баллона с углекислым газом, осушителя, подогревателя, редуктора и расходомера. Применяют сварочные преобразователи типов ПСГ–350 или ПСГ–500–2.

Газоэлектрические горелки служат для подвода газа и подачи электродной проволоки в зону дуги и для подвода сварочного тока к электродной проволоке. Они выпускаются различных типов для малых

сварочных токов (до 300 А) и для сварки на больших токах (до 1000 А). Последние снабжены водяным охлаждением.

Механизм подачи электродной проволоки используется от полуавтоматов типов ПШПА–6, ПШПА–7. Подача электродной проволоки производится с постоянной скоростью независимо от напряжения дуги.

Аппаратный шкаф содержит электрооборудование, необходимое для подвода сварочного тока и тока цепей управления к соответствующей аппаратуре установки.

Осушитель газа типа РОК–1, начиненный обезвоженным медным купоросом, применяют для удаления влаги из углекислого газа.

Подогреватель с электронагревательным элементом служит для подогрева углекислоты. Это необходимо для предупреждения замерзания редуктора, которое может произойти от понижения температуры газа при редуцировании.

Очень широкое применение получил *полуавтомат типа А–547УМ (ПДГ–309)*, предназначенный для сварки листового материала толщиной до 3 мм во всех пространственных положениях электродной проволокой диаметром 0,8–1,2 мм с постоянным током обратной полярности. Источниками питания дуги являются выпрямители типа ВС–300Б или ВДГ–301. Сварочный ток устанавливается в пределах 60–300 А. Механизм подачи электродной проволоки вмонтирован в чемоданчик и состоит из электродвигателя постоянного тока, роликов и катушки с проволокой. Реостат, включенный в обмотку двигателя, позволяет плавно изменять скорость вращения электродвигателя и тем самым изменять скорость подачи электродной проволоки в пределах 100–340 м/ч. Электродная проволока применяется марок Св–12ГС, Св–08ГС и Св–08Г2С.

Для автоматической сварки применяют специальные сварочные аппараты типов АДПГ–500, АСУ–6 или сварочные тракторы типов АДС–1000–2, ТС–17М, переоборудованные для сварки в углекислом газе.

Аргонодуговая сварка

Во время аргодуговой сварки постоянным током неплавящимся электродом используют прямую полярность. Дуга горит устойчиво, обеспечивая хорошее формирование шва. При обратной полярности устойчивость процесса снижается, вольфрамовый электрод перегревается, что приводит к необходимости значительно уменьшить сварочный ток. Вследствие этого производительность процесса снижается.

Во время автоматической и полуавтоматической сварок плавящимся электродом применяется постоянный ток обратной полярности, при котором обеспечивается высокая производительность процесса. Кроме того, при сварке алюминия, магния и их сплавов происходит мощная бомбардировка поверхности сварочной ванны положительными ионами, что наряду с процессом катодного распыления приводит к разрушению пленки оксидов алюминия и магния, облегчая процесс качественной сварки без применения флюсов.

При сварке переменным током неплавящимся электродом необходимо, чтобы источник тока имел более высокое напряжение холостого хода, что обеспечивает устойчивое горение дуги и стабилизирует процесс сварки. Однако в связи с ограничением напряжения по условиям безопасности применяют ток допустимого напряжения, на который накладывается ток высокой частоты, включая в сварочную цепь осциллятор.

При сварке переменным током происходит частичное выпрямление тока вследствие различной электронной эмиссии вольфрамового электрода и свариваемого изделия.

В периоды, когда вольфрамовый электрод является катодом, электронная эмиссия имеет большую интенсивность, проводимость дугового промежутка повышается, а напряжение на дуге понижается. Вследствие этого сварочный ток увеличивается.

В периоды, когда катодом является изделие, электронная эмиссия менее интенсивна, в результате чего сварочный ток уменьшается. Ввиду этого появляется некоторая составляющая постоянного тока, что приводит к

уменьшению тепловой мощности дуги и значительно затрудняет разрушение оксидной пленки при сварке алюминиевых и магниевых сплавов и тем самым способствует образованию поверхностных и внутренних дефектов. Поэтому при сварке переменным током принимают меры по устранению или снижению составляющей постоянного тока.

Для этой цели в сварочную цепь включают последовательно конденсаторную батарею 100 мкФ на 1 А сварочного тока или аккумуляторную батарею (положительный полюс батареи присоединяют к электроду). Применяется также последовательное включение в сварочную цепь активного сопротивления, но эта мера снижает устойчивость горения дуги, и поэтому при такой схеме сварочной цепи приходится использовать источники питания дуги с повышенным напряжением холостого хода до 120 В.

При ручной сварке неплавящимся электродом возбуждение дуги производят на угольной или графитовой пластинке и некоторое время разогревают электрод, а затем быстро переносят дугу в начало разделки кромок. При сварке переменным током возбуждение дуги осуществляют с помощью осциллятора без короткого замыкания электрода на изделие. При полуавтоматической и автоматической сварке возбуждение дуги производят путем касания электродной проволокой вводной планки, которую устанавливают для предупреждения дефекта в начале свариваемого шва.

Аргонодуговой сваркой можно выполнять швы стыковых, тавровых и угловых соединений.

При толщине листов до 2,5 мм сварку рекомендуется производить с отбортовкой кромок.

При малом зазоре порядка 0,1–0,5 мм можно сваривать тонколистовой материал толщиной 0,4–4 мм без отбортовки и разделки кромок. Чем меньше толщина свариваемых встык листов, тем меньше допустимый зазор. Листы толщиной 4–12 мм сваривают с V-образной разделкой кромок при угле разделки 50–70°. Допустимый зазор в стыке составляет не более 1,0 мм.

Расход аргона должен обеспечить надежную защиту электрода и металла сварочной ванны от воздействия воздуха. Следует учитывать конфигурацию свариваемого изделия, чтобы при экономном расходовании газа создать хорошую защиту шва.

Рекомендуются следующие соотношения:

Диаметр вольфрамового электрода, мм			
1,5–2,0	2,5–3	3,5–4	4,5–6
Диаметр выходного отверстия сопла, мм			
5–7	7–9	9–12	12–14
Расход аргона, л/мин			
2–3	4–5	6–8	10–18

Перед началом сварки следует продуть шланг и горелку небольшой порцией аргона. Возбуждение дуги следует производить спустя 3–4 с после подачи аргона в горелку. Струя аргона должна защищать не только сварочную ванну, но и обратную сторону шва. Если доступ к обратной стороне шва затруднен, то применяют подкладки или флюсовую подушку.

Ручную сварку листов малой толщины производят левым способом, при котором горелка перемещается по шву справа налево. Листы большой толщины (более 12 мм) сваривают правым способом, т. е. горелку ведут слева направо. Ось мундштука горелки при сварке тонких листов (толщиной до 4 мм) должна составлять с поверхностью свариваемых листов $75\text{--}80^\circ$. Присадочный пруток вводится в зону дуги под углом $10\text{--}15^\circ$ к поверхности свариваемых листов, т. е. почти перпендикулярно оси мундштука горелки. При сварке листов большей толщины ось мундштука горелки располагают почти перпендикулярно к поверхности свариваемых листов.

Длина дуги при аргонодуговой сварке небольшая и составляет 1,5–2,5 мм при длине выступающего вольфрамового электрода в пределах 6–12 мм. Дугу следует гасить постепенно, увеличивая дуговой промежуток. Подачу аргона в зону дуги следует прекратить лишь спустя 10–15 с после гашения

дуги, чтобы защитить металл шва от воздействия воздуха до его затвердевания.

Автоматическая и полуавтоматическая сварка плавящимся электродом производится при постоянной скорости подачи электродной проволоки независимо от напряжения дуги. Постоянство длины дуги поддерживается автоматическим саморегулированием. Применяется электродная проволока диаметром 0,5–2,0 мм. Листы толщиной до 5 мм соединяют стыковой сваркой без разделки кромок, а при толщине листов более 5 мм производят V-образную разделку шва с углом разделки 30–50°.

Сварочный ток влияет на характер переноса металла в шов. С увеличением тока капельный перенос металла электрода сменяется струйным и глубина проплавления увеличивается. Критическим называют значение тока, при котором металл электрода начинает стекать в сварочную ванну в виде тонкой струи. Практика показала, что при сварке алюминиевых сплавов критический ток составляет 70 А на 1 мм² сечения электродной проволоки, при сварке сталей – 60–120 А на 1 мм² сечения проволоки.

Подготовка поверхностей под сварку включает обезжиривание растворителями, бензином авиационным или ацетоном техническим, а затем удаление оксидной пленки механической зачисткой или химическим способом. Обработку рекомендуется выполнять не более чем за 2–4 ч до сварки. Механическую зачистку производят металлическими щетками из проволок диаметром до 5 мм.

Химический способ включает травление в течение 0,5–1,0 мин раствором, состоящим из 45–55 г едкого натра технического и 40–50 г фтористого натрия технического на 1 л воды, промывку проточной водой, нейтрализацию в 25–30 %-м водном растворе азотной кислоты в течение 1–2 мин, промывку в проточной воде, затем в горячей воде, сушку до полного испарения влаги.

Сварка в углекислом газе

Преимущество сварки в углекислом газе перед сваркой под флюсом состоит в том, что сварщик может наблюдать за ходом горения дуги, не закрытой флюсом. При ее производстве не нужны приспособления для подачи и отсоса флюса, которые усложняют сварочное оборудование. Отпадает необходимость в последующей очистке швов от шлака и остатков флюса, что особенно важно при многослойной сварке.

Сварку в углекислом газе производят почти во всех пространственных положениях. Она осуществляется при питании дуги постоянным током обратной полярности. Во время сварки постоянным током прямой полярности снижается стабильность горения дуги, ухудшается формирование шва, происходит увеличение потери электродного металла на угар и разбрызгивание. Однако коэффициент наплавки в 1,6–1,8 раза выше, чем при обратной полярности. Это качество используют при наплавочных работах. Сварку можно производить и на переменном токе при включении в сварочную цепь осциллятора.

В качестве источников питания дуги постоянным током используют сварочные выпрямители с жесткой внешней или универсальной характеристиками.

В углекислом газе успешно сваривают листовую материал из углеродистых и низколегированных сталей. Листы толщиной 0,6–1,0 мм сваривают с отбортовкой кромок. Допускается также сварка без отбортовки, но с зазором между кромками не более 0,3–0,5 мм. Листы толщиной 1,0–8,0 мм сваривают без разделки кромок, при этом зазор между свариваемыми кромками должен быть не более 1 мм. Листы толщиной 8–12 мм сваривают V-образным швом, а при больших толщинах – X-образным швом. Перед сваркой кромки изделия должны быть тщательно очищены от грязи, краски, окислов и окалины.

Наилучшие результаты дает сварка при больших плотностях тока, обеспечивающих более устойчивое горение дуги, высокую производительность процесса и снижение потерь металла на разбрызгивание.

Для этого при сварке в углекислом газе применяют электродную проволоку диаметром 0,5–2,0 мм и выполняют сварку при плотности тока не менее 80 А/мм².

Сварочная проволока применяется из низкоуглеродистой стали с повышенным содержанием кремния и марганца марок Св–08ГС, Св–08Г2С. Поверхность проволоки должна быть чистой от смазки, антикоррозионных покрытий, ржавчины и загрязнений, нарушающих устойчивость режима сварки. Режим сварки выбирается в зависимости от толщины свариваемых кромок.

Сварочный ток и скорость сварки в значительной степени зависят от размеров разделки свариваемого шва, т. е. от количества наплавляемого металла. Напряжение устанавливается таким, чтобы получить устойчивый процесс сварки при возможно короткой дуге (1,5–4,0 мм). При большей длине дуги процесс сварки неустойчивый, увеличивается разбрызгивание металла, возрастает возможность окисления и азотирования наплавляемого металла.

Скорость подачи электродной проволоки зависит от сварочного тока и напряжения, чтобы процесс протекал устойчиво при вполне удовлетворительном формировании шва и незначительном разбрызгивании металла. Расход углекислого газа устанавливается так, чтобы обеспечить полную защиту металла шва от воздействия атмосферного воздуха. При сварке толстых изделий сварочными токами 500–1000 А расход газа достигает 15–20 л/мин. Расстояние от торца мундштука горелки до сварного соединения должно быть при сварочных токах до 150 А в пределах 7–15 мм, а при токах до 500 А – в пределах 15–25 мм.

Полуавтоматическую сварку можно вести углом вперед, перемещая горелку справа налево, и углом назад, перемещая горелку слева направо. При сварке углом вперед глубина проплавления меньше, наплавляемый валик получается широкий. Такой метод применяют при сварке тонкостенных изделий и при сварке сталей, склонных к образованию закалочных структур.

При сварке углом назад глубина проплавления больше, а ширина валика несколько уменьшается. Угол наклона горелки относительно вертикальной оси составляет 5–15°. Перед началом сварки следует отрегулировать расход углекислого газа и только спустя 30–40 с возбудить дугу и приступить к сварке. Это необходимо, чтобы газ вытеснил воздух из шлангов и каналов сварочной горелки. Вылет электродной проволоки устанавливается в пределах 8–15 мм при диаметре проволоки 0,5–1,2 мм и 15–35 мм – при диаметре проволоки 1,2–3 мм. В процессе сварки электроду сообщается такое движение, чтобы получилось хорошее заполнение металлом разделки свариваемых кромок и удовлетворительное формирование наплавляемого валика. Эти движения аналогичны движениям электрода при ручной дуговой сварке качественными электродами.

Для снижения опасности образования трещин рекомендуется первый слой сваривать при малом сварочном токе. Заканчивать шов следует заполнением кратера металлом. Затем прекращается подача электродной проволоки и выключается ток. Подача газа на заваренный кратер продолжается до полного затвердевания металла.

При сварке в углекислом газе следует помнить об отравляющих действиях оксида углерода CO, выделяющегося при сварке. Поэтому при сварке в резервуарах и закрытых помещениях необходимо обеспечить хорошую вентиляцию.

Требования охраны труда при выполнении ручной дуговой сварки

При выполнении ручной дуговой сварки должны соблюдаться следующие требования:

1) ручная дуговая сварка производится на стационарных постах, оборудованных вытяжной вентиляцией. При невозможности выполнения сварочных работ на стационарных постах, обусловленной габаритами и конструктивными особенностями свариваемых изделий, для удаления пыли и газообразных компонентов аэрозоля от сварочной дуги применяются местные отсосы и/или средства индивидуальной защиты органов дыхания;

2) кабели (провода) электросварочных машин располагаются на расстоянии не менее 0,5 м от трубопроводов кислорода и не менее 1 м от трубопроводов ацетилена и других горючих газов;

3) электросварочные трансформаторы или другие сварочные агрегаты включаются в сеть посредством рубильников или пусковых устройств.

При ручной дуговой сварке запрещается:

1) подключать к одному рубильнику более одного сварочного трансформатора или другого потребителя тока;

2) производить ремонт электросварочных установок, находящихся под напряжением;

3) сваривать свежеокрашенные конструкции, аппараты и коммуникации, а также конструкции, аппараты и коммуникации, находящиеся под давлением, электрическим напряжением, заполненные горючими, токсичными материалами, жидкостями, газами, парами;

4) производить сварку и резку емкостей из-под горючих и легковоспламеняющихся жидкостей, а также горючих и взрывоопасных газов (цистерн, баков, бочек, резервуаров) без предварительной очистки, пропаривания этих емкостей и удаления газов вентилированием;

5) использовать провода сети заземления, трубы санитарно-технических сетей (водопровод, газопровод, вентиляция), металлические конструкции зданий и технологическое оборудование в качестве обратного провода электросварки;

6) применять средства индивидуальной защиты из синтетических материалов, которые не обладают защитными свойствами, разрушаются от воздействия сварочной дуги и могут возгораться от искр и брызг расплавленного металла, спекаться при соприкосновении с нагретыми поверхностями;

7) при перерывах в работе и по окончании работы оставлять на рабочем месте электросварочный инструмент, находящийся под электрическим напряжением.

4.4. Частично механизированная сварка (наплавка) плавлением средней сложности и сложных конструкций из различных материалов

Ручной вариант сварки – это работа, подразумевающая участие человека на всех этапах процесса. Он самостоятельно погружает необходимую конструкцию или деталь, производит плавление, сменяет электроды. Участие каких-то программ не подразумевается. В автоматическом варианте же деятельность сварщика отсутствует по определению. Его роль заключается лишь в расположении объекта на крепежах. То есть, это может выполнить и непрофессионал.

Полуавтоматический режим совмещает две эти функции. Погрузка и размещение осуществляется самостоятельно, так же как и движение сварочным аппаратом. Но подача электродов уже становится автоматической. Это легче, ведь не нужно переживать за корректность размещения проволоки, следить за настройками. Определять уровень газа, подачу электроэнергии.

Особенности технологии частично механизированной сварки наплавки:

- В первую очередь происходит обработка рабочей поверхности. Необходимо устранить возможные дефекты, возникшие при прокате металла. Это не самая редкая ситуация, брак поступает часто. Поэтому лучше перестраховаться. Для исправления деформации возможно применить плавление.

- Наносится разметка на сталь. Определяются участки, где будет проходить резка, выбирается режим работы.

- Резка объекта. После нее нужно в обязательном порядке зачистить кромки. Дуговая сварка предполагает ровную поверхность. Соответственно, кромки подрезаются, если дефекты слишком сильные. А дальше для выравнивания обрабатываются абразивом. Нужен инструмент высокой твердости, иначе металл он просто не возьмет.

- Следующим этапом нужно выбрать конкретный режим. Для этого определяется сила и полярность тока, на котором будет работать оборудование. Важно учесть температуру в окружающей среде. В помещении это сделать просто. Она кардинальным образом изменяться не будет. А вот на свежем воздухе есть нюансы. Резкое похолодание – это редкость. А вот неожиданно вышедшее солнце из-за туч прямыми лучами способно повысить температуру на десять и выше градусов.

- Выбираем число подходов, сразу строго фиксируем эту цифру и следуем ей. А также определяем пространственное положение шва.

- Теперь необходимо заземлить деталь, которую будем плавить.

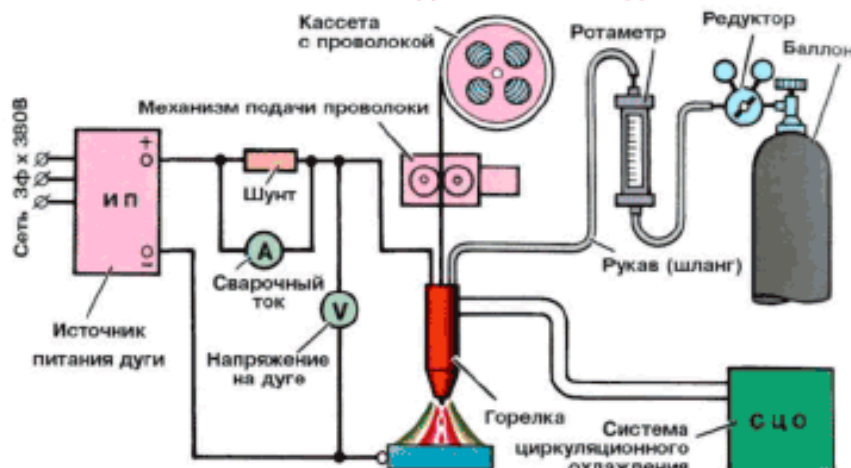
- Только после этого подключаем электрический ток. Аппарат при соприкосновении с объектом начнет пропускать электричество. А значит, и кромка детали, и сам электрод ввиду сильного термического фактора будут плавиться. В итоге, обе масса смешиваются в единое целое. После плавления шлак начинает стремиться вверх, выступая наружу, создавая защитную пленку.

Также выполнение частично механизированной наплавки может происходить одним из двух способов. Левый вариант – это процесс, при котором сварочный аппарат передвигается слева направо, соответственно. Пруток же двигается параллельно перед горелкой. Двигать лучше всего под прямым углом ко шву, некоторыми зигзагами.

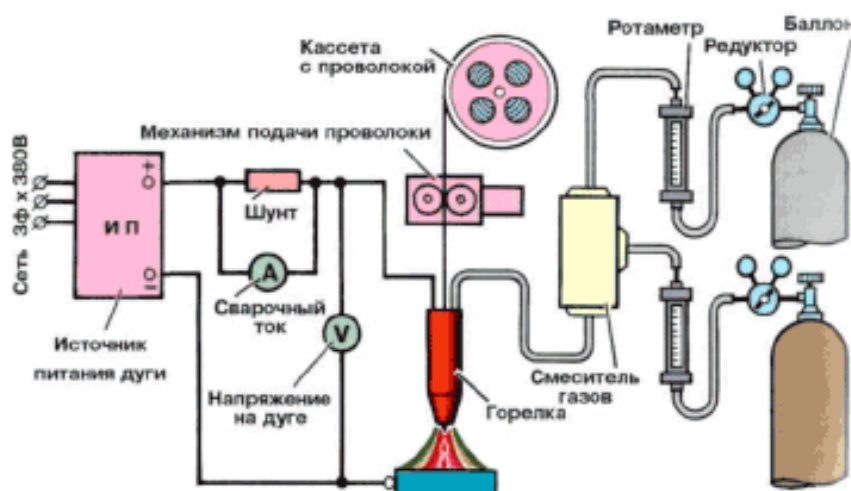
Второй вариант – правый. Перемещение оборудование происходит в обратную сторону. Пламя направляется на ванну с металлическим шлаком. В итоге по времени этот способ изрядно проигрывает. Ведь остывание шва становится куда более длительным процессом, он постоянно заново подогревается. Но фактически, это более качественный вариант. Он обуславливается более прочным соединением. Да и расход газа существенно сокращается. Так что можно говорить и о какой-то экономии.

Оборудование для полуавтоматической сварки

СХЕМА ОБОРУДОВАНИЯ С СИСТЕМОЙ ВОДЯНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ



СО СМЕСИТЕЛЕМ ГАЗОВ



В комплект оборудования для частично механизированной сварки входят источник питания сварочной дуги, подающий механизм, газовое оборудование, горелка. Для повышения производительности и избежания перегрева горелки при серийном производстве могут использоваться системы охлаждения.

Узел подачи энергии может строиться на двух различных принципах. Первый – это трансформаторный. Это уже зарекомендованный стандарт, который сейчас становится морально устаревшим. Но, плюсы очевидны, трансформатор легко заменить или починить, если он выйдет из строя. То есть, преимуществом выступает примитивность.

Второй вариант – инертный преобразователь. Более прогрессивная модель, которая сейчас ставится почти на каждое оборудование для полуавтоматической сварки на рынке. Электрическая дуга в этом методе становится значительно более стабильной. Горение поддерживается постоянно, даже если питание начинает проседать. Таким образом, уменьшается возможность внешних факторов повлиять на качество работы. Кроме того, КПД тоже возрастает. При наименьших затратах энергии выдается стабильный поток, способный полностью обеспечить нужды сварщика. Ну и последним, но не менее важным плюсом можно назвать компактность. Оборудование с инертным блоком занимает куда меньше места, проще транспортируется и храниться.

Подключать же аппаратуру нужно к источнику с разным напряжением. Все зависит от параметров устройства. Если разбирать режимы частично механизированной наплавки, нельзя обойти своим вниманием такой вид, как сварка в среде защитных газов. Главный критерий – универсальность. Соединения практически любых металлов легко формируются этим методом. Да и процесс можно осуществлять не только в заводском помещении со специально выверенной температурой и газовой средой, но и на свежем воздухе.

Оборудование для частично механизированного способа сварки:

- Горелка. Присутствует во всех типах оборудования. В том числе среди ручного или полностью автоматического.
- Кабель и шланг. С помощью этих проводников для работы поступает электрический ток, газ и новые электроды, которые необходимо плавить.
- Управляющий блок. Зачастую содержит несколько индикаторов, сигнализирующих о состоянии аппарата, наличии подключения к источникам. А также запас расходных элементов. Если случится повреждение или перегрузка, индикаторы сообщают об этом.

- Блок питания. В тех вариантах, когда нет подключения напрямую к сети.
- Резервуар с газом. Его габариты могут отличаться в различном диапазоне.

Иногда стандартный комплект оборудования снабжается некоторыми новыми частями. Ограничительные экраны, специальные вытяжки для работы в помещении, стойки для расположения «рукава». А также специальные подвижные платформы или просто тележки без бортов, чтобы перемещать баллон с газом.

Источники питания сварочной дуги

Для сварки в среде защитных газов изготавливают источники питания с жесткими внешними вольт-амперными характеристиками. Сварка производится на источниках постоянного тока — сварочные выпрямители, преобразователи, инверторы или специальные установки, содержащие в себе источник питания и подающий механизм, а также блок управления. Источники питания переменного тока практически не используются.

Многопостовые источники питания

Для организации работы в цехах на производстве со стационарными сварочными постами целесообразно использовать многопостовые источники питания. Для этих целей можно использовать преобразователи и выпрямители. Существует две схемы организации многопостовой сварки.



Рис. 4.22. Организация многопостовой сварки

Первая схема используется, когда сварка производится одинаковыми режимами на каждом poste с частыми замыканиями сварочной цепи (возбуждение дуги). При такой схеме в цепь каждого сварочного поста включают дроссель, который способствует снижению влияния постов друг на друга при одновременной работе.

Вторая схема может быть использована для регулирования режимов сварки индивидуально на каждом poste с минимальным влиянием постов друг на друга. В таком случае напряжение холостого хода многопостового источника питания устанавливают на максимум, а снижение силы тока (регулирование) выполняется с помощью балластного реостата на каждом poste.

Механизмы подачи проволоки

Механизмы подачи проволоки используются для стабильной подачи проволоки и регулирования скорости подачи в сварочную горелку. Обычно подающий механизм состоит из электродвигателя, редуктора, тормозящего устройства, подающих и прижимных роликов, а также кассеты с проволокой. Существуют различные варианты исполнения подающих механизмов — закрытого и открытого типа.



В зависимости от числа роликов различают двухроликовые и четырехроликовые подающие механизмы. Последние более надежные и рекомендуется использовать для проволоки большего сечения или при сварке порошковой проволокой.

Для увеличения радиуса проведения сварочных работ и обеспечения стабильной подачи сварочной проволоки могут применяться промежуточные механизмы подачи. Это позволяет увеличить зону проведения сварочных работ от 10 до 20 метров. Промежуточные механизмы синхронизируются с основным что позволяет значительно удалиться от источника питания или полуавтомата и газового оборудования.

Сварочные полуавтоматы

Сварочные полуавтоматы — специальные установки для механизированной сварки в среде защитных газов содержащие в себе источник питания, подающий механизм, горелку и блок управления процессом. Дополнительно полуавтомат может иметь дистанционный пульт управления, включать схемы позволяющие выполнять сварку в импульсно-дуговом режиме и т.д. Сегодня чаще используется схема сварки от сварочного полуавтомата, чем источник питания + подающий механизм.

Сварочная горелка

Выполняет несколько функций, среди которых: направление проволоки в зону сварки, подвод тока к сварочной проволоке, подача защитного газа, управление процессом при помощи кнопки управления. Все это возможно благодаря использованию специального шланга внутри которого находится сразу несколько элементов — сварочные кабеля, управляющие провода, спиралеобразный канал для направления проволоки, трубка для подачи газа, а иногда и для подачи воды.



Основные отрасли, где метод применяется особо широко, это:

- Соединение магистралей. Все пути, которыми подается газ, вода и так далее. Зачастую центральные линии сплошь состоят из металла.

- Резервуары для содержания потенциально опасных жидкостей.

- Практически все основные несущие конструкции из металла в сфере строительства жилых домов. Как многоэтажных, так и частных. Сюда же относится и железобетон.

- Мосты, ворота, ограждения, элементы заборов.

- Корпусные части крупных судов.

- Все части металлических изделий.

Плавление – это лучший способ ремонта габаритных металлических изделий. Он часто применяется для восстановления различного транспорта.

Преимущества:

- Скорость исполнения.

- Возможность без проблем соединять тонкие конструкции и детали.

- Применяется в универсальных положениях, вертикально или горизонтально, без разницы.

- Снижения риска деформирования объекта.

- Выше КПД по сравнению с ручной.

- Подходит для новичков.

Недостатки:

- Значительно возрастает риск пробития газовой защиты при работе на свежем воздухе.

- На максимальной мощности аппарат использовать не рекомендуется. Или постоянно охлаждать, он весьма быстро нагревается.

4.5. Газовая сварка (наплавка) средней сложности и сложных конструкций из различных материалов

4.5.1. Сущность способа

Газовой называется сварка плавлением, при которой происходит нагрев кромок соединяемых частей и присадочного материала за счет теплоты сгорания горючих газов в кислороде (рис. 4.23).

Горючий газ из баллона или специального газового генератора поступает в сварочную горелку. Из баллона в горелку поступает кислород. В горелке они смешиваются в определенном соотношении и на выходе из сопла поджигаются. Пламя расплавляет кромки свариваемого изделия, присадочный пруток, а также выполняет функции защиты расплавленного металла от атмосферы. Регулировка расхода кислорода и горючего газа осуществляется соответствующими вентилями.

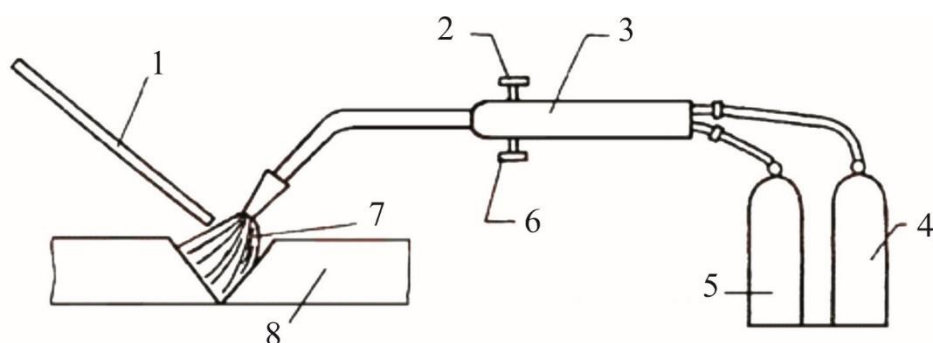


Рис. 4.23. Схема процесса газовой сварки: 1 – присадочный пруток; 2 – вентиль для кислорода; 3 – сварочная горелка; 4 – баллон с кислородом; 5 – баллон с горючим газом; 6 – вентиль для горючего газа; 7 – пламя; 8 – свариваемое изделие

4.5.2. Сварочное оборудование

Для газовой сварки применяется следующее оборудование:

- ацетиленовый генератор или баллон с ацетиленом;
- кислородный баллон с редукторами;

- сварочная горелка с набором наконечников.

Ацетиленовый генератор предназначен для разложения карбида кальция водой в целях получения газообразного ацетилена (рисунок 4.24).

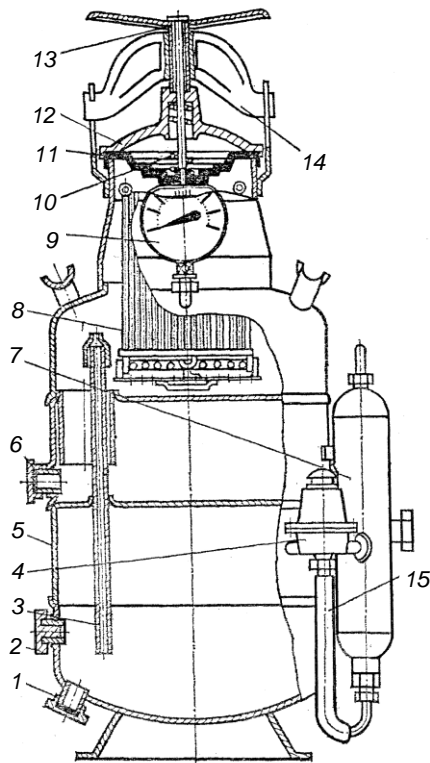


Рис. 4.24. Устройство генератора АСП-1,25-6

Генератор представляет собой вертикальный цилиндрический сосуд.

Корпус 5 состоит из трех частей:

- газообразовательной, в которой образуется ацетилен за счет взаимодействия кальция с водой;
- вытеснительной;
- промывательной.

Вода заливается через горловину. При достижении уровня переливной трубки 3 вода по трубке переливается в промыватель, который заполняется до уровня контрольной пробки 2.

Карбид кальция загружают в корзину 8. Уплотнение между крышкой 12 горловиной обеспечивается мембраной 11 усилием, создаваемым винтом 13 через траверсу 14.

Ацетилен, образующийся в газообразователе, по трубке 3 поступает в промыватель, барботируя через слои воды, охлаждается и промывается. Из промывателя ацетилен через вентиль предохранительного клапана 4 по шлангу 15 поступает в предохранительный затвор 7 и далее к горелке или резаку. По мере повышения давления в газообразователе пружина 10 сжимается, в результате чего корзина перемещается вверх, а вода вытесняется в вытеснитель. В результате уровень замочки карбида уменьшается, выработка ацетилена ограничивается и повышение давления прекращается. Давление ацетилена контролирует манометр 9. Из газообразователя и иловую воду из промывателя сливают через штуцеры 6 и 1.

Согласно ГОСТ 30829-2002 ацетиленовые генераторы классифицируются:

- 1) по производительности – 1,25; 3; 5; 10; 20; 40; 80; 160; 320; 640 м³/ч;
- 2) способу применения – передвижные и стационарные;
- 3) давлению вырабатываемого ацетилена – низкого давления (до 0,02 МПа), среднего давления (от 0,02 до 0,15 МПа);
- 4) способу взаимодействия карбида кальция с водой – ВК (вода на карбид) и КВ (карбид на воду).

К ацетиленовым генераторам предъявляются следующие требования:

- температура окружающей среды для передвижных генераторов от –25 до +40 °С, а для стационарных от +5 до +35 °С;
- в генераторе не должно быть деталей и арматуры из сплавов, содержащих более 70 % меди;
- в генераторе должен быть затвор и предохранительный клапан;
- использовать размеры карбида кальция, указанные в паспорте;

- генератор должен находиться от кислородного баллона на расстоянии 10 м, а от других источников тепла не менее 5 м.

Баллоны предназначены для хранения и транспортировки сжатых, сжиженных и растворенных газов, находящихся под давлением. К вентилям баллонов крепятся газовые редукторы, которые предназначены для снижения давления газа, поступающего из баллона к горелке, и поддержания постоянства установленного давления во время работы. Газовые редукторы имеют обычно два манометра, один из которых измеряет давление газа на входе в редуктор, второй – на выходе из него. Редукторы для различных газов отличаются лишь устройством присоединительной части, которая соответствует устройству вентиля баллона и исключает ошибочную установку, например, ацетиленового редуктора на кислородный баллон. Корпус редуктора окрашивают в определенный цвет, например, голубой для кислорода, белый для ацетилена. К сварочной горелке кислород и ацетилен от редукторов подаются через специальные резиновые шланги.

Классификация газовых баллонов приведена в таблице 4.2.

Таблица 4.2. Классификация газовых баллонов

Газ	Состояние газа	Давление, МПа	Цвет окраса	Текст надписи	Цвет надписи	Материал вентиля	Температура плавления, °С
Ацетилен	Растворен в ацетоне	1,9	Белый	Ацетилен	Красный	Сталь	3100
Кислород	Сжат	15	Голубой	Кислород	Черный	Латунь	–
Водород	Сжат	15	Темно-зеленый	Водород	Красный	Латунь	2500
Аргон	Сжат	15	Серый	Аргон	Зеленый	Латунь	–
Азот	Сжат	15	Черный	Азот	Желтый	Латунь	–
Гелий	Сжат	15	Коричневый	Гелий	Белый	Латунь	–
Метан	Сжат	15	Красный	Метан	Белый	Латунь	2400
Пропан	Сжижен	1,6	Красный	Пропан	Белый	Латунь	2600
СО ₂	Сжижен	12,5	Черный	СО ₂ – свар.	Желтый	Сталь	–
Городской газ	Сжат	15	Красный	Городской газ	Белый	Латунь	2000

Сварочная горелка служит для смешивания горючего газа или паров горючей жидкости с кислородом и получения сварочного пламени. Сварочные горелки классифицируются по следующим признакам:

- способу подачи горючего газа и кислорода в смесительную камеру (инжекторные и безынжекторные);
- роду применяемого газа (ацетиленовые, для жидких горючих, водородные, пропановые);
- назначению (универсальные и специализированные);
- числу пламени (однопламенные и многопламенные);
- мощности пламени (микромощности с расходом ацетилена от 5 до 60 л/ч; малой мощности с расходом от 25 до 700 л/ч; средней мощности – от 50 до 2500 л/ч; большой мощности – от 2500 до 7000 л/ч);
- способу применения (ручные и машинные).

В инжекторных (рисунок 4.25) горелках поступление горючего газа (ацетилена) происходит за счет подсоса его струей кислорода, который, вытекая с большой скоростью из сопла инжектора, создает разрежение в каналах, по которым поступает ацетилен. Давление кислорода должно быть при этом равным 0,2 – 0,4 МПа, а давление ацетилена на входе в горелку может быть 0,001 – 0,002 МПа.

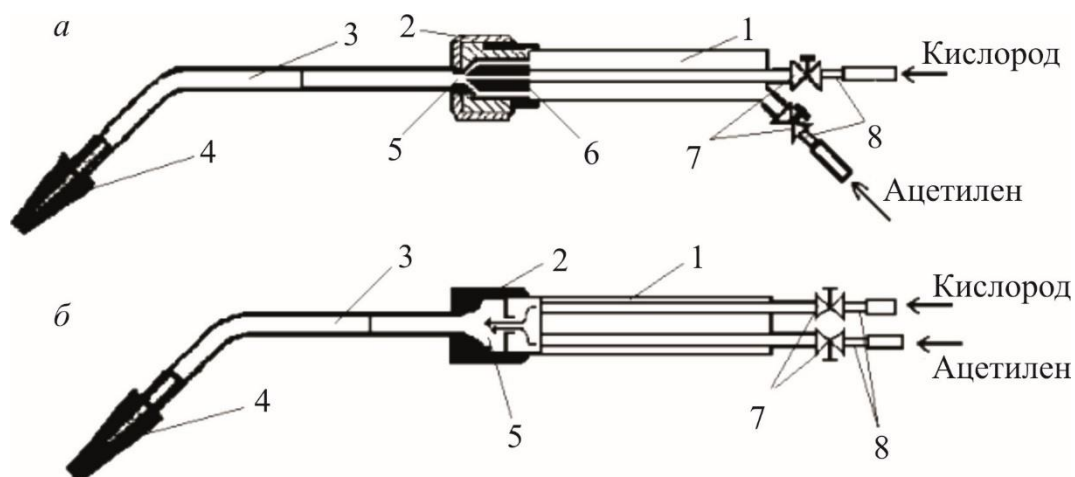


Рис. 4.25. Схемы ацетиленовых горелок: а – инжекторная; б – безынжекторная; 1 – ствол горелки; 2 – гайка; 3 – наконечник; 4 –

*мундштук; 5 – смесительная камера; 6 – инжектор; 7 – вентиль; 8 –
штуцер присоединительный*

Горелки этого типа имеют сменные наконечники с различными диаметрами выходных отверстий инжектора и мундштука, что позволяет регулировать в широких пределах мощность ацетиленокислородного пламени, поддерживая достаточно высокую скорость истечения газов из горелки. Инжекторные горелки имеют семь номеров сменных наконечников (таблица 4.3).

Таблица 4.3. Техническая характеристика инжекторных горелок

Номер наконечника	Толщина свариваемого металла, мм, (сталь малоуглеродистая)	Расход ацетилена q , м ³ /ч (л/ч)	Расход кислорода q , м ³ /ч (л/ч)	Давление кислорода, МПа	Давление ацетилена, МПа
1	0,5–1,5	50–125	55–135	0,1–0,4	Не ниже 0,001
2	1–2,5	120–240	130–260	0,15–0,4	
3	2,5–4	230–430	250–440	0,2–0,4	
4	4–7	400–700	430–750	0,2–0,4	
5	7–11	660–1100	740–1200	0,2–0,4	
6	10–18	1050–1750	1150–1950	0,2–0,4	
7	17–30	1700–2800	1900–3100	0,2–0,4	

Горелки большой мощности и многопламенные, работающие в тяжелых условиях, при высокой температуре, обычно делаются безынжекторными, в них оба газа – кислород и ацетилен – поступают под одинаковым давлением в пределах 0,01–0,15 МПа.

4.5.3. Сварочные материалы

В качестве горючих газов используют ацетилен, водород, природные газы, нефтяной газ, пары бензина, керосина и др. Наиболее высокую температуру по сравнению с пламенем других газов имеет ацетиленокислородное пламя, поэтому оно нашло наибольшее применение.

Кислород, используемый для сварочных работ, получают из воздуха методом глубокого охлаждения и поставляют к месту потребления в

стальных баллонах голубого цвета с черной надписью «Кислород». Водяная емкость баллона 40 литров и при давлении 15 МПа он вмещает 6 м³ газообразного кислорода.

В качестве горючих газов могут быть использованы ацетилен, водород, природный и нефтяной газы, пары бензина и керосина. Наибольшее применение получил ацетилен, так как он дает при горении в технически чистом кислороде самую высокую температуру пламени, достигающую 3150 °С. Ацетилен (C₂H₂) – бесцветный газ с характерным запахом, воспламеняется при 420 °С, становится взрывоопасным при сжатии свыше 0,15 МПа, а также при длительном соприкосновении с медью и серебром.

В качестве присадочного материала следует применять проволоку или прутки, близкие по химическому составу к металлу свариваемых изделий. Для сварки чугуна применяют специальные литые чугунные стержни; для наплавки износостойких покрытий – литые стержни из твердых сплавов. Для сварки цветных металлов и некоторых специальных сплавов используют флюсы, которые могут быть в виде порошков или паст; для сварки меди и её сплавов – кислые флюсы (буру, буру с борной кислотой); для сварки алюминиевых сплавов – бескислородные флюсы на основе фтористых или хлористых солей лития, калия, натрия и кальция. Роль флюса состоит в растворении оксидов и образовании шлаков, легко всплывающих на поверхность сварочной ванны, а также предохранении расплавленного металла от дальнейшего окисления в процессе сварки, покрывая его тонкой пленкой. Во флюсы можно вводить элементы, раскисляющие и легирующие наплавленный металл.

4.5.4. Техника и режимы сварки

В зависимости от соотношений объемов ацетилена и кислорода, подаваемых в горелку, изменяется состав пламени. Если на 1 объем ацетилена подается примерно 1–1,2 объема кислорода, то весь ацетилен полностью сгорает, и такое пламя называется нормальным. Пламя состоит из

трех зон: ядра пламени, восстановительной зоны и факела. Ядро ослепительно белого цвета, имеет форму конуса с закругленным концом. В ядре происходит постепенный нагрев до температуры воспламенения газовой смеси, поступающей из мундштука. Восстановительная зона имеет значительно более темный цвет, чем ядро, и наиболее высокую температуру на расстоянии 3–5 мм от края ядра. В факеле протекает горение ацетилена за счет атмосферного кислорода. Нормальное пламя используют для сварки малоуглеродистых, низколегированных и высоколегированных сталей, а также меди, магниевых сплавов, алюминия, цинка, свинца и др.

При увеличении содержания кислорода ($O_2/C_2H_2 > 1,2$) пламя приобретает голубоватый оттенок и имеет заостренную форму ядра. Такое пламя называется окислительным и может быть использовано только при сварке латуни. В этом случае избыточный кислород образует с цинком, содержащимся в латуни, тугоплавкие оксиды, пленка которых препятствует дальнейшему испарению цинка.

При увеличении содержания ацетилена ($O_2/C_2H_2 < 1$) пламя становится коптящим, удлиняется и имеет красноватый оттенок. Такое пламя называют науглероживающим и применяют для сварки высокоуглеродистых сталей, чугуна, цветных металлов и наплавки твердых сплавов, так как в этом случае компенсируется выгорание углерода и восстанавливаются оксиды цветных металлов.

Качественный сварной шов обеспечивается правильным подбором тепловой мощности сварочного пламени, видом пламени, способом сварки, углом наклона горелки, применением соответствующего присадочного материала и флюса.

При использовании газовой сварки для изготовления металлических изделий предпочтительным типом соединения является стыковое, нахлесточное и тавровое. Сварка сталей толщиной до 2 мм осуществляется без скоса кромок и без зазора между листами или с отбортовкой кромок без присадочного металла. При толщине листа 2–5 мм соединение встык

выполняют без скоса кромок, но с соответствующим зазором. Сталь толщиной более 5 мм сваривают только встык с применением одностороннего или двухстороннего скоса кромок. При толщине металла более 5 мм применяют правый способ сварки, при котором горелка движется впереди сварочной проволоки слева направо.

Пламя направлено на наплавленный металл, что способствует более качественному формированию шва, увеличивает производительность, уменьшает расход ацетилена, но при малых толщинах может привести к прожогу металла. При толщине металла до 5 мм применяют левый способ сварки, при котором горелка движется справа налево. Присадочный пруток находится слева от горелки и передвигается впереди пламени, направленного от наплавленного металла в сторону основного металла, на нагрев которого расходуется значительная часть тепла, в результате чего наплавленный металл быстро охлаждается.

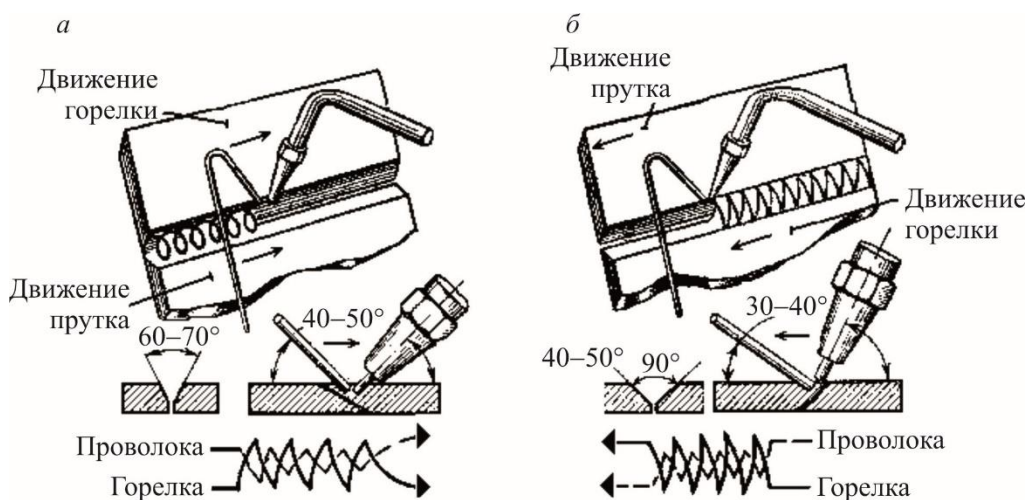


Рис. 4.26. Способы газовой сварки: а – правый; б – левый

Угол наклона горелки к свариваемой поверхности зависит от толщины металла. При её увеличении нужна большая концентрация тепла и соответственно большой угол наклона горелки (рисунок 4.27).

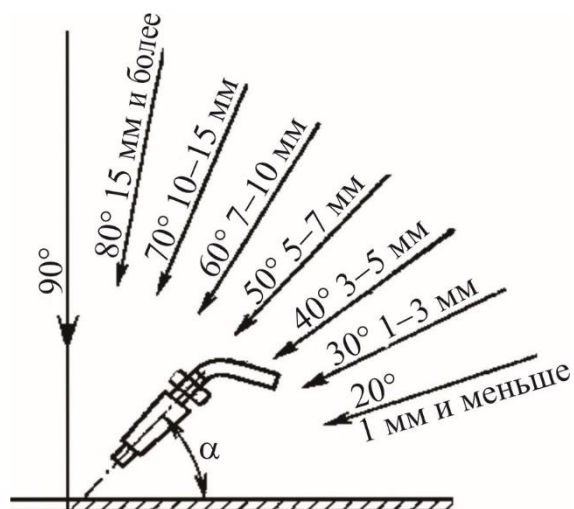


Рис. 4.27. Изменение угла наклона горелки в зависимости от толщины свариваемого металла

Диаметр присадочной проволоки d , мм, определяют в зависимости от выбранного способа сварки и толщины свариваемого металла S , мм, по следующим формулам:

- при левом способе $d = S/2 + 1$;
- при правом способе $d = S/2$.

4.5.5. Достоинства, недостатки и область применения способа

Достоинства:

- простота способа;
- несложность оборудования;
- отсутствие источника электрической энергии.

Недостатки:

- низкая производительность;
- сложность механизации;
- большая зона термического влияния;
- более низкие механические свойства, чем при дуговой сварке.

Область применения. Газовую сварку используют при изготовлении и ремонте изделий из тонколистовой стали толщиной 1–3 мм, сварке чугуна,

алюминия, меди, латуни, наплавке твёрдых сплавов, исправлении дефектов литья и др.

Требования охраны труда при выполнении работ по газовой сварке и газовой резке

Перед началом выполнения работ по газовой сварке и газовой резке (далее - газопламенные работы) работниками, выполняющими эти работы, проверяются:

1) герметичность присоединения рукавов к горелке, резаку, редуктору, предохранительным устройствам;

2) исправность аппаратуры, приборов контроля (манометров), наличие разрежения в канале для горючего газа инжекторной аппаратуры;

3) состояние предохранительных устройств;

4) правильность подводки кислорода и горючего газа к горелке, резаку или газорезательной машине;

5) наличие воды в водяном затворе до уровня контрольного крана (пробки) и плотность всех соединений в затворе на пропуск газа, а также плотность присоединения шланга к затвору;

6) наличие и исправность средств пожаротушения;

7) исправность и срок поверки манометра на баллоне с газом.

В случае обнаружения утечек кислорода и ацетилена из трубопроводов и газоразборных постов и невозможности быстрого устранения неисправностей поврежденные участки трубопроводов и газоразборные посты должны быть отключены, а помещение - провентилировано.

Отогрев замерзших ацетиленопроводов и кислородопроводов производится только паром или горячей водой. Запрещается применение открытого огня и электрического подогрева.

В помещениях, в которых проводятся газопламенные работы, предусматривается вентиляция для удаления выделяющихся вредных газов.

Газопламенные работы, а также любые работы с применением открытого огня от других источников допускается проводить на расстоянии (по горизонтали) не менее:

- 1) от отдельных баллонов с кислородом и горючими газами - 5 м;
- 2) от групп баллонов (более 2-х), предназначенных для проведения газопламенных работ - 10 м;
- 3) от газопроводов горючих газов, а также газоразборных постов, размещенных в металлических шкафах:
 - при ручных работах - 3 м;
 - при механизированных работах - 1,5 м.

В случае направления пламени и искр в сторону источников питания кислородом и ацетиленом устанавливаются защитные экраны из негорючего материала.

В водяном затворе ацетиленового генератора уровень воды должен постоянно поддерживаться на высоте контрольного краника (пробки). Проверка уровня воды производится работником, выполняющим газопламенные работы, не реже трех раз в смену при выключенной подаче газа в затвор. При температуре наружного воздуха ниже 0 °С вода заменяется незамерзающей жидкостью.

Ацетиленовые генераторы могут комплектоваться сухими предохранительными затворами, эксплуатация которых допускается при температуре наружного воздуха выше 0 °С.

Запрещается устанавливать жидкостные затворы открытого типа на газопроводах для природного газа или пропан-бутана.

Пользование ацетиленом от трубопровода при проведении газопламенных работ разрешается только через постовой затвор. К одному постовому затвору присоединяется только один пост.

Если газоразборный пост питает машину, обслуживаемую одним оператором, то количество горелок или шлангов, установленных на машине, ограничивается только пропускной способностью затвора.

При ручных газопламенных работах к затвору может быть присоединена только одна горелка или один резак.

Подача воздуха в резак тепловой машины от цеховой магистрали с давлением более 0,5 МПа производится через редуктор.

При питании постов для выполнения газопламенных работ от баллонов с газами баллоны устанавливаются в вертикальное положение в специальные стойки и прочно прикрепляются к ним хомутами или цепями.

Стойки оборудуются навесами, предохраняющими баллоны от попадания на них масла.

При питании постов для выполнения газопламенных работ от единичных баллонов с газами между баллонными редукторами и инструментом (горелками и резаками) устанавливаются предохранительные устройства, в том числе пламегасящие. При этом баллоны устанавливаются в вертикальное положение и закрепляются.

При производстве ремонтных или монтажных работ баллоны со сжатым кислородом допускается укладывать на землю (пол, площадку) с соблюдением следующих требований:

- 1) вентили баллонов располагаются выше башмаков баллонов, не допускается перекачивание баллонов;
- 2) верхние части баллонов размещаются на прокладках с вырезом, выполненных из дерева или иного материала, исключающего искрообразование.

Не допускается эксплуатация в горизонтальном положении баллонов со сжиженными и растворенными под давлением газами (пропан-бутан, ацетилен).

- 3) вентили и редукторы, находящиеся на баллоне необходимо защитить от загрязнений и механических воздействий.

На участке проведения газопламенных работ с числом постов до 10 должно быть не более одного запасного наполненного баллона на каждом

посту и не более десяти кислородных и пяти ацетиленовых запасных баллонов на участке в целом.

При потребности участка с числом постов до 10 в большем количестве газа организуется рамповое питание или промежуточный склад хранения баллонов вне помещения цеха (участка).

Кислородные рампы для питания одного поста для выполнения газопламенных работ с числом баллонов до 6 разрешается устанавливать внутри цеха (участка).

Не допускается установка баллонов с газами в местах прохода людей, перемещения грузов и проезда транспортных средств.

При эксплуатации баллонов с газами не допускается расходовать находящийся в них газ полностью. Для конкретного типа газа с учетом его свойств остаточное давление в баллоне устанавливается технической документацией организации-изготовителя баллонов и должно быть не менее 0,05 МПа (0,5 кгс/см²), если иное не предусмотрено техническими условиями на газ.

Запрещается использовать газовые баллоны с неисправными вентилями и с вентилями, пропускающими газ.

Присоединение редуктора к газовому баллону производится специальным ключом в искробезопасном исполнении, постоянно находящимся у работника.

Запрещается подтягивать накидную гайку редуктора при открытом вентиле баллона.

Для открывания вентиля ацетиленового баллона и для управления редуктором у работника должен быть специальный торцевой ключ в искробезопасном исполнении. Во время работы этот ключ должен находиться на шпинделе вентиля баллона.

Запрещается применение обычных гаечных ключей для открывания вентиля ацетиленового баллона и для управления редуктором.

В случае обнаружения пропуска газа через сальник ацетиленового вентиля после присоединения редуктора подтягивание сальников производится при закрытом вентиле баллона.

При проведении газопламенных работ клапан вентиля ацетиленового баллона открывается не более чем на 1 оборот для обеспечения быстрого перекрытия вентиля при возникновении воспламенения или обратного удара газа.

При эксплуатации шлангов необходимо соблюдать следующие требования:

1) шланги применяются в соответствии с их назначением: запрещается использование кислородных шлангов для подачи ацетилена, а ацетиленовых - для подачи кислорода;

2) при укладке шлангов не допускается их сплющивание, скручивание, перегибание и передавливание какими-либо предметами;

3) при необходимости ремонта шланга его поврежденные участки вырезаются, а отдельные куски соединяются специальными ниппелями (кислородные рукава соединяют латунными ниппелями, ацетиленовые рукава - стальными). Минимальная длина участка стыкуемого шланга должна быть не менее 3 м; количество стыков на шланге не должно быть более двух;

4) места присоединения шлангов тщательно проверяются работником на плотность перед началом работы и контролируются во время проведения газопламенных работ;

5) закрепление шлангов на присоединительных ниппелях инструмента и аппаратуры (горелок, резаков, редукторов) должно быть надежным: для этой цели применяются специальные хомуты;

6) не допускается попадание на шланги искр, а также воздействие огня и высоких температур;

7) не реже одного раза в месяц шланги подвергаются осмотру и испытанию в порядке, установленном локальным нормативным актом работодателя.

Металл, поступающий на газопламенную обработку, очищается от краски (особенно на свинцовой основе), масла, окалины, грязи для предотвращения разбрызгивания металла и загрязнения воздуха испарениями и газами.

При газопламенной обработке окрашенного, загрунтованного металла он очищается по линии реза или шва. Ширина очищаемой от краски полосы должна быть не менее 100 мм (по 50 мм на каждую сторону). Применение для этой цели газового пламени запрещается.

При зажигании ручной горелки или резака сначала приоткрывается вентиль кислорода (на 1/4 или 1/2 оборота), затем открывается вентиль ацетилена и после кратковременной продувки шланга зажигается смесь газов.

При перегреве горелки или резака работа приостанавливается, а горелка или резак после закрытия вентиля охлаждается до полного остывания. Для охлаждения горелки или резака на рабочем месте должен находиться сосуд с чистой холодной водой.

Приступать к зачистке сварочных швов после выполнения газопламенных работ разрешается только после проветривания рабочей зоны с применением принудительной вентиляции, а в случае отсутствия принудительной вентиляции - не ранее чем через 15 - 20 минут.

При перерывах в работе, в конце рабочей смены сварочное оборудование отключается, шланги отсоединяются, а в паяльных лампах полностью снимается давление.

При длительных перерывах в работе помимо горелок и резаков закрываются вентили на газоразборных постах, аппаратуре и баллонах, а нажимные винты редукторов выворачиваются до освобождения пружин.

При обратном ударе пламени следует немедленно закрыть вентили (сначала ацетиленовый, затем кислородный) на резаке, газовых баллонах и водяном затворе. Прежде чем пламя будет зажжено вновь после обратного удара, проверяется состояние водяного затвора, газоподводящих шлангов, а резак охлаждается в ведре с чистой холодной водой.

После каждого обратного удара работник делает соответствующую запись в паспорте генератора.

При временном прекращении газопламенных работ подача газа к оборудованию приостанавливается.

Проводить газопламенную обработку открытым пламенем оборудования, находящегося под давлением (котлы, трубопроводы, сосуды, баллоны, цистерны, бочки), а также сосудов и трубопроводов, заполненных горючими, легковоспламеняющимися, взрывоопасными и токсичными жидкостями и веществами, запрещается.

При монтаже и ремонте сосудов допускается проведение газопламенных работ при отрицательной температуре окружающего воздуха, если соблюдены требования, предусмотренные технической документацией организации-изготовителя.

Газопламенные работы в замкнутых пространствах и труднодоступных местах (тоннелях, подвалах, резервуарах, котлах, цистернах, отсеках, колодцах, ямах) выполняются при наличии наряда-допуска на производство работ повышенной опасности.

Перед выполнением газопламенных работ в замкнутых пространствах и труднодоступных местах должны быть выполнены следующие требования:

- 1) проведена проверка воздуха рабочей зоны на содержание в нем вредных и опасных веществ, содержание кислорода;
- 2) обеспечено наличие не менее двух открытых проемов (окон, дверей, люков, иллюминаторов, горловин);

3) обеспечена непрерывная работа местной приточно-вытяжной вентиляции для притока свежего и оттока загрязненного воздуха из нижней и верхней частей замкнутого пространства или труднодоступного места;

4) установлен контрольный пост (не менее двух работников) для наблюдения за безопасным производством газопламенных работ. Контрольный пост должен находиться вне замкнутого пространства либо труднодоступного места для оказания помощи работникам, выполняющим газопламенные работы.

При выполнении газопламенных работ в замкнутых пространствах и труднодоступных местах сварочные трансформаторы, ацетиленовые генераторы, баллоны со сжиженным или сжатым газом размещаются вне замкнутых пространств и труднодоступных мест, в которых проводятся газопламенные работы.

При выполнении газопламенных работ в замкнутых пространствах запрещается:

- 1) применять аппаратуру, работающую на жидком горючем;
- 2) применять бензорезы;
- 3) оставлять без присмотра горелки, резаки, рукава во время перерыва или после окончания работы.

При выполнении газопламенных работ ацетиленовые генераторы должны устанавливаться на открытых площадках. Допускается временная их установка в вентилируемых (проветриваемых) помещениях.

Ацетиленовые генераторы ограждаются и размещаются на расстоянии не менее 10 м от места проведения газопламенных работ, а также от места забора воздуха компрессорами и вентиляторами.

В местах установки ацетиленовых генераторов должны быть вывешены таблички: "Вход посторонним запрещен - огнеопасно", "Не курить", "Не проходить с огнем".

При эксплуатации ацетиленовых генераторов должны соблюдаться меры безопасности, указанные в технической документации организации-изготовителя.

При выполнении газопламенных работ запрещается:

1) отогревать замерзшие ацетиленовые генераторы, вентили, редукторы и другие детали сварочных установок открытым огнем или раскаленными предметами;

2) применять инструмент из искрообразующего материала для вскрытия барабанов с карбидом кальция;

3) загружать в загрузочные устройства переносных ацетиленовых генераторов карбид кальция завышенной грануляции;

4) загружать карбид кальция в мокрые загрузочные устройства;

5) переносить ацетиленовый генератор при наличии в газосборнике ацетилена;

6) работать от одного предохранительного затвора двум работникам;

7) форсировать работу ацетиленового генератора;

8) допускать соприкосновение баллонов, а также газоподводящих шлангов с токоведущими проводами;

9) допускать соприкосновение кислородных баллонов, редукторов и другого сварочного оборудования с различными маслами, а также с промасленной одеждой и ветошью;

10) производить продувку шлангов для ацетилена кислородом и кислородных шлангов ацетиленом;

11) использовать газоподводящие шланги, длина которых превышает 30 м, а при производстве строительно-монтажных работ - 40 м;

12) натягивать, перекручивать, заламывать или зажимать газоподводящие шланги;

13) пользоваться замасленными газоподводящими шлангами;

14) выполнять газопламенные работы при неработающей вентиляции;

15) выполнять газопламенные работы внутри емкостей при температуре воздуха выше 50 °С без применения изолирующих средств индивидуальной защиты, обеспечивающих эффективную теплозащиту и подачу чистого воздуха в зону дыхания;

16) применять пропан-бутановые смеси и жидкое горючее при выполнении газопламенных работ в замкнутых и труднодоступных помещениях;

17) допускать нахождение посторонних лиц в местах, где выполняются газопламенные работы.

По окончании выполнения газопламенных работ карбид кальция в ацетиленовом генераторе должен быть выработан. Известковый ил, удаляемый из генератора, выгружается в приспособленную для этих целей тару и сливается в иловую яму.

Открытые иловые ямы должны быть ограждены перилами.

Закрытые иловые ямы должны быть оборудованы вытяжной вентиляцией, люками для удаления ила и должны иметь негорючее покрытие.

Курение и применение открытого огня в радиусе 10 м от места хранения ила запрещаются. Для извещения о запрещении курения и применения открытого огня вывешиваются соответствующие запрещающие знаки.

После окончания работы:

1) не допускается оставлять открытыми вентили всех баллонов, требуется выпустить газы из всех коммуникаций и освободить нажимные пружины всех редукторов;

2) отключить баллоны от коммуникаций, ведущих внутрь помещений;

3) с баллонов, используемых на открытом воздухе, снять всю аппаратуру, отсоединить рукава и перенести на место хранения.

4.6. Термитная сварка

4.6.1. Принцип способа

Термитами называются порошкообразные горючие смеси металлов с окислами металлов, способные сгорать с выделением значительного количества тепла и развивать при этом весьма высокую температуру. Термиты изобретены в конце позапрошлого столетия. Они применяются для производства некоторых металлов и сплавов.

Важной областью применения термитов является сварка металлов. Горючими металлами в термитных смесях могут служить металлы с большой теплотой образования окислов, например алюминий, магний, кремний (в особенности аморфный). Источником кислорода в термитных смесях являются окислы металлов со сравнительно небольшой теплотой образования, например, окислы железа, марганца, никеля, меди и т. п. В качестве источника кислорода в сварочных термитах обычно применяется железная окалина, примерно отвечающая по составу магнитной окиси-закиси железа Fe_3O_4 , содержащей 27,6% кислорода и 72,4% железа. Наиболее важным для сварки является алюминиевый термит, который состоит из металлического алюминия в форме грубозернистого порошка или крупы, обычно с величиной зерна около 1 мм, и из железной окалины примерно с той же величиной зерна.

По внешнему виду алюминиевый термит представляет собой сыпучую грубозернистую смесь из белых зерен (алюминий) и черных зерен (железная окалина). Для зажигания термита его необходимо нагреть хотя бы в одной точке до температуры порядка $1000^{\circ}C$.

Термит сгорает полностью за 20-30 сек. Время горения зависит от грануляции, т. е. размеров зерен смеси: чем мельче зерно, тем быстрее заканчивается процесс горения. Экзотермическая реакция сгорания 1 кг алюминиевой термитной смеси развивает около 750 ккал.

Термитную смесь изготавливают из более дешевых материалов: из технического алюминия низших марок или алюминиевого лома с содержанием алюминия 88—98%. Железную окалину берут обычно из цехов горячей прокатки стали, в которых она является отбросом производства. Такая окалина может содержать различное количество кислорода. Поэтому действительный состав термитных смесей может меняться в довольно широких пределах в зависимости от химического состава применяемых материалов, который следует проверять химическим анализом.

Наиболее распространенный состав термитной смеси для материалов среднего качества: 23% алюминия и 77% железной окалины. Несмотря на то, что алюминиевый термит выделяет сравнительно небольшое количество тепла, в среднем 750 ккал на 1 кг смеси (1 кг хорошего каменного угля дает 7000 ккал), термитная смесь развивает при сгорании весьма высокую температуру. Это объясняется тем, что сгорание термита идет исключительно за счет вещества самой смеси и 1 кг термита при сгорании дает столько же, т. е. 1 кг продуктов сгорания. Уголь же сгорает за счет кислорода воздуха, и при сжигании 1 кг угля в воздухе получается около 14 кг продуктов сгорания. По теоретическому расчету реакции сгорания термита с учетом теплоемкости продуктов сгорания обеспечивается температура $\sim 3000^{\circ}\text{C}$; такую же температуру показывают и непосредственные измерения. Поэтому продукты сгорания термита — железо (температура плавления около 1500°C) и окись алюминия Al_2O_3 (температура плавления 2050°C) получаются в расплавленном, жидком и сильно перегретом виде.

Если сжечь термит в огнеупорном тигле, то по окончании реакции горения продукты реакции - жидкая сталь и шлак, состоящий главным образом из окиси алюминия, быстро разделятся на два слоя: металл - шлак в соответствии с удельным весом продуктов реакции; из 1 кг термитной смеси образуется 550 г расплавленной стали и 450 г шлака - расплавленной окиси алюминия. В сварочные термитные смеси, помимо алюминия и железной

окалины, обычно вносят различные добавки с целью улучшить состав и повысить прочность термитного металла, увеличить общий выход металла при сжигании смеси, несколько понизить температуру термитной реакции. Для раскисления термитного металла, улучшения его химического состава и повышения механической прочности в термитные смеси обычно вводят ферросплавы, главным образом ферросилиций и ферромарганец. Меняя количество этих присадок, можно изменять в широких пределах химический состав и механические свойства термитного металла, например предел прочности можно изменять от 40 до 75 кг/мм².

Для увеличения выхода термитного металла и некоторого снижения температуры термитной реакции в термитную смесь для сварки обычно добавляют технически чистое железо в мелких кусочках в количестве 10-15% веса термитной смеси. Для этой цели чаще всего применяют обсежку — отход при производстве проволочных гвоздей. Окончательный состав термитной сварочной смеси определяют расчетом в зависимости от характера работы и состава металла, подлежащего сварке.

Технология термитной сварки

Соединение деталей этим методом осуществляется с помощью порошковых смесей из алюминия, магния, окислов железа, называемых термитами, при сгорании которых образуется много тепла. Под его воздействием свариваемые поверхности становятся полужидкими и, соединяясь с металлом смеси, сплавляются в единое целое. Для полноты понимания, что такое термическая сварка, следует упомянуть о способе поджога смеси. Для розжига необходима температура не менее 1350⁰С. Запал производится электрическим разрядом, пиропатроном, специальным шнуром.

Температура горения достигает 2400 — 2700⁰С. Этого достаточно для плавления большинства материалов. Для горения не нужен приток кислорода из атмосферы, так как его достаточно в смеси. Поэтому термит можно использовать в среде инертного газа.

В зависимости от материала и условий применения используется тигельный или муфельный вид сварки. Первый больше известен под названием алюминотермитная сварка. Её применяют при монтаже заземляющих контуров, металлоконструкций. Термит готовится из смеси окисла железа и алюминиевого порошка в пропорции 70:23. При его сгорании стыки деталей соединяются расплавленным железом, восстановленным из окалины.

Алюмотермитная разновидность также применяется для ремонта повреждённых поверхностей методом наплавки. Её основным достоинством считается возможность сварки чугунных деталей без стыков. Однако наложение швов на алюминиевых изделиях с помощью этой технологии невозможно. Для их соединения пользуются муфельной сваркой.

Поскольку под действием высокой температуры алюминий испаряется, муфельная сварка производится с помощью термита на основе магния. Благодаря высокой температуре плавления он не растекается по поверхности, а впитывается в неё, создавая соединение без шва. При стыковке заготовок из алюминия используется специальный флюс для удаления окисной плёнки с места соединения.

Существует четыре способа ведения термитной сварки.

1. Первый способ характерен соединением встык. Но предварительно торцы деталей обрабатываются и зачищаются. Чтобы избежать деформации от неравномерного нагрева металла, свариваемые участки оборачиваются термоизоляционной пленкой. После сгорания термита образовавшийся жидкий металл, находящийся в тигле, выливается в оставленный между заготовками зазор. После этого заготовки прижимаются друг к другу и стыкуются.

2. Промежуточное литье считается менее затратным и технологически более легким. Расплавленный металл из тигля выливается в зазор. При этом детали не подготавливаются предварительно, что существенно упрощает процесс.

3. Комбинированная сварка характерна тем, что сочетает в себе технологию соединения встык и промежуточного литья. Обычно она используется при сварке рельсов. Торцы заготовок зачищаются, а между ними помещается пластинка из металла. После заливки сплава рельсы прижимаются друг к другу. При возможности шов по периметру повторно обваривается.

4. Метод дуплекс подразумевает последующую спрессовку заготовок после заливки сплава.

Составы

Железоалюминиевая термитная сварка наиболее популярна. Основная масса термита представлена оксидом железа. Алюминия в смеси всего 25%, но можно встретить в составе и дополнительные компоненты. Добавляют флюс, легирующие присадки и железную обечку. Горение термита и плавление смеси происходит в магнетитовом тигле. Помимо алюминия возможно комбинирование следующих элементов:

- Магний (31%) и оксид железа (69%).
- Кальций (43%) и оксид железа (57%).
- Титан (31%) и оксид железа (69%).
- Кремний (21%) и оксид железа (79%).

В зависимости от области применения сварки, готовятся различные виды смесей. Железная окалина и алюминиевый порошок дают элементарную смесь. Необходимо строго соблюдать пропорции. Для соединения и ремонта на железной дороге создается специальный рельсовый состав. При алюминотермитной сварке в шихту вводится стальной наполнитель, который состоит из ферромарганца и графитной стружки. Легированные стали соединяются с помощью особого состава. В нем присутствуют присадки из ферротитана или феррованадия.

Чугунные изделия, как правило, к сварке предъявляют особые требования. Так, в составе термита для чугуна в обязательном порядке должен присутствовать кремний. При соблюдении технологии можно

получить достаточно качественное и прочное соединение. Марганец в таких присадках не применяется.

Алюминотермитная сварка рельсов

Всю процедуру можно условно поделить на отдельные этапы. Сначала рассчитывают общее выделившееся количество теплоты. Его должно быть достаточно для процесса сварки. Подбирают оптимальный состав термитной шихты. Смесь должна быть равномерной по составу. Любым доступным способом обеспечивают поджиг смеси. Необходимо достичь температуры 1350°С градусов.

В дальнейшем происходит повышение температуры в термитной шихте. Расплавленный металл из термита получается за 20-30 секунд. Его масса составляет примерно половину от массы смеси. Остальная половина приходится на шлак. Металл осядет на дне тигля, а шлак, в силу меньшей плотности, всплывет наверх.

Сложность ремонта рельсов состоит в том, что все работы приходится выполнять в полевых условиях. Рельсосварочный аппарат достаточно массивен, однако его использование – единственная возможность провести ремонтные работы. На первом шаге следует подготовить торцы. Они должны быть ровными, а зазор между ними составляет 2-3 см. Свариваемые элементы выравниваются и фиксируются в одном положении. После установки огнеупорной формы осуществляется сама сварка.

Каждый сварщик желает получить качественный результат. В отличие от ручной дуговой сварки, термитная сварка требует точных расчетов. Необходимо правильно выбрать общее количество порошка, чтобы образовавшийся металл полностью заполнил зазор. В приготовлении смеси важно тщательно перемешать все составляющие. Первоначальный старт процесса должен происходить при температуре 1400°С градусов. Более низкие значения не приведут к возгоранию термита.

Оборудование

Технология проведения термитной сварки на первый взгляд кажется элементарной. Тем не менее, она предусматривает тщательную подготовку и наличие необходимых инструментов и оборудования. Термит засыпается в тигель, он должен быть выполнен из тугоплавкого материала, например, из керамики. Тигель оборудован специальным устройством, позволяющим слить расплавленный металл.

Чтобы отливка получилась аккуратной и соответствовала свободному пространству, изготавливаются матрицы и формы. В некоторых случаях их можно использовать повторно, но зачастую формы являются одноразовыми. Специальная глиняная обмазка не позволит металлу растекаться по поверхности.

Несмотря на простоту технологии, для качественной термитной сварки необходимо оснащение. Во время её проведения потребуется:

1. Тигель из керамики или тугоплавкого металла с устройством для безопасного слива расплава.
2. Для создания отливок не обойтись без форм и матриц. Они могут быть одноразовыми или многократного использования. Чтобы расплав не растекался бесконтрольно по поверхности, используется глиняная обмазка для термитной сварки.
3. Устройства фиксации и сжатия деталей (струбцины разного размера, тиски).
4. Термитный карандаш, используемый в домашних условиях для сварки и резки металлов.
5. Комплект инструментов, состоящий из кислородного резака, газовой горелки, ножовки по металлу, полоскового термометра.
6. Для зачистки поверхностей и швов нужно запастись абразивным кругом, металлической щёткой.



Рис. 4.28. Оборудование для термитной сварки

Особенности термитной сварки проводов

Этот способ применяется для сращивания неизолированных одно и многожильных проводов из алюминия и меди. В отличие от механического соединения (с помощью скрутки, болтов с гайками), термическая технология обеспечивает снижение электрического сопротивления на стыке за счёт увеличения сечения. Концы проводов перед сваркой очищаются от грязи, затем обезжириваются растворителем или бензином с обязательной просушкой.

Соединение производится с помощью специальных термических патронов, состоящих из кокиля и вкладыша. Для соединения алюминиевых проводов, в том числе со стальным сердечником, используется стальной разъёмный кокиль и вкладыш из алюминия. У патронов для соединения медных проводов кокиль изготовлен из листовой меди толщиной до 1,5 мм, а вкладыш из медно-фосфорного сплава. Тепло, необходимое чтобы расплавить провод и вкладыш, создаётся термитной шашкой, напрессованной на кокиль. Для удаления окисной плёнки внутренность

алюминиевого вкладыша необходимо перед применением почистить металлическим ёршиком.

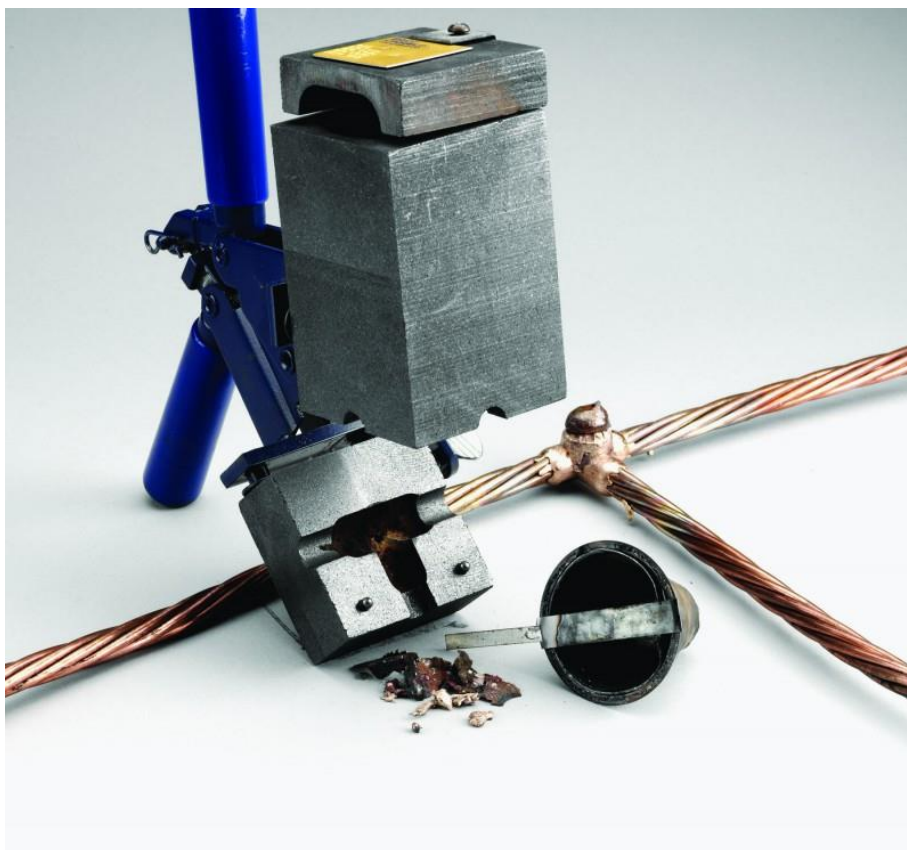


Рис. 4.29. Термитная сварка проводов

Важным моментом при термитной сварке является обеспечение неподвижности заготовок, их фиксация. Она осуществляется различными устройствами и приспособлениями, в число которых входят тиски или струбцины. Инструмент для обработки поверхностей зависит от типа металла и степени его загрязненности. Обычно работают абразивным кругом или металлической щеткой.

После термитной сварки могут потребоваться дополнительные работы. В арсенале сварщика должен присутствовать кислородный резак, горелка и ножовка по металлу.

4.6.3. Границы и область применения

Термитом на основе алюминиевой пудры осуществляется наплавка на детали, соединение изделий из чугуна и хрупких сплавов. На железнодорожном транспорте это надёжный, быстрый способ ремонта рельсов. Для его регламентации разработан ГОСТ Р 57181-2016. В машиностроении термитная технология используется при изготовлении гребных винтов для морских судов, коленчатых валов автомобилей и пр. На металлургических и металлообрабатывающих предприятиях этим способом ремонтируют прокатные станы, прессы, роторные валы, разливочные ковши и другое крупногабаритное оборудование. Для сращивания кабелей, используемых в линиях связи и электропередачи, применяется сварка, термит для которой изготавливается из магния.

Рассмотрим применение и области использования термитной сварки на примере сварки рельсового стыка - самом обычном применении термитной сварки. При сварке давлением жидкие продукты выливают через край тигля, при этом место сварки сначала заливается жидким шлаком, смачивающим металл и дающим на его поверхности тонкую пленку, препятствующую прилипанию термитного металла к основному. Жидкий металл поступает в форму вслед за шлаком, но не сваривается с основным металлом и может быть удален по окончании сварки. Жидкий металл используется лишь как носитель тепла для разогрева места сварки. После того как жидкая смесь выпущена в форму и стык достаточно разогрет, приступают к осадке. Для этой цели применяют стяжные прессы, приводимые вручную рычажными ключами. При повороте ключей приходят в действие винтовые стяжки, создающие давление и производящие осадку разогретых деталей.

Стяжной пресс надевают на место сварки до выпуска расплавленной смеси. Поверхность сварного стыка должна быть защищена от попадания термитного шлака, для чего соединяемые поверхности тщательно пригоняют, отшлифовывают и перед сваркой стягивают со значительным давлением посредством стяжного прессы. Так как рельсовая сталь обладает

ограниченной свариваемостью в пластическом состоянии, то в стык перед сваркой закладывают пластинку по профилю рельса из мягкой низкоуглеродистой стали с тщательно зачищенными и отшлифованными поверхностями. При разогреве стыка термитом усиливают давление, поворачивая стяжные гайки прессы, и производят осадку.

Способ термитной сварки давлением в том виде, как он описан выше, в настоящее время почти не применяется, так как этот способ сложен, кропотлив, требует очень тщательной пригонки свариваемых поверхностей и дает значительный разброс результатов в отношении прочности стыка. Также трудоемка операция осадки и установки стяжного процесса.

Особенности использования термитной сварки

Эта технология позволяет одинаково легко сваривать чёрные и цветные металлы без применения дополнительного оборудования. Востребованность термитной сварки обусловлена преимуществами в сравнении с другими видами:

- меньшим временем проведения работы;
- эстетической привлекательностью, высоким качеством швов;
- небольшими трудозатратами;
- не требуется высокая квалификация;
- термиты свободно продаются в специализированном магазине по невысокой цене;
- возможность использования на удалённых объектах и длительных поездках, так как электроэнергия или газовые баллоны не нужны.

К недостаткам следует отнести высокие требования к технике безопасности. Поскольку термитные смеси являются легковоспламеняющимися веществами транспортировать и хранить их нужно с особой осторожностью. При проведении работ необходимо исключить возможность попадания любой жидкости в горящую смесь, поскольку она может взорваться. По этой же причине запрещается поджигать

шихту от дуги. Сварку разрешается проводить при температуре не ниже 10⁰С.

4.7. Техника и технология сварочных работ сложных и ответственных конструкций

Техника и технология сварочных работ сложных и ответственных конструкций включает в себя несколько обязательных этапов и требует комплексного подхода. Речь здесь идет не только непосредственно о самой сварке и разработке новых эффективных ее методов и режимов, но и о создании современных материалов, необходимых для повышения надежности сварного соединения. Например, для производства современных конструкций, применяемых в разных сферах промышленности, требуется изобретение новых марок сталей, идеально подходящих для сварочных работ, а также разработка новых технологий расчета и сборки сварных соединений с учетом возлагаемых на них задач.

Также, технология сварки сложных и ответственных конструкций включает в себя и создание новых процессов сварки, разработку более совершенного сварочного оборудования и сварочных материалов, способных обеспечить максимально эффективный результат. И причина столь тщательного подхода к разработке всех нюансов сварочного процесса состоит в том, что с каждым годом появляются новые и все более сложные конструкции, которые применяются как в строительстве, так и в других сферах производства.

Чаще всего при производстве сложных и ответственных сварных конструкций применяется порошковая проволока, диаметр которой составляет 2 мм. При этом сварка ведется в среде защитных газов. Такой тип сварки может применяться в том случае, если требуется выполнить стыковое сварное соединение, которое может быть вертикальным или потолочным, а также, если требуется выполнить угловое соединение. Если сварной шов

располагается в нижнем положении, то наиболее эффективно проявляет себя многослойная сварка, которая так же производится автоматически с помощью порошковой проволоки.

К сварке ответственных конструкций (котлы и сосуды, работающие под давлением более 0,7 МПа, мосты кранов) допускаются сварщики не ниже 3-го разряда со стажем работы на ручной сварке строительных конструкций не менее 6 месяцев и на механизированных способах сварки — 3 месяца. Право сварки ответственных конструкций сварщики получают после сдачи испытаний и получения соответствующего удостоверения. Раз в год сварщики проходят переаттестацию, о чем делается отметка в удостоверении. Администрация цеха должна вести журнал регистрации удостоверений и своевременно проводить переаттестацию сварщиков.

Правильно поставленный контроль качества сварки предусматривает проверку качества выполнения предшествующих операций, контроль выполнения технологического процесса сварки, проверку качества сварочных материалов, контроль и приемку сварных швов.

Сварка стальных конструкций или отдельных узлов должна производиться после проверки правильности сборки.

Основными пороками, встречающимися в собранных под сварку конструкциях, являются рванины и зарезы кромок, неправильный угол скоса кромок, переменные значения притуплений, кривизна (серповидность) кромок по длине детали при сварке встык и внахлестку, невыдержанные габариты детали, непостоянство зазоров между кромками, увеличенные или уменьшенные зазоры между деталями, поперечное смещение (депланация), неплоскостность. Перечисленные пороки получаются из-за несовершенства или изношенности оборудования, неисправности копиров и шаблонов при газовой резке, изношенности мерительного инструмента, невнимательности или низкой квалификации рабочих и ИТР.

Во время изготовления особо ответственных конструкций в цехе должен вестись журнал пооперационного контроля за соблюдением

технологического процесса изготовления. Записи в журнал делают мастера цеха и контрольные мастера отдела технического контроля. При сварке обычных конструкций мастера при сварке непосредственно на конструкции наносят мелом размеры швов и порядок их наложения.

Требования охраны труда при выполнении работ по обезжириванию свариваемых поверхностей

Обезжиривание свариваемых поверхностей должно производиться безопасными водными смывками.

При обезжиривании свариваемых поверхностей органическими растворителями (ацетоном, уайт-спиритом, этиловым спиртом) должны соблюдаться следующие требования:

1) обезжиривание производится в отдельном помещении, оборудованном приточно-вытяжной вентиляцией и средствами пожаротушения;

2) при обезжиривании применяются растворители с антистатическими присадками;

3) обезжиривание производится механизированным способом;

4) при обезжиривании вручную промывание деталей пожароопасными органическими растворителями осуществляется в специальных шкафах из негорючих материалов, внутри которых устанавливаются металлические ванны или столы. Над ваннами или столами и в верхней части шкафов устраиваются вентиляционные отсосы, корпуса ванн заземляются;

5) при обезжиривании вручную протиркой применяются антистатические материалы;

6) не допускается пользоваться электронагревательными приборами, а также производить работы, связанные с образованием искр и огня.

При обезжиривании свариваемых поверхностей запрещается:

1) протирать растворителями кромки изделий, нагретых до температуры выше 45 °С;

2) применять для обезжиривания трихлорэтилен, дихлорэтан и другие хлорсодержащие углеводороды.

Использованные протирочные материалы (тампоны) следует собирать в специальный сосуд из небьющегося и негорючего материала с плотно закрывающейся крышкой.

Чистку и ремонт оборудования для обезжиривания свариваемых поверхностей, содержащего остатки органических растворителей, необходимо производить после продувания его воздухом или паром до полного удаления паров растворителей.

При продувке включаются вентиляционные устройства, предотвращающие загрязнение воздуха помещения парами органических растворителей.

Требования охраны труда при хранении и транспортировке исходных материалов, заготовок, полуфабрикатов, готовой продукции и отходов производства

При хранении исходных материалов, заготовок, полуфабрикатов, готовой продукции и отходов производства предусматривается:

- 1) применение способов хранения, исключающих возникновение вредных и опасных производственных факторов, загрязнение окружающей среды;
- 2) использование безопасных устройств для хранения;
- 3) механизация и автоматизация погрузочно-разгрузочных работ.

При транспортировке исходных материалов, заготовок, полуфабрикатов, готовой продукции и отходов производства обеспечивается:

- 1) использование безопасных транспортных коммуникаций;
- 2) применение средств транспортирования, исключающих возникновение вредных и опасных производственных факторов;
- 3) механизация и автоматизация процессов транспортирования.

Исходные материалы (металл, сварочная проволока, электроды, флюсы, жидкости, растворители) хранятся в крытых сухих помещениях в

соответствии с требованиями технической документации организации-изготовителя на хранение конкретного материала.

Не допускается наличие в воздухе складских помещений паров щелочей, кислот и других агрессивных веществ.

Перед выдачей в работу сварочные материалы прокаливаются или просушиваются по соответствующим для них режимам в соответствии с технической документацией организации-изготовителя.

Баллоны с газами при их хранении защищаются от действия солнечных лучей и других источников тепла.

Баллоны, устанавливаемые в помещениях, размещаются на расстоянии не менее 1,5 м от приборов отопления и не менее 5 м - от источников тепла с открытым огнем и печей.

Баллоны, не имеющие башмаков, должны храниться в горизонтальном положении на рамах или стеллажах. Высота штабеля в этом случае не должна превышать 1,5 м. Клапаны (вентили) баллонов закрываются предохранительными колпаками и должны обращать в одну сторону.

Порожние газовые баллоны должны храниться отдельно от баллонов, наполненных газами.

При обращении с порожними баллонами из-под кислорода или горючих газов должны соблюдаться такие же меры безопасности, как при обращении с наполненными баллонами.

По окончании работы баллоны с газами размещаются в специально отведенном для хранения баллонов месте, исключая доступ посторонних лиц.