

3. СПЕЦКУРС (2-3 РАЗРЯДЫ)

Электрогазосварщик 2-3 разряда должен знать: устройство обслуживаемых электросварочных и плазморезательных машин, газосварочной аппаратуры, автоматов, полуавтоматов и плазмотрона; требования, предъявляемые к сварочному шву и поверхностям после воздушного строгания; способы подбора марок электродов в зависимости от марок сталей; свойства и значение обмазок электродов; строение сварного шва; способы их испытания и виды контроля; правила подготовки деталей и узлов под сварку и заварку; правила подбора режима нагрева металла в зависимости от марки металла и его толщины; причины возникновения внутренних напряжений и деформаций в свариваемых изделиях и меры их предупреждения; основные технологические приемы сварки и наплавки деталей из различных сталей, чугуна, цветных металлов и сплавов; режим резки и расхода газов при кислородной и газоплазменной резке.

3.1. Электросварочное оборудование

Электросварочное оборудование – совокупное наименование для приборов и агрегатов, расходных материалов и средств защиты, применяемых в процессе производства электросварочных работ. Электросварка использует электрическую дугу для нагрева и расплавления кромок свариваемых металлических деталей или элементов конструкций в месте сварки, образуя так называемую сварочную ванну. После затвердевания металла ванны получается сварное соединение, обладающее высокой механической прочностью и надежностью.

Электросварка активно применяется в строительстве для монтажа несущих и вспомогательных конструкций, при прокладке нефте- и газопроводов, в том числе высокого давления, а также в автомобильной, оборонной и машиностроительной промышленности. С помощью

электричества также производится резка и наплавка многих металлов на рабочие поверхности деталей.

Электросварочное оборудование отличается по типу вырабатываемого тока (постоянный прямой и обратной полярности или переменный) и его силе, особенностям эксплуатации, продолжительности цикла работы, таким образом продажа электросварочного оборудования обязательно должна сопровождаться профессиональной консультацией.

Самым часто используемым, приемлемым и продаваемым электросварочным оборудованием считаются сварочные трансформаторы для ручной дуговой сварки (РДС), включая работающие даже от бытовой сети переменного тока напряжением 220 В. Для сварки постоянным током прямой и обратной полярности применяются сварочные выпрямители, преобразующие двух- или трехфазный переменный ток в постоянный. Для выравнивания напряжения и сглаживания пульсаций в выпрямителях применяются различные фильтры и полупроводниковые схемы.

Самым компактным, удобным и современным электросварочным оборудованием считаются инверторные сварочные выпрямители (инверторы), которые обеспечивают высокую стабильность тока, не зависящую от напряжения и длины дуги, и плавную регулировку его силы, разрешающую эффективно работать даже с такими «капризными» металлами, как медь, алюминий и их сплавы.

3.1.1. Виды электросварочных работ

В зависимости от технологического процесса (марки свариваемого материала и типа покрытия электрода) сварочные работы выполняют либо на переменном, либо на постоянном токе. Постоянный ток перед переменным имеет то преимущество, что дуга горит стабильнее, а следовательно, процесс сварки вести легче, особенно на малых токах.

Питание сварочных постов переменным током осуществляют от специальных трансформаторов, а постоянным током — от преобразователей

и выпрямителей.

На рисунке 3.1 а показана принципиальная электрическая схема поста для ручной дуговой сварки переменным током (от трансформатора типа ТС), а на рисунке 3.1 б - общий вид такого поста. От сети 1 переменный ток напряжением 220 или 380 В через рубильник 2 к предохранителю 3 подается к источнику питания - сварочному трансформатору 4, где ток трансформируется до напряжения 60-75 В, необходимого для возбуждения дуги, и по сварочным проводам 5 через зажим 6 и электрододержатель 7 подводится - к изделию 8.

На рисунке 3.1 в показана принципиальная электрическая схема поста для ручной дуговой сварки постоянным током, а на рисунке 3.1 г - общий вид поста. В этом случае ток от сети напряжением 220 или 380 В поступает к преобразователю, состоящему из асинхронного электродвигателя и сварочного генератора, соединенных между собой общим валом. Такие преобразователи вырабатывают постоянный сварочный ток напряжением 25 - 75 В.

Размещение источников питания сварочных постов в зависимости от характера выполняемых работ может быть централизованным (групповым) и индивидуальным. Групповое размещение сварочного оборудования в отдельных помещениях делают на расстоянии 30 - 40 м от сварочного поста. Источники питания устанавливают на минимальном расстоянии от рабочего места электросварщика.

Сварочные посты могут быть стационарными и передвижными. Стационарные посты для сварки изделий небольших размеров располагают в открытых сверху отдельных сварочных кабинах. Передвижные посты применяют при сварке изделий крупных габаритов: трубопроводов большой длины, металлоконструкций, сосудов и т. д. Для защиты работающих от ультрафиолетовых лучей сварочной дуги устанавливают переносные щиты, ширмы высотой 1,2-1,5 м из несгораемых материалов.

При больших объемах сварочных работ рационально использовать

многопостовые сварочные выпрямители, преобразователи или трансформаторы. Величину сварочного тока при этом регулируют на каждом рабочем посту балластными реостатами (при использовании постоянного тока) и дросселями (при использовании переменного тока). Передвижные сварочные посты, как правило, применяются при монтаже и ремонтных работах. При этом часто используют переносные сварочные трансформаторы, сварочные агрегаты и выпрямители, устанавливаемые на специальные прицепы или закрытые автомобили. Такие прицепы и автомобили оборудованы специальными рубильниками, к которым подключены установки. При работе на различной высоте электроды и необходимый инструмент сварщика находятся в брезентовых сумках, подвешиваемых к поясу сварщика, либо в специальных пеналах или ящиках. Для обеспечения удобства и безопасности работы делают подмости с перилами (инвентарные леса) или подвешивают люльки. При работе на высоте и значительном удалении от источника питания применяют дистанционные регуляторы сварочного тока. А при сварке в сосудах закрытого типа для обеспечения безопасных условий труда используют отключатели (ограничители) холостого хода.

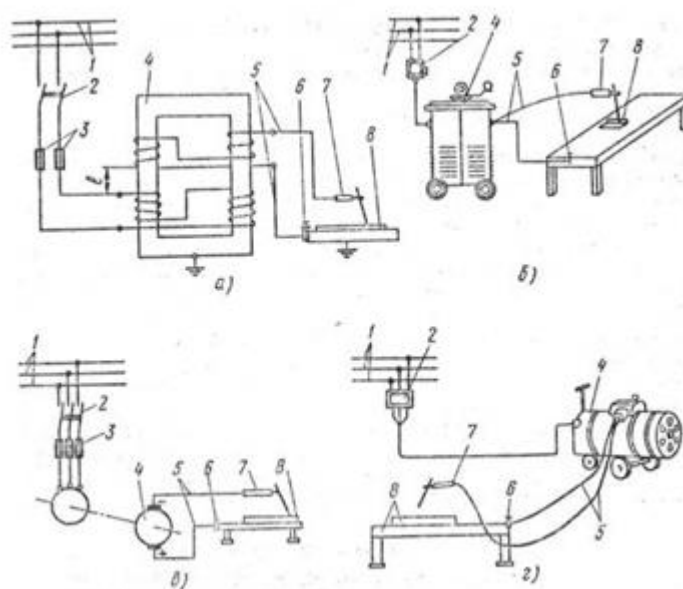


Рис. 3.1. Принципиальные электрические и монтажные схемы поста для ручной дуговой сварки: а,б – переменным током; в,г – постоянным током

3.1.2. Электросварочные установки

Электросварочная установка - комплекс функционально связанных элементов соответствующего электросварочного и общего назначения электротехнического, а также механического и другого оборудования, средств автоматики и КИП, обеспечивающих осуществление необходимого технологического процесса.

Состав элементов электросварочных установок зависит от их назначения, конструктивного исполнения оборудования, степени механизации и автоматизации.

В состав электросварочных установок в зависимости от перечисленных условий входят кабельные линии, электропроводки и токопроводы внешних соединений между элементами установки, а также в пределах установки трубопроводы систем водоохлаждения и гидравлического привода, линий сжатого воздуха, азота, аргона, гелия, углекислого газа и других газов, а также вакуума.

Сварочная цепь – предназначенная для прохождения сварочного тока часть электрической цепи электросварочной установки от выводов источника сварочного тока до свариваемой детали (изделия).

Сварочный пост электросварочной установки - рабочее место сварщика, оснащенное комплексом средств (оборудованием, приборами и пр.) для выполнения электротехнологических процессов сварки, наплавления, напыления, резки.

Однопостовый или многопостовый источник сварочного тока - источники сварочного тока, питающие соответственно один или несколько сварочных постов.

Автономные электросварочные установки – установки с источниками сварочного тока, снабженными двигателями внутреннего сгорания, в отличие

от электросварочных установок, питающихся от электрических сетей, в том числе присоединяемых к передвижным электростанциям.

Электросварочные установки по степени механизации технологических операций разделяются на установки, на которых эти операции выполняются вручную, полуавтоматические (когда автоматически поддерживается электрический режим сварки, а остальные операции выполняются вручную) и автоматические.

Типоисполнение, степень защиты и состав оборудования (элементов) электросварочных установок должны выбираться с учетом технологии и вида сварки, параметров свариваемых деталей (заготовок) и сварочных швов, с учетом конкретных условий внешней среды при выполнении сварочных работ (внутри закрытых помещений или на открытом воздухе, в замкнутых и труднодоступных пространствах).

Электроприемники основного оборудования и вспомогательных механизмов электросварочных установок в отношении обеспечения надежности электроснабжения, как правило, следует относить к электроприемникам III или II категории.

К III категории следует относить электроприемники всех передвижных и переносных электросварочных установок, стационарных электросварочных установок, цехов и участков, а также других цехов и участков, если перерыв в электроснабжении используемого в них электросварочного оборудования не приводит к массовому недоотпуску продукции, простоям рабочих и механизмов.

Электрическая нагрузка электросварочных установок не должна снижать ниже нормируемых действующим стандартом значений показателей качества электроэнергии у электроприемников, присоединенных к сетям общего назначения.

При необходимости должны приниматься меры для уменьшения воздействия электросварочных установок на электрическую сеть.

Конструкция и расположение оборудования электросварочных

установок, ограждений и блокировок должны исключать возможность его механического повреждения, а также случайных прикосновений к вращающимся или находящимся под напряжением частям. Исключение допускается для электрододержателей установок ручной дуговой сварки, резки и наплавки, а также для мундштуков, горелок для дуговой сварки, сопел плазмотрона, электродов контактных машин и других деталей, находящихся под напряжением, при котором ведутся сварка, напыление, резка и т. п.

Размещение оборудования электросварочных установок, его узлов и механизмов, а также органов управления должно обеспечивать свободный, удобный и безопасный доступ к ним. Кроме того, расположение органов управления должно обеспечивать возможность быстрого отключения оборудования и останова всех его механизмов.

Для электросварочных установок, оборудование которых требует оперативного обслуживания на высоте 2 м и более, должны быть выполнены рабочие площадки, огражденные перилами, с постоянными лестницами. Площадки, ограждения и лестницы должны быть выполнены из негорючих материалов. Настил рабочей площадки должен иметь покрытие из диэлектрического материала, не распространяющего горение.

Устройства управления электросварочными установками рекомендуется оборудовать ограждениями, исключающими случайное их включение или отключение.

В качестве источников сварочного тока должны применяться только специально для этого предназначенные и удовлетворяющие требованиям действующих стандартов сварочные трансформаторы или преобразователи статические или двигатель-генераторные с электродвигателями или двигателями внутреннего сгорания. Питание сварочной дуги электрошлаковой ванны и сопротивления контактной сварки непосредственно от силовой, осветительной или контактной электрической сети не допускается.

Схема включения нескольких источников сварочного тока при работе

их на одну сварочную дугу, электрошлаковую ванну или сопротивление контактной сварки должна исключать возможность возникновения между изделием и электродом напряжения, превышающего наибольшее напряжение холостого хода одного из источников сварочного тока.

Электрическая нагрузка нескольких однофазных источников сварочного тока должна по возможности равномерно распределяться между фазами трехфазной сети.

Однопостовой источник сварочного тока, как правило, должен располагаться на расстоянии не далее 15 м от сварочного поста.

Первичная цепь электросварочной установки должна содержать коммутационный (отключающий) и защитный электрические аппараты (аппарат), ее номинальное напряжение должно быть не выше 660 В.

Сварочные цепи не должны иметь соединений с электрическими цепями, присоединяемыми к сети (в том числе с электрическими цепями, питаемыми от сети обмоток возбуждения генераторов преобразователей).

Электросварочные установки с многопостовым источником сварочного тока должны иметь устройство (автоматический выключатель, предохранители) для защиты источника от перегрузки, а также коммутационный и защитный электрические аппараты (аппарат) на каждой линии, отходящей к сварочному посту. Эти линии следует выполнять радиальными; применение в установках с многопостовыми сварочными выпрямителями магистральных схем допускается только при технико-экономическом обосновании.

Для определения значения сварочного тока электросварочная установка должна иметь измерительный прибор. На электросварочных установках с однопостовым источником сварочного тока может не иметь измерительного прибора при наличии в источнике сварочного тока шкалы на регуляторе тока.

Переносные и передвижные электросварочные установки (кроме автономных) следует присоединять к электрическим сетям непосредственно

кабелем или кабелем через троллеи. Длина троллейных проводников не нормируется, их сечение должно быть выбрано с учетом мощности источника сварочного тока.

Присоединение переносной или передвижной электросварочной установки непосредственно к стационарной электрической сети должно осуществляться с использованием коммутационного и защитного аппаратов (аппарата) с разборными или разъёмными контактными соединениями. Обязательно наличие блокировки, исключающей возможность размыкания и замыкания этих соединений, присоединения (отсоединения) жил кабельной линии (проводов) при включенном положении коммутационного аппарата.

Кабельная линия первичной цепи переносной (передвижной) электросварочной установки от коммутационного аппарата до источника сварочного тока должна выполняться переносным гибким шланговым кабелем с алюминиевыми или медными жилами, с изоляцией и в оболочке (шланге) из нераспространяющей горение резины или пластмассы. Источник сварочного тока должен располагаться на таком расстоянии от коммутационного аппарата, при котором длина соединяющего их гибкого кабеля не превышает 15 м.

Сварочные автоматы или полуавтоматы с дистанционным регулированием режима работы источника сварочного тока рекомендуется оборудовать двумя комплектами органов управления регулирующими устройствами (рукояток, кнопок и т. п.), устанавливаемых один - у источника сварочного тока и второй на пульте или щите управления сварочным автоматом или полуавтоматом. Для выбора вида управления регулятором (местного или дистанционного) должен быть установлен переключатель, обеспечивающий блокирование, исключающее ошибочное включение. Допускается не предусматривать возможности выполнения блокирования, а использовать механический замок со специальными ключами.

Шафы комплектных устройств и корпуса сварочного оборудования (машин), имеющие незащищенные токоведущие части, находящиеся под

напряжением выше 50 В переменного или выше 110 В постоянного тока, должны быть оснащены блокировкой, обеспечивающей при открывании дверей (дверец) отключение от электрической сети устройств, находящихся внутри шкафа (корпуса). При этом вводы (выводы), остающиеся под напряжением, должны быть защищены от случайных прикосновений.

Допускается взамен блокировки применение замков со специальными ключами, если при работе не требуется открывать двери (дверцы).

В электросварочных установках кроме защитного заземления открытых проводящих частей и подключения к системе уравнивания потенциалов сторонних проводящих частей должно быть предусмотрено заземление одного из выводов вторичной цепи источников сварочного тока: сварочных трансформаторов, статических преобразователей и тех двигатель-генераторных преобразователей, у которых обмотки возбуждения генераторов присоединяются к электрической сети без разделительных трансформаторов.

В электросварочных установках, в которых дуга горит между электродом и электропроводящим изделием, следует заземлять вывод вторичной цепи источника сварочного тока, соединяемый проводником (обратным проводом) с изделием.

Сварочное электрооборудование для присоединения защитного РЕ-проводника должно иметь болт (винт, шпильку) с контактной площадкой, расположенной в доступном месте, с надписью «Земля»(или с условным знаком заземления по ГОСТ 2.721-74).

Втычные контактные соединители проводов для включения в электрическую цепь напряжением выше 50 В переменного тока и выше 110 В постоянного тока переносных пультов управления сварочных автоматов или полуавтоматов должны иметь защитные контакты.

Конденсаторы, используемые в электросварочных установках в целях накопления энергии для сварочных импульсов, должны иметь устройство для автоматической разрядки при снятии защитного кожуха или при открывании

дверей шкафов, в которых установлены конденсаторы.

При водяном охлаждении элементов электросварочных установок должна быть предусмотрена возможность контроля за состоянием охлаждающей системы с помощью воронок для стока воды или струйных реле. В системах водяного охлаждения автоматов (полуавтоматов) рекомендуется использовать реле давления, струйные или температуры (два последних применяются на выходе воды из охлаждающих устройств) с работой их на сигнал. Если прекращение протока или перегрев охлаждающей воды могут привести к аварийному повреждению оборудования, должно быть обеспечено автоматическое отключение установки.

Разъемные соединения и шланги системы водяного охлаждения рекомендуется располагать таким образом, чтобы исключить возможность попадания струи воды на электрооборудование (источник сварочного тока или др.) при снятии или повреждении шлангов.

Помещения и здания сборочно-сварочных цехов и участков с размещенными в них электросварочными установками и сварочными постами, а также вентиляционные устройства должны отвечать требованиям действующих нормативных документов.

Для электросварочных установок и сварочных постов, предназначенных для постоянных электросварочных работ в зданиях вне сварочно-сборочных цехов и участков, должны быть предусмотрены специальные вентилируемые помещения, выгороженные противопожарными перегородками 1-го типа, если они расположены смежно с помещениями категорий А, Б и В по взрывопожарной опасности, и 2-го типа в остальных случаях. Площадь и объем таких помещений и системы их вентиляции должны соответствовать требованиям действующих санитарных правил, СП и СНиП с учетом габаритов сварочного оборудования и свариваемых изделий.

Требования охраны труда при работе с углекислым газом

Помещение, где размещены контейнеры со сжиженным углекислым

газом или газовые рампы, должно быть вентилируемым. Температура воздуха помещения не должна превышать 25 °С.

На площадке подачи углекислого газа к сварочным постам допускается размещать не более 20 баллонов.

Запрещается размещать на площадке подачи углекислого газа к сварочным постам посторонние предметы и горючие вещества.

При замене пустых газовых баллонов на заполненные необходимо закрывать вентили газовых баллонов и коллектора.

Не допускается пропускание газа в местах соединений при рамповом размещении газовых баллонов. Устранение пропускания газа производится при закрытых вентилях газовых баллонов и при отсутствии давления в системе.

Питание подогревателя (при централизованном снабжении сварочных постов углекислым газом от контейнеров или рамповой системы) осуществляется горячей водой или паром.

Во время отбора газа из контейнера запрещается:

- 1) производить ремонтные операции;
- 2) отогревать трубы и аппараты открытым огнем;
- 3) перегибать гибкие соединительные шланги;
- 4) производить подтяжку соединений под давлением.

При сварке на открытых площадках (вне цеха) в зимнее время баллоны с углекислым газом в целях предупреждения замерзания устанавливаются в утепленных помещениях.

Запрещается отогревать замерзший баллон (или редуктор) с углекислым газом пламенем горелки или струей пара. Для отогревания баллона с углекислым газом (или редуктора) необходимо прекратить отбор газа из баллона, внести его в теплое помещение с температурой 20 - 25 °С и оставить до отепления.

Допускается отогревание замерзшего редуктора водой с температурой не выше 25 °С.

Для предотвращения замерзания углекислого газа в редукторе перед редуктором устанавливается подогреватель. Электрическая спираль подогревателя газа, устанавливаемого к редуктору баллона с углекислым газом, не должна иметь контакта с газовым баллоном.

Питание подогревателя осуществляется от электрической сети напряжением не выше 42 В и мощностью не более 70 Вт, исключающей возможность нагрева газового баллона.

3.1.3. Установки электрической сварки (резки, наплавки) плавлением

Проходы между однопостовыми источниками сварочного тока - преобразователями (статическими и двигатель-генераторными) установок сварки (резки, наплавки) плавлением - должны быть шириной не менее 0,8 м, между многопостовыми - не менее 1,5 м, расстояние от одно- и многопостовых источников сварочного тока до стены должно быть не менее 0,5 м.

Проходы между группами сварочных трансформаторов должны быть шириной не менее 1 м. Расстояние между сварочными трансформаторами, стоящими рядом в одной группе, должно быть не менее 0,1 м.

Регулятор сварочного тока (если он выполнен в отдельной оболочке) следует устанавливать рядом со сварочным трансформатором или над ним. Установка сварочного трансформатора над регулятором тока не допускается.

Проходы с каждой стороны стеллажа для выполнения ручных сварочных работ на крупных деталях или конструкциях должны быть шириной не менее 1 м. Столы для мелких сварочных работ могут примыкать с одной стороны непосредственно к стене кабины; с других сторон должны быть проходы шириной не менее 1 м. Кроме того, в сварочной мастерской (на участке) должны быть предусмотрены проходы, ширина которых устанавливается в зависимости от числа работающих, но не менее 1 м.

Проходы с каждой стороны установки автоматической дуговой сварки

под флюсом крупных изделий, а также установок дуговой сварки в защитном газе, плазменной, электронно-лучевой и лазерной сварки должны быть шириной не менее 1,5 м.

Для подвода тока от источника сварочного тока к электрододержателю установки ручной дуговой сварки (резки, наплавки) или к дуговой плазменной горелке прямого действия установки плазменной резки (сварки) должен применяться гибкий провод с резиновой изоляцией и в резиновой оболочке. Применение проводов с изоляцией или в оболочке из материалов, распространяющих горение, не допускается.

Электрические проводки установок и аппаратов, предназначенных для дуговой сварки ответственных конструкций: судовых секций, несущих конструкций зданий, мостов, летательных аппаратов, подвижного состава железных дорог и других средств передвижения, сосудов, котлов и трубопроводов на давление более 5 МПа, трубопроводов для токсичных веществ и т.п., должны быть выполнены проводами с медными жилами.

В электросварочных установках с переносными и передвижными сварочными трансформаторами обратный провод должен быть изолированным так же, как и прямой, присоединяемый к электрододержателю.

Элементы, используемые в качестве обратного провода, должно надежно соединяться сваркой или с помощью болтов, струбцин либо зажимов.

В установках для автоматической дуговой сварки в случае необходимости (например, при сварке круговых швов) допускается соединение обратного провода со свариваемым изделием при помощи скользящего контакта соответствующей конструкции.

В качестве обратного провода не допускается использование металлических строительных конструкций зданий, трубопроводов и технологического оборудования, а также проводников сети заземления.

Электрододержатели для ручной дуговой сварки и резки

металлическим и угольным электродами должны удовлетворять требованиям действующих стандартов.

Напряжение холостого хода источника сварочного тока установок дуговой сварки при номинальном напряжении питающей электрической сети не должно превышать для источников постоянного тока 100 В (среднее значение) и для источников переменного (действующее значение):

- 80 В – для установок автоматической дуговой сварки на номинальный сварочный ток 630 А;
- 120 В – для установок автоматической дуговой сварки на номинальный сварочный ток 1600 А;
- 140 В – для установок автоматической дуговой сварки на номинальный сварочный ток 2000 А.

В цепи сварочного тока допускаются кратковременные пики напряжения при обрыве дуги длительностью не более 0,5 с.

Для возбуждения дуги в установках дуговой сварки (резки) без предварительного замыкания сварочной цепи между электродом и свариваемым изделием и повышения стабильности горения дуги допускается применение преобразователей повышенной частоты (осцилляторов).

Для повышения устойчивости горения дуги переменного тока допускается применение в установках дуговой сварки (резки) импульсных генераторов, резко поднимающих напряжение между электродом и свариваемым изделием в момент повторного возбуждения дуги. Импульсный генератор не должен увеличивать напряжение холостого хода сварочного трансформатора более чем на 1 В (действующее значение).

Номинальное напряжение электродвигателей и электротехнических устройств, расположенных на переносных частях электросварочных автоматов и полуавтоматов должно быть не выше 50 В переменного или 110 В постоянного тока. Электродвигатели и электротехнические устройства переменного тока должны подключаться к питающей сети через понижающий трансформатор с заземленной вторичной обмоткой или через

разделительный трансформатор, являющийся частью сварочного устройства. Корпуса электродвигателей и электротехнических устройств при этом допускается не заземлять. Электродвигатели и электротехнические устройства, расположенные на частях стационарных и передвижных электросварочных автоматов, смонтированных на стационарных установках, допускается питать от сети 220 и 380 В переменного тока или от сети 220 и 440 В постоянного тока при обязательном заземлении их корпусов, которые должны быть электрически изолированы от частей, гальванически связанных со сварочной цепью.

Напряжение холостого хода источников сварочного тока установок плазменной обработки при номинальном напряжении сети должно быть не выше:

- 500 В - для установок автоматической резки, напыления и плазменно-механической обработки;
- 300 В - для установок полуавтоматической резки или напыления;
- 180 В - для установок ручной резки, сварки или наплавки.

Установки для автоматической плазменной резки должны иметь блокировку, исключающую шунтирование замыкающих контактов в цепи питания катушки коммутационного аппарата без электрической дуги.

Управление процессом механизированной плазменной резки должно быть дистанционным. Напряжение холостого хода на дуговую головку до появления «дежурной» дуги должно подаваться включением коммутационного аппарата при нажатии кнопки «Пуск», не имеющей самоблокировки. Кнопка «Пуск» должна блокироваться автоматически после возбуждения «дежурной» дуги.

Источники питания сварочным током электронных пушек установок электронно-лучевой сварки должны иметь разрядник, установленный между выводом положительного полюса выпрямителя и его заземленным корпусом. Кроме того, для предотвращения пробоев изоляции цепей низшего напряжения установки и изоляции в питающей электрической сети, к

которой установка присоединяется, вызванных наведенными зарядами в первичных обмотках повышающих трансформаторов, между выводами первичной обмотки и землей должны включаться конденсаторы или приниматься другие меры защиты.

Сварочные электронно-лучевые установки должны иметь защиту от жесткого и мягкого рентгеновского излучения, обеспечивающую их полную радиационную безопасность, при которой уровень излучения на рабочих местах должен быть не выше допустимого действующими нормативами для лиц, не работающих с источниками ионизирующих излучений.

3.2. Технология ручной дуговой сварки

Под режимом сварки понимают совокупность контролируемых параметров, определяющих условия сварки. Параметры режима сварки подразделяют на основные и дополнительные. К основным параметрам режима ручной сварки относят диаметр электрода, величину, род и полярность тока, напряжение на дуге, скорость сварки. К дополнительным относят величину вылета электрода, состав и толщину покрытий электрода, положение электрода и положение изделия при сварке.

Ручная дуговая сварка - это сварка покрытым металлическим электродом. Является наиболее старой и универсальной технологией дуговой сварки.

Для образования и поддержания электрической дуги к электроду и свариваемому изделию (рисунок 3.2) от источника питания подводится сварочный ток (переменный или постоянный).

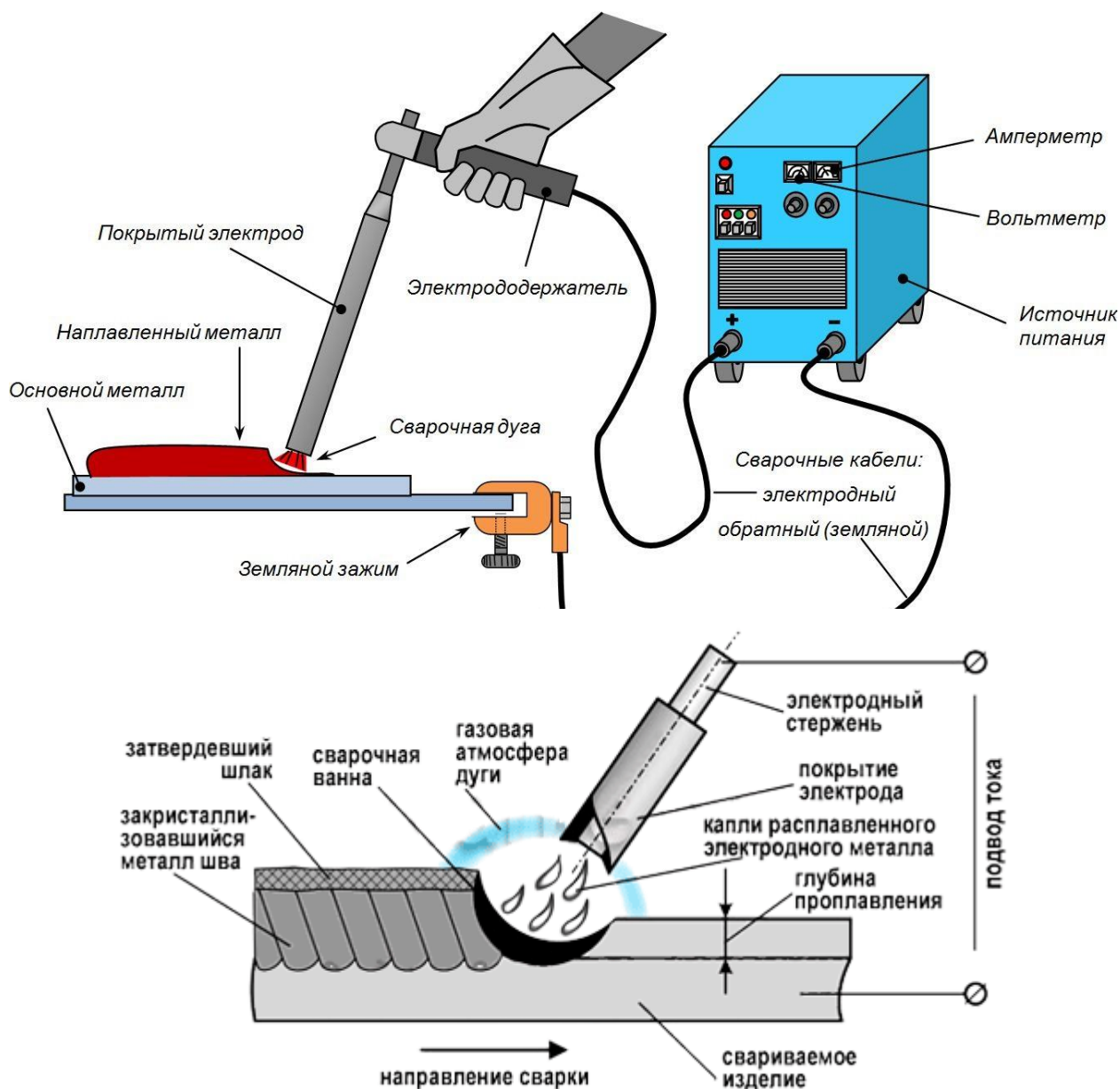


Рис. 3.2. Ручная дуговая сварка

Если положительный полюс источника питания (анод) присоединен к изделию, говорят, что ручная дуговая сварка производится на прямой полярности. Если на изделии отрицательный полюс, то полярность обратная. Под действием дуги расплавляются металлический стержень электрода (электродный металл), его покрытие и металл изделия (основной металл). Электродный металл в виде отдельных капель, покрытых шлаком, переходит в сварочную ванну, где смешивается с основным металлом, а расплавленный шлак всплывает на поверхность.

Размеры сварочной ванны зависят от режимов и пространственного положения сварки, скорости перемещения дуги по поверхности изделия, конструкции сварного соединения, формы и размера разделки свариваемых кромок и т.д. Они обычно находятся в следующих пределах: глубина до 6 мм, ширина 8–15 мм, длина 10–30 мм.

Длина дуги – расстояние от активного пятна на поверхности сварочной ванны до другого активного пятна на расплавленной поверхности электрода. В результате плавления покрытия электрода вокруг дуги и над сварочной ванной образуется газовая атмосфера, оттесняющая воздух из зоны сварки для предотвращения его взаимодействия с расплавленным металлом. В газовой атмосфере также присутствуют пары легирующих элементов, основного и электродного металлов.

Шлак, покрывая капли расплавленного электродного металла и поверхность сварочной ванны, препятствует их взаимодействию с воздухом, а также способствует очищению расплавленного металла от примесей.

По мере удаления дуги металл сварочной ванны кристаллизуется с образованием шва, соединяющего свариваемые детали. На поверхности шва образуется слой затвердевшего шлака.

3.2.1. Способы зажигания дуги при ручной дуговой сварке

Дуга зажигается кратковременным прикосновением конца электрода к свариваемому изделию. В результате протекания тока короткого замыкания и наличия контактного сопротивления торец электрода быстро нагревается до высокой температуры, при которой после отрыва электрода происходит ионизация газового промежутка и возникает сварочная дуга. Для надежного зажигания дуги сварщик должен отводить электрод от изделия на высоту 4–5 мм, так как при большем расстоянии между концом электрода и изделием дуга не возникает.

Обычно зажигание дуги осуществляется либо прямым отрывом электрода после короткого замыкания (рисунок 3.3 а), либо скользящим движением конца электрода (рисунок 3.3 б).

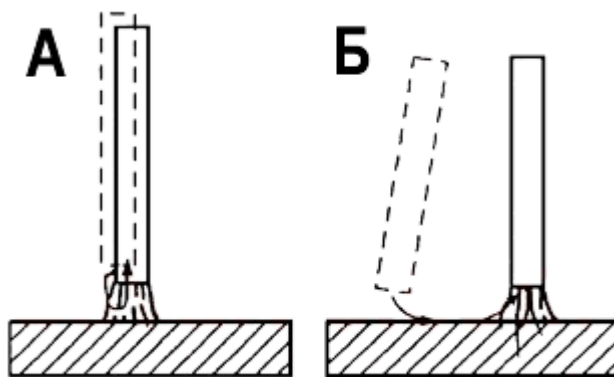


Рис. 3.3. Зажигание дуги при ручной дуговой сварке

Ведение дуги производится таким образом, чтобы обеспечить проплавление свариваемых кромок и получить требуемое качество наплавленного металла при хорошем формировании. Это достигается путем поддержания постоянства длины дуги и соответствующего перемещения конца электрода.

3.2.2. Перемещения электрода при ручной сварке

В процессе сварки электроду сообщается движение в трех направлениях. Первое движение – поступательное, направлено по оси электрода. Этим движением поддерживается постоянная длина дуги в зависимости от скорости плавления электрода. Длина дуги при ручной сварке в зависимости от условий сварки и марки электрода должна быть в пределах $(0,5-1,2)d_{эл}$. Чрезмерное уменьшение длины дуги ухудшает формирование шва и может привести к короткому замыканию. Чрезмерное увеличение длины дуги приводит к снижению глубины провара, увеличению разбрызгивания электродного металла и ухудшению качества шва как по

форме, так и по механическим свойствам, а при сварке электродами с покрытием основного вида – и к порообразованию.

Второе движение – перемещение электрода вдоль оси валика для образования шва. Скорость этого движения устанавливается в зависимости от силы тока, диаметра электрода, скорости его плавления, вида шва и других факторов. При отсутствии поперечных движений электрода получается узкий шов (ниточный валик) шириной примерно 1,5 диаметра электрода. Такие швы применяют при сварке тонких листов, наложении первого (корневого) слоя многослойного шва, сварке по способу опирания и в других случаях.

Третье движение – перемещение электрода поперек шва для получения требуемых ширины шва и глубины проплавления. Поперечные колебательные движения конца электрода определяются формой разделки, размерами и положением шва, свойствами свариваемого материала, навыком сварщика (рисунок 3.4). Ширина швов, получаемых с поперечными колебаниями, обычно составляет 1,5–5 диаметров электрода.

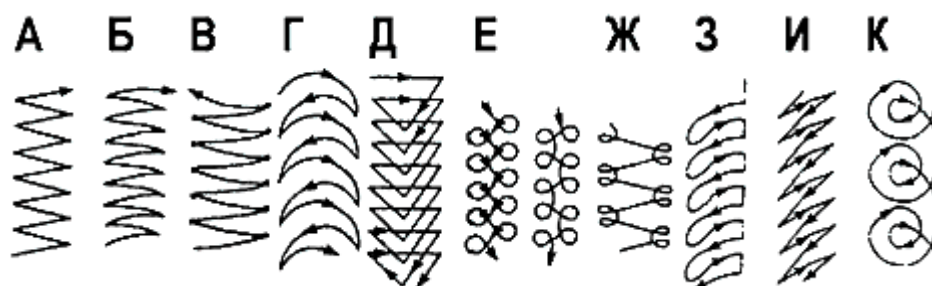


Рис. 3.4. Основные виды траекторий поперечных движений конца электрода при слабом (А, В), усиленном (Е–Ж) прогреве свариваемых кромок, усиленном прогреве одной кромки (З, И), прогреве корня шва (К)

3.2.3. Техника ручной сварки в различных пространственных положениях

Техника выполнения ручной дуговой сварки во многом зависит от пространственного положения сварного шва. При сварке различают нижнее

(0–60°), вертикальное (60–120°) и потолочное (120–180°) положения (рисунок 3.5).

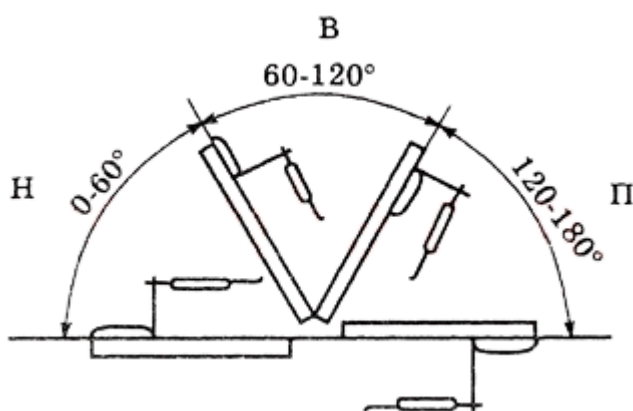


Рис. 3.5. Различные положения изделия при ручной дуговой сварке

При ручной сварке в нижнем положении основная проблема состоит в том, чтобы обеспечить полное проплавление сечения без образования прожогов.

На рисунке 3.6 приведены различные варианты выполнения швов в нижнем положении. При сварке односторонних швов на весу (рисунок 3.6), как правило, очень трудно избежать непроваров или прожогов, поэтому для односторонних швов обычно применяют способы удержания сварочной ванны:

- сварка на съемной медной подкладке (рисунок 3.6 б);
- сварка на остающейся стальной подкладке (рисунок 3.6 в);
- наложение подварочного шва (рисунок 3.6 г);
- вырубка непровара с последующей заваркой корня шва (рисунок 3.6 д).

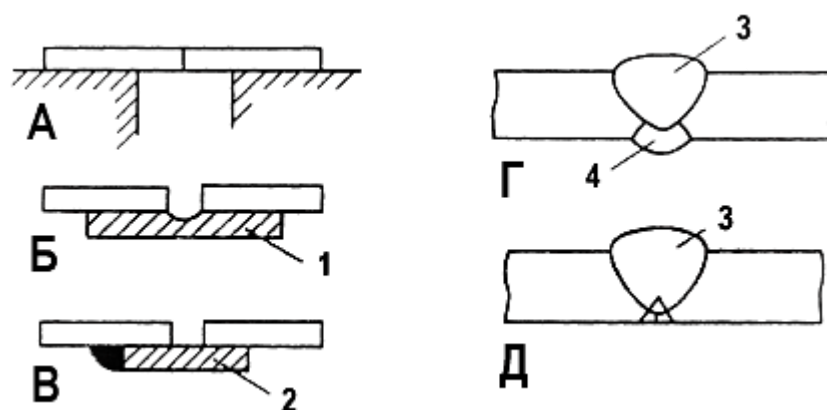


Рис. 3.6. Различные варианты выполнения швов в нижнем положении

Сварку угловых швов в нижнем положении можно выполнять двумя способами: при повороте изделия на 45° (так называемое положение «в лодочку») и наклонным электродом (рисунок 3.7). Сварка «в лодочку» более предпочтительна, так как при сварке наклонным электродом из-за отекания расплавленного металла трудно предупредить подрез по вертикальной плоскости и обеспечить провар по нижней плоскости.

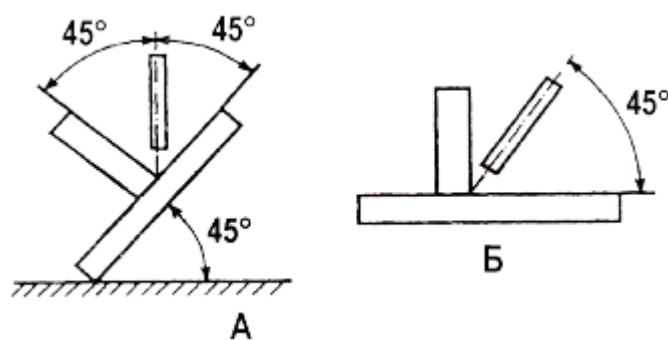


Рис. 3.7. Техника выполнения угловых швов. Способы удержания сварочной ванны ручной дуговой сварке: А – «в лодочку»; Б – наклонным электродом.
стальная подкладка

При ручной сварке в вертикальном положении стекание расплавленного металла также оказывает существенное влияние на формирование шва и глубину проплавления (рисунок 3.8). Вертикальные швы обычно выполняют на подъем. В этом случае удастся обеспечивать

требуемый провар и поддерживать расплавленный металл на кромках. Однако производительность сварки низкая и увеличивается при сварке на спуск. Однако из-за малой глубины проплавления это возможно только для тонкого металла и при применении специальных электродов.

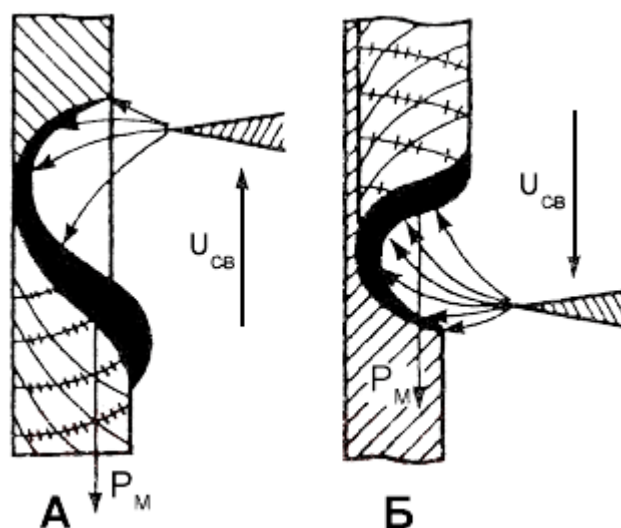


Рис. 3.8. Ручная дуговая сварка швов в вертикальном положении

Особенно неблагоприятные условия формирования шва наблюдаются при выполнении на вертикальной плоскости горизонтальных швов, так как расплавленный металл натекает на нижнюю свариваемую деталь.

Достаточно сложна и ручная сварка в потолочном положении. Расплавленный металл в сварочной ванне в этом случае удерживается от вытекания силой поверхностного натяжения (рисунок 3.9). Поэтому необходимо, чтобы вес расплавленного металла не превысил эту силу. Для этого стремятся уменьшить размеры сварочной ванны, выполняя сварку периодическими короткими замыканиями, давая возможность металлу шва частично закристаллизоваться. Применяют также уменьшенные диаметры электродов, снижают силу сварочного тока, используют специальные электроды, обеспечивающие получение вязкой сварочной ванны.

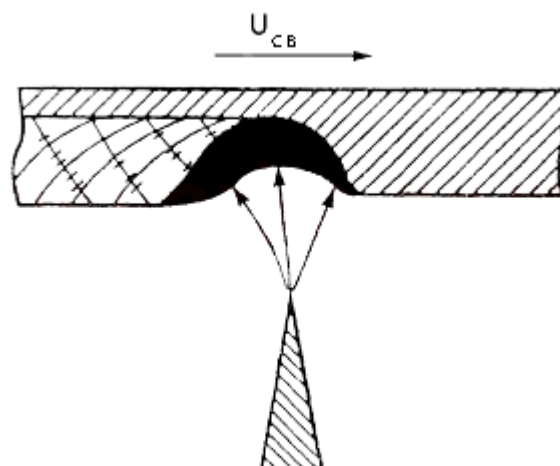


Рис. 3.9. Формирование ванны и шва при ручной дуговой сварке в потолочном положении

3.2.4. Преимущества и недостатки ручной дуговой сварки

Преимущества ручной дуговой сварки:

- возможность сварки в любых пространственных положениях;
- возможность сварки в местах с ограниченным доступом;
- сравнительно быстрый переход от одного свариваемого материала к другому;
- возможность сварки самых различных сталей благодаря широкому выбору выпускаемых марок электродов;
- простота и транспортабельность сварочного оборудования.

Недостатки ручной дуговой сварки:

- низкие КПД и производительность по сравнению с другими технологиями сварки;
- качество соединений во многом зависит от квалификации сварщика;
- вредные условия процесса сварки.

3.3. Технология газовой сварки, кислородной и газозлектрической резки

При газопламенной обработке металлов в качестве источника теплоты используется газовое пламя – пламя горючего газа, сжигаемого для этой цели в специальных горелках.

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.

Газовая сварка - это сварка плавлением, при которой металл в зоне соединения нагревается до расплавления газовым пламенем (рисунок 3.10).

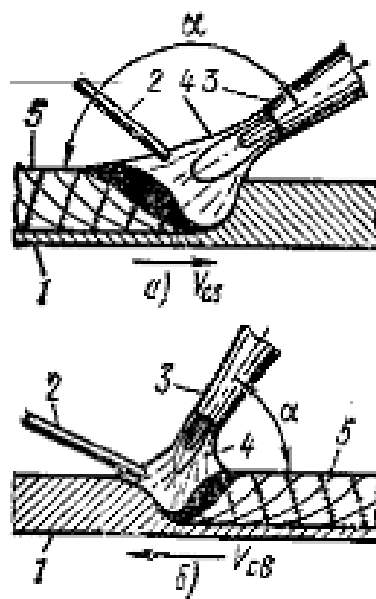


Рис. 3.10. Схема газовой сварки: а – правым способом, б – левым способом

При нагреве газовым пламенем 4 кромки свариваемых заготовок 1 расплавляются вместе с присадочным металлом 2, который может дополнительно вводиться в пламя горелки 3. После затвердевания жидкого металла образуется сварной шов 5.

К преимуществам газовой сварки относятся: простота способа, несложность оборудования, отсутствие источника электрической энергии.

К недостаткам газовой сварки относятся: меньшая производительность, сложность механизации, большая зона нагрева и более низкие механические свойства сварных соединений, чем при дуговой сварке.

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.

В практике применяют два способа сварки - правый и левый (рисунок 3.10) При правом способе сварку ведут слева на право, сварочное пламя направляют на сваренный участок шва, а присадочную проволоку перемещают вслед за горелкой. Так как при правом способе пламя направлено на сваренный шов, то обеспечивается лучшая защита сварочной ванны от кислорода и азота воздуха, большая глубина плавления, замедленное охлаждение металла шва в процессе кристаллизации. Теплота пламени рассеивается меньше, чем при левом способе, поэтому угол разделки кромок делается не 90° , а $60-70^\circ$, что уменьшает количество наплавленного металла и коробление. При правом способе производительность на 20-25% выше, а расход газов на 15-20 % меньше, чем при левом. Правый способ целесообразно применять при сварке металла толщиной более 5 мм и металлов с большой теплопроводностью.

При левом способе сварку ведут справа налево, сварочное пламя направляют на ещё не сваренные кромки металла, а присадочную проволоку перемещают впереди пламени. При левом способе сварщик хорошо видит свариваемый металл, поэтому внешний вид шва лучше, чем при правом способе; предварительный подогрев кромок свариваемого металла обеспечивает хорошее перемешивание сварочной ванны. Благодаря этим свойствам левый способ наиболее распространён и применяется для сварки тонколистовых материалов и легкоплавких металлов.

Мощность сварочной горелки при правом способе выбирают из расчёта 120-150 дм³/ч ацетилена, а при левом -100-130 дм³/ч на 1 мм толщина свариваемого металла.

Диаметр присадочной проволоки выбирают в зависимости от толщины свариваемого металла и способа сварки. При правом способе сварки диаметр присадочной проволоки $d=S/2$ мм., но не более 6 мм, при левом $d=S/2+1$ мм, где S - толщина свариваемого металла, мм

Скорость нагрева регулируют изменением угла наклона мундштука к поверхности свариваемого металла (рисунок 3.11 а).

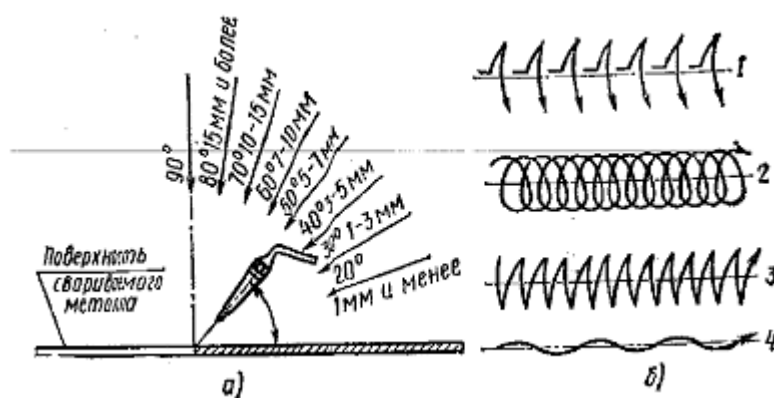


Рис. 3.11. Углы наклона мундштука горелки при сварке различных толщин (а) и способы перемещения мундштука горелки (б): 1 – с отрывом горелки; 2 – спиралеобразный, 3 – полумесяцем, 4 – волнистый

Чем толще металл и больше его теплопроводность, тем больше угол наклона мундштука к поверхности свариваемого металла.

В процессе сварки газосварщик концом мундштука горелки совершает одновременно два движения: поперечное (перпендикулярно оси шва) и продольное (вдоль оси шва). Основным является продольное движение. Поперечное движение служит для равномерного прогрева кромок основного металла и получения шва необходимой ширины.

Газовой сваркой можно выполнять нижние, горизонтальные (на вертикальной плоскости), вертикальные и потолочные швы. Горизонтальные и потолочные швы обычно выполняют правым способом сварки, вертикальные снизу вверх - левым способом.

При сварке место соединения нагревают до расплавления высокотемпературным газовым пламенем. При нагреве газосварочным пламенем кромки свариваемых заготовок расплавляются, а зазор между ними заполняется присадочным металлом, который вводят в пламя горелки извне. Газовое пламя получают при сгорании горючего газа в атмосфере технически чистого кислорода.

Кислородный баллон представляет собой стальной цилиндр со сферическим днищем и горловиной для крепления запорного вентиля. На нижнюю часть баллона насаживается башмак, позволяющий ставить баллон вертикально. На горловине имеется кольцо с резьбой для навертывания защитного колпака. Средняя жидкостная вместимость баллона 40 дм³. При давлении 15 МПа он вмещает ~ 6000 дм³ кислорода.

Ацетиленовые баллоны окрашивают в белый цвет и делают на них надпись красной краской «Ацетилен». Их конструкция аналогична конструкции кислородных баллонов. Давление ацетилена в баллоне 1,5 МПа. В баллоне находится пористая масса (активизированный уголь) и ацетон. Растворения ацетилена в ацетоне позволяет поместить в малом объеме большое количество ацетилена. Растворенный в ацетоне ацетилен пропитывает пористую массу и становится безопасным.

При газовой сварке заготовки нагреваются более плавно, чем при дуговой; это и определяет основные области ее применения: для сварки металлов малой толщины (0,2 – 3 мм); легкоплавких цветных металлов и сплавов, требующих постепенного нагрева и охлаждения, например, инструментальных сталей, чугуна, латуней; для пайки и наплавочных работ; для подварки дефектов в чугунных и бронзовых отливках. При увеличении толщины металла производительность газовой сварки резко снижается. При этом за счет медленного нагрева свариваемые изделия значительно деформируются. Это ограничивает применение газовой сварки.

Газокислородная резка заключается в сжигании металла в струе кислорода и удалении этой струей образующихся оксидов. При горении железа в кислороде выделяется значительное количество теплоты.

Для обеспечения нормального процесса резки металл должен отвечать следующим требованиям: температура его плавления должна быть выше температуры горения в кислороде; температура плавления оксидов металла должна быть ниже температуры его плавления; количество теплоты, выделяющееся при сгорании металла в кислородной струе, должно быть достаточным для поддержания непрерывного процесса резки; теплопроводность металла не должна быть слишком высокой, в противном случае теплота слишком интенсивно отводится и процесс резки прекращается; образующиеся оксиды должны быть достаточно жидкотекучими и легко выдуваться вниз струей режущего кислорода.

Практически указанным требованиям отвечают железо, низкоуглеродистые и низколегированные стали.

По характеру и направленности кислородной струи различают следующие способы резки.

Разделительная резка – режущая струя направлена нормально к поверхности металла и прорезает его на всю толщину. Разделительной резкой раскраивают листовую сталь, разрезают профильный материал, вырезают косынки, круги, фланцы и т.п. Поверхностная резка – режущая струя направлена под очень малым углом к поверхности металла (почти параллельно ей) и обеспечивают грубую ее строжку или обдирку. Ею удаляют поверхностные дефекты отливок.

Резка кислородным копьём – копьё образуется стальной тонкостенной трубкой, присоединенной к рукоятке и свободным концом прижатой к прожигаемому металлу. Кислородным копьём отрезают прибыли крупных отливок, прожигают летки в металлургических печах, отверстия в бетоне и т. п. Резка может быть ручной и машинной.

Газоэлектрическая резка - это процесс резки металла, источником подогрева служит электроэнергия, а дальнейший расплав происходит струей газа. Поверхность нагревается до необходимой температуры, при которой легко воспламеняется выходящий из сопла газ о поверхность металла.

Газоэлектрическая резка должна производиться дистанционным путем, так как для этого есть ряд причин:

- применяются сжатые газы, водород, они могут образовывать взрывчатую смесь;
- используется ток высокого напряжения, что также является небезопасным,
- применяются компрессоры и электрические машины, совершающие вращающие движения;
- воздействие дуги, оказывающее тепловое и сильное световое излучение; выделяющиеся вредные пары и газы, а также опасные брызги расплавленного металла.

Для безопасности рабочего места пользуются специальными диэлектрическими ковриками безопасности для изоляции от земли и применяют диэлектрические перчатки. При газоэлектрической резке необходимо учитывать, что при резании углов на большой скорости идет потеря технологическому процессу, что нерационально, так как контур вырезаемой детали искажается. Максимальная скорость оптимальна при сквозной прямолинейной резке. Скорость понижается, когда вырезается замкнутый контур, это придает процессу резки минимальное отставание и более высокое качество.

В последнее время широко распространены некоторые способы газоэлектрической резки металла - это воздушно-дуговой метод, плазменно-дуговой и плазменный. Эти способы достаточно перспективные и позволяют резать многие металлы и их сплавы достаточно качественно.

При таком способе резания используют низкотемпературную плазму, которую обычно получают в электрической дуге, поэтому ее называют

дуговой плазмой. Электрический дуговой разряд служит источником тепловой энергии, и он отличается высокой плотностью тока и относительно низким напряжением. Температура дуги, образующаяся из газа, составляет 4000 - 5000⁰С. Такой газ обычно называют низкотемпературной плазмой, так как этот газ содержит огромное количество положительно и отрицательно заряженных частиц и их соотношение такое, что общий заряд равен нулю.

Газоэлектрическая резка металла находит широкое применение благодаря эффективности работы, так как такая резка значительно экономит время реза, сокращает рабочую силу и повышает качество обрабатываемого металла.

3.4. Дефекты сварных соединений

Дефекты в соединениях бывают двух типов: внешние и внутренние. В сварных соединениях к внешним дефектам относят наплывы подрезы, наружные непровары и несплавления, поверхностные трещины и поры. К внутренним – скрытые трещины и поры, внутренние непровары и несплавления, шлаковые включения и др. В паяных соединениях внешними дефектами являются наплывы и натеки припоя, неполное заполнение шва припоем; внутренними – поры, включения флюса, трещины и др.

Качество сварных и паяных соединений обеспечивают предварительным контролем материалов и заготовок, текущим контролем за процессом сварки и пайки и приемочным контролем готовых сварных или паяных соединений.

Дефектом называется каждое отдельное несоответствие продукции требованиям, установленным нормативной документацией. Различают дефекты подготовки (и сборки) изделий под сварку и сварочные дефекты.

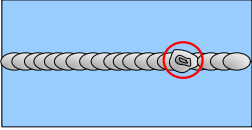
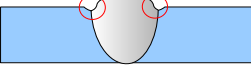

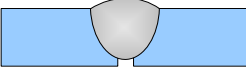

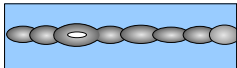
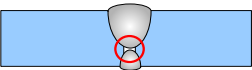
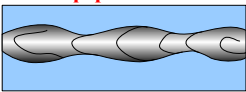
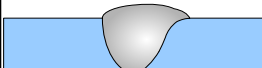

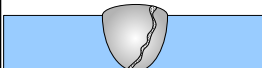
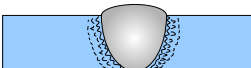
Наиболее характерные дефекты подготовки (и сборки):

- неправильный угол скоса кромок в швах при сварке плавлением с V-, U- и X-образной разделкой;

- неравномерное притупление по длине кромок или непостоянство зазора между ними;
- несовпадение стыкуемых плоскостей;
- расслоение и загрязнение на кромках и т.п.

Сварочные дефекты различают по их типам и видам. В сварных соединениях могут иметь место несплошности, макро- и микро-неоднородности и другие несовершенства структуры. Классификация дефектов приведена в таблице 3.1

Таблица 3.1. Дефекты сварного шва

Дефекты	Причина	Дефекты	Причина
<p>Кратеры</p> 	<p>Обрыв дуги . Неправильное выполнение конечного участка шва</p>	<p>Подрезы</p> 	<p>Большой сварочный ток . Длинная дуга . При сварке угловых швов смещение электрода в сторону вертикальной стенки</p>
<p>Поры</p> 	<p>Быстрое охлаждение шва . Загрязнение кромок маслом, ржавчиной и т.д. Непросушенные электроды . Высокая скорость сварки</p>	<p>Непровар</p> 	<p>Малый угол скоса вертикальных кромок . Малый зазор между ними . Загрязнение кромок . Недостаточный сварочный ток . Завышенная скорость сварки</p>
<p>Включения шлака</p> 	<p>Грязь на кромках . Малый сварочный ток . Большая скорость сварки</p>	<p>Прожоги</p> 	<p>Большой ток при малой скорости сварки . Большой зазор между кромками . Под свариваемый шов плохо поджата флюсовая подушка или медная подкладка</p>
<p>Несплавления</p> 	<p>Плохая зачистка кромок . Большая длина дуги . Недостаточный сварочный ток . Большая скорость сварки</p>	<p>Неравномерная форма шва</p> 	<p>Неустойчивый режим сварки . Неточное направление электрода</p>
<p>Наплыв</p> 	<p>Большой сварочный ток . Неправильный наклон электрода . Излишне длинная дуга</p>	<p>Трещины</p> 	<p>Резкое охлаждение конструкции . Высокие напряжения в жестко закрепленных конструкциях . Повышенное содержание серы или фосфора</p>
<p>Свищи</p> 	<p>Низкая пластичность металла шва. Образование закалочных структур. Напряжение от неравномерного нагрева</p>	<p>Перегрев (пережог) металла</p> 	<p>Чрезмерный нагрев околошовной зоны . Неправильный выбор тепловой мощности . Завышенные значения мощности пламени или сварочного тока</p>

Анализ влияний дефектов на работоспособность соединений показывает, что опасность дефектов зависит от их типа, определяемого геометрическими и технологическими признаками их вида, а также внешних конструктивно-эксплуатационных факторов (свойства материалов, виды нагрузок, агрессивность среды и т. п.).

В зависимости от принципа работы контрольных средств подразделяются на: радиационные, ультразвуковые, магнитные и электромагнитные, капиллярные и течеискания. Указанные методы позволяют обнаружить внутренние и наружные дефекты в металлах различного химического состава.