

1 ПРИМЕНЕНИЕ СВАРКИ

1.1 Назначение сварки

Сварка является одним из ведущих технологических процессов обработки металлов. Большие преимущества сварки обеспечили ее широкое применение в народном хозяйстве; без нее сейчас немыслимо производство судов, автомобилей, самолетов, турбин, котлов, реакторов, мостов и других конструкций. Перспективы сварки, как в научном, так и в техническом плане, безграничны. Применение сварки способствует совершенствованию машиностроения и развитию новых отраслей техники – ракетостроения, атомной энергетики, радиоэлектроники. Развитие сварки требует серьезного повышения уровня теоретических знаний и практической подготовки квалифицированных рабочих.

1.2 Общие сведения об основных видах сварки

Сваркой называется процесс получения неразъемных соединений посредством установления межатомных связей между свариваемыми частями при их нагревании или пластическом деформировании, или совместном действии того и другого (ГОСТ 2601-84).

Различают два вида сварки: сварку плавлением и сварку давлением.

Сущность сварки плавлением состоит в том, что металл по кромкам свариваемых частей оплавляется под действием теплоты источника нагрева. Источником нагрева могут быть электрическая дуга, газовое пламя, расплавленный шлак, плазма, энергия лазерного луча. При всех видах сварки плавлением образующийся жидкий металл одной кромки соединяется и перемешивается с жидким металлом другой кромки, создается общий объем жидкого металла, который называется сварочной ванной. После затвердевания металла сварочной ванны получается сварной шов.

Среди большого разнообразия различных видов сварки плавлением ведущее место занимает дуговая сварка, источником теплоты при которой служит электрическая дуга.

					ПЭР -310 - 013	3
		N				

2 ХАРАКТЕРИСТИКА ЛЕГИРОВАННЫХ СТАЛЕЙ

Сталь, содержащая один или несколько легирующих элементов, вводимых для придания изделию определенных физико-механических свойств, называется легированной. Содержание некоторых элементов, когда они не являются легирующими, не должно превышать [1]:

кремния (Si) – 0,5%;

марганца (Mn) – 0,8%;

хрома (Cr) – 0,3%;

никеля (Ni) – 0,3%;

меди (Cu) – 0,3%

Легированные стали подразделяют на подклассы: низко-, средне-, и высоколегированные. Низколегированная сталь – это сталь, легированная одним элементом при содержании его не более 2% (по верхнему пределу) или несколькими элементами при суммарном их содержании 3,5% (по верхнему пределу). Среднелегированная сталь, легированная одним элементом, при содержании его не более 8% (по верхнему пределу) или несколькими элементами при суммарном их содержании, как правило, не более 12% (по верхнему пределу). Высоколегированная — это сталь с суммарным содержанием легирующих элементов не менее 10% (по верхнему пределу), при содержании одного из них не менее 8% (по нижнему пределу), при содержании железа более 45%.

Маркировка всех легированных конструкционных сталей однотипная. Первые две цифры обозначают содержание углерода в сотых долях процента, буквы являются условным обозначением легирующих элементов, цифра после буквы обозначает содержание легирующего элемента в %, причем содержание, равное 1% и меньше, не ставится, буква «А» в конце марки показывает, что сталь высококачественная и имеет пониженное содержание серы и фосфора.

Основными элементами, влияющими на свойства стали, являются углерод, марганец и кремний.

					ПЭР -310 - 013	5
		N				

Для определения эквивалента углерода Международным институтом сварки рекомендуется формула [1]:

$$C_{\text{э}} = C + \frac{\text{Mn}}{6} + \frac{\text{Cr} + \text{Mo} + \text{V}}{5} + \frac{\text{Ni} + \text{Cu}}{15}$$

При подсчете $C_{\text{э}}$ содержание химических элементов принимается в процентах.

Если $C_{\text{э}}$ меньше 0,4% , то трещины в зоне термического влияния не возникают.

При $C_{\text{э}} = (0,4 \div 0,7\%)$ – необходим предварительный подогрев.

Если $C_{\text{э}} = (0,7 \div 1,0\%)$ – нужны предварительный и сопутствующий подогрев.

При $C_{\text{э}}$ более 1,0% сталь не сваривается обычными (традиционными) методами сварки плавлением.

Образование холодных трещин уменьшается путем выбора рационального способа и технологии сварки, предварительного подогрева, снижения содержания водорода в сварном соединении, применения отпуска после сварки.

Элементами, обуславливающими возникновение горячих трещин, являются прежде всего сера, затем углерод, фосфор, кремний и др. Элементами, повышающими стойкость швов против трещин и нейтрализующими действие серы, являются: марганец, кислород, титан, хром, ванадий.

Предупреждение образования горячих трещин может быть достигнуто путем уменьшения количества и сосредоточения швов, выбора оптимальной формы разделки кромок, устранения излишней жесткости креплений, предварительного подогрева, применения электродного металла с более низким содержанием углерода и кремния.

Низколегированные стали хорошо свариваются всеми способами сварки плавлением. Получение при сварке равнопрочного сварного соединения, особенно термоупрочненных сталей, вызывает некоторые трудности и требует определенных технологических приемов. В зонах, удаленных от высокотемпературной области, возникает холодная пластическая деформация. При наложении после-

					ПЭР -310 - 013	
		N				7

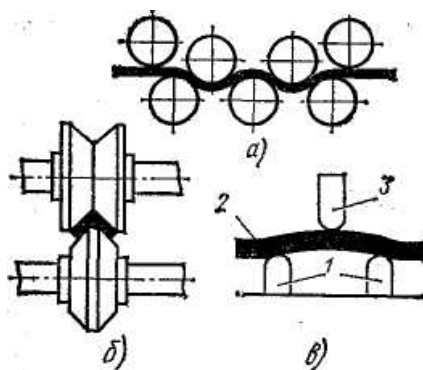
3 ПОДГОТОВКА МЕТАЛЛА ПОД СВАРКУ

Литые, кованные и штампованные заготовки обычно поступают на сварку в виде, не требующем дополнительных операций. По-другому обстоит дело с деталями из проката. После подбора металла по размерам и маркам стали необходимо выполнить следующие операции: правку, разметку, резку, обработку кромок, гибку и очистку под сварку [2].

3.1 Правка металла

Правка осуществляется созданием местной пластической деформации обычно в холодном состоянии. Наиболее частыми видами деформаций листовой стали являются волнистость, местные выпучины и вогнутости, заломленные кромки, серповидность в плоскости листа.

Для правки листов и полос толщиной от 0,5 до 50 мм широко используют многовалковые машины (число валков более пяти). Исправление достигается многократным изгибом при пропускании листов между верхним и нижним рядами валков, расположенных в шахматном порядке (рис. 3.1, а) [2].



а – на листопрямильных вальцах; б – в углопрямильных вальцах, в – на прессе (1 — опора, 2 — профиль, 3 — толкатель)

Рисунок 3.1 – Схема правки листовых и профильных элементов

Листы толщиной менее 0,5 мм правят растяжением с помощью приспособлений на прессах или на специальных растяжных машинах. Мелко- и среднесортвой, а также профильный прокат правят на роликовых машинах (рис. 3.1, б), рабо-

3.3 Резка металла и обработка кромок.

Механическую резку производят на ножницах, на отрезных станках и в штампах на прессах. Для резки используют ножницы листовые с наклонным ножом, высечные, дисковые, комбинированные, пресс-ножницы, сортовые для резки уголка, швеллеров и двутавров, ручные пневматические и электрические. Листовые детали с прямолинейными кромками из металла толщиной до 40 мм, как правило, режут на гильотинных ножницах и пресс-ножницах. Дисковые ножницы, резка которыми осуществляется за счет круглых вращающихся ножей, позволяют вырезать листовые детали с непрямолинейными кромками толщиной до 20-25 мм. Для получения листовой детали заданной ширины с параллельными кромками дисковые ножи располагают попарно на заданном расстоянии друг от друга. При поперечной резке фасонного проката применяют пресс-ножницы и комбинированные ножницы с фасонными ножами. Отрезные станки применяют для резки труб, фасонного и сортового материала. На отрезных станках можно резать металл больших сечений, чем на ножницах: при этом обеспечивается более высокое качество реза. Однако трудоемкость резки на отрезных станках значительно выше, чем при резке на ножницах. Поэтому отрезные станки используют для профилей, которые невозможно резать на ножницах, например, для резки труб, профилей большого сечения, профилей под углом или в случаях, когда необходимо обеспечить высокую точность реза. Детали сварных конструкций вырезают на отрезных станках с дисковыми и ленточными пилами, трубоотрезных станках, на станках с абразивными кругами, в некоторых случаях гладким диском за счет сил трения. Производительным является процесс вырубki в штампах заготовок под сварку в массовом производстве.

Термическая разделительная резка менее производительна, чем резка на ножницах, но более универсальна и применяется для получения свариваемых заготовок разных толщин как прямолинейного, так и криволинейного профиля.

В настоящее время наряду с газовой резкой все шире применяют плазменно-дуговую резку, позволяющую обрабатывать практически любые металлы и сплавы. Использование в качестве плазмообразующего газа сжатого воздуха обеспе-

					ПЭР -310 - 013	11
		N				

3.6 Очистка поверхности металла под сварку

Очистку применяют для удаления с поверхности металла средств консервации, загрязнений, смазочно-охлаждающих жидкостей, ржавчины, окалины, заусенцев, графа и шлака.

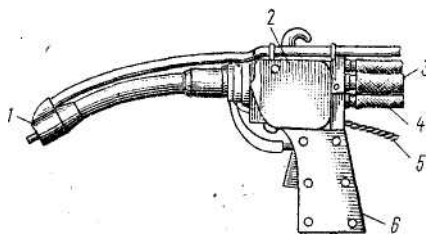
При сварке металла с неочищенной поверхностью возникают различные дефекты шва: поры и трещины, а также ухудшается формирование шва. Для очистки проката, деталей и сварных узлов используют механические и химические методы. К механическим методам относятся дробеструйная и дробеметная обработка, зачистка металлическими щетками, иглофрезами, шлифовальными кругами и лентами.

Дробеструйную и дробеметную очистку применяют для листового и профильного проката и сварных узлов с целью очистки от окалины, ржавчины и загрязнений при толщине металла 3 мм и более. В дробеструйных аппаратах дробь выбрасывается на очищаемую поверхность через сопло с помощью сжатого воздуха, в дробеметных аппаратах — лопатками вращающегося ротора за счет центробежной силы.

Дробеструйную и дробеметную очистку осуществляют в камерах, оборудованных для размещения и транспортировки очищаемых изделий, устройствами для сбора, очистки и возврата дроби в дробеструйный аппарат и для вытяжки загрязненного воздуха. Заготовки и прокат перед сваркой очищают обычно дробеметным методом, сварные узлы (в труднодоступных местах) — дробеструйным.

Химическими методами очистки обезжиривают и травят поверхности свариваемых деталей. Различают ванный и струйный методы. В первом случае детали последовательно опускают в ванны с различными растворами и выдерживают в каждом из них определенное время. Во втором случае поверхность деталей обрабатывается последовательно струями раствора различного состава, что позволяет осуществлять непрерывный процесс очистки. Химический способ очистки эффективен, однако в производстве сварных конструкций используется главным образом для очистки цветных металлов.

Пистолет полуавтомата ПШПА-7 приведен на рисунке 4.5.



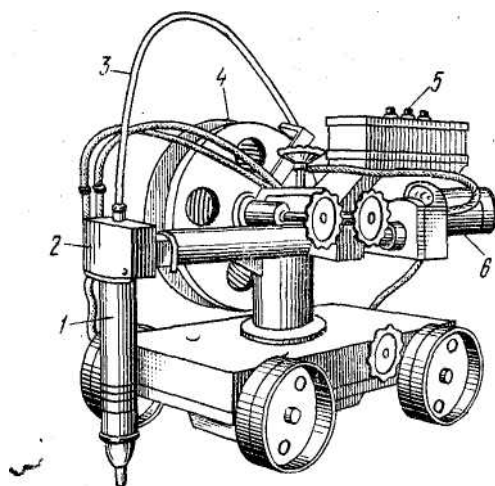
1 – сопло, 2 – механизм подачи проволоки, 3 – шланг для подачи проволоки, 4 – шланг для подвода аргона, 5 – провода управления, 6 – рукоятка.

Рисунок 4.5 – Пистолет полуавтомата ПШПА-7

Пистолет предназначен для сварки многослойных швов деталей из алюминия, магния и их сплавов с толщиной кромок до 100...150 мм. Для предохранения от перегрева пистолет имеет водяное охлаждение.

4.3 Автоматическая сварка

Автоматическая сварка может производиться как неплавящимся, так и плавящимся электродом. На рисунке 5.6 представлен автомат УДПГ-300 для сварки в защитном газе.



1 – сварочная головка, 2 – механизм подачи проволоки, 3 – электродная проволока, 4 – кассета с электродной проволокой, 5 – кнопки управления, 6 – электродвигатель механизма подачи.

Рисунок 4.6 – Автомат УДПГ-300 для сварки в защитном газе

	N			

5.1 Полярность и ток

При аргонодуговой сварке 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 сварки снижается. При автоматической и полуавтоматической сварке плавящимся электродом применяется постоянный ток обратной полярности, при котором обеспечивается высокая производительность. 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 [3].

При сварке переменным током неплавящимся электродом необходимо, чтобы источник тока имел более высокое напряжение холостого хода. Это обеспечивает устойчивое горение дуги и стабилизирует процесс сварки. Однако в связи с ограничением напряжения по условиям техники безопасности применяют ток допустимого напряжения, на который накладывают 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 при-

5.3 Расход аргона

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, приведенные в табл. 5.1

Таблица 5.1 – Рекомендуемый расход аргона

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. Дугу возбуждают 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 [3].

5.4 Ручная аргонодуговая сварка

Ручную сварку листов малой толщины (до 6 мм) производят левым способом, при котором горелка перемещается по шву справа налево. Листы большой толщины (более 12 мм) сбивают 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 $75...80^\circ$. Присадочный пруток вводится в зону дуги под углом $10...15^\circ$ к поверхности свариваемых листов, т. е. почти перпендикулярно оси мундштука горелки. При сварке листов большей толщины ось мундштука горелки располагают почти перпендикулярно поверхности свариваемых листов.

Длина дуги при аргонодуговой сварке небольшая и составляет 1,5...2,5 мм при длине выступающего вольфрамового электрода 6...12 мм. Дугу следует гасить постепенно, увеличивая дуговой промежуток. Подачу аргона в зону дуги сле-

6 ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

6.1 Виды травматизма

При электросварочных работах возможны следующие виды производственного травматизма: поражение электрическим током; поражение зрения и открытой поверхности кожи лучами электрической дуги; ожоги от капель металла и шлака; отравление организма вредными газами, пылью и испарениями, выделяющимися при сварке; ушибы, ранения и поражения от взрывов баллонов сжатого газа и при сварке сосудов из-под горючих веществ.

6.2 Защита от поражения электрическим током.

При исправном состоянии оборудования и правильном выполнении сварочных работ возможность поражения током исключается. Однако в практике возможны поражения электрическим током вследствие неисправности сварочного оборудования или сети заземления; неправильного подключения сварочного оборудования к сети; неисправности электропроводки и неправильного ведения сварочных работ. Поражение от электрического тока происходит при прикосновении к токонесущим частям электропроводки и сварочной аппаратуры.

Напряжение холостого хода источников питания дуги достигает 90 В, а при плазменно-дуговой резке – 200 В. Учитывая, что сопротивление человеческого организма в зависимости от его состояния (утомленность, состояние здоровья, влажность кожи) может изменяться в пределах от 1000 до 20 000 Ом, указанные выше напряжения являются очень опасными для жизни. Поражение током более 0,05 А может вызвать тяжелые последствия и даже смерть.

Опасность поражения сварщика и подсобных рабочих током особенно велика при сварке крупногабаритных резервуаров, во время работы внутри емкостей лежа или полулежа на металлических частях свариваемого изделия или при выполнении наружных работ в сырую погоду, в сырых помещениях, котлованах, колодцах и др.

При работах внутри резервуара или при сварке сложной конструкции, а также при сварке емкостей из-под горючих и легковоспламеняющихся жидкостей к сварщику назначается дежурный наблюдатель, который обязан обеспечить безопасность работ и при необходимости оказать первую помощь. При поражении электрическим током пострадавшего необходимо освободить от электропроводов, обеспечить доступ свежего воздуха и, если пострадавший потерял сознание, немедленно вызвать скорую медицинскую помощь. При необходимости до прибытия врача надо производить искусственное дыхание.

6.3 Защита от излучения

Защита зрения и открытой поверхности кожи от лучей электрической дуги. Горение сварочной дуги сопровождается излучением видимых ослепительно ярких световых лучей и невидимых ультрафиолетовых и инфракрасных лучей.

Яркость видимых лучей значительно превышает норму, допускаемую для человеческого глаза, и поэтому, если смотреть на дугу невооруженным глазом, то она производит ослепляющее действие. Ультрафиолетовые лучи даже при кратковременном действии в течение нескольких секунд вызывают заболевание глаз, называемое электрофтальмией. Оно сопровождается острой болью, резью в глазах, слезотечением, спазмами век. Продолжительное облучение ультрафиолетовыми лучами вызывает ожоги кожи.

Инфракрасные лучи при длительном воздействии вызывают помутнение хрусталиков глаза (катаракту), что может привести к временной частичной и даже полной потере зрения. Тепловое действие инфракрасных лучей вызывает ожоги кожи лица.

Для защиты зрения и кожи лица от световых и невидимых лучей дуги электросварщики и их подручные должны закрывать лицо щитком, маской или шлемом, в смотровые отверстия которых вставлено специальное стекло — светофильтр. Светофильтр выбирают в зависимости от сварочного тока и вида сварочных работ.

Концентрация нетоксичной пыли более 10 мг/м³ не допускается. Однако если содержание кварца в пыли превышает 10%, то концентрация нетоксичной пыли допускается только до 2 мг/м³.

Удаление вредных газов и пыли из зоны сварки, а также подача чистого воздуха осуществляются местной и общей вентиляцией. При оборудовании сварочных кабин обязательно предусматривается местная вытяжная вентиляция с верхним, боковым или нижним отсосом, удаляющая газы и пыль непосредственно из зоны сварки. Общая вентиляция должна быть приточно-вытяжной, производящей отсос загрязненного воздуха из рабочих помещений и подачу свежего. В зимнее время воздух подогревают до температуры 20—22° С с помощью специального нагревателя-калорифера.

При сварке в закрытых резервуарах и замкнутых конструкциях необходимо обеспечить подачу свежего воздуха под небольшим давлением по шлангу непосредственно в зону дыхания сварщика. Объем подаваемого свежего воздуха должен быть не менее 30 м³/ч. Без вентиляции сварка в закрытых резервуарах и конструкциях не разрешается.

Вентиляционные устройства должны обеспечить воздухообмен при ручной электродуговой сварке электродами с качественными покрытиями 4000—6000 м³ на 1 кг расхода электродов, при автоматической сварке под флюсом — около 200 м³ на 1 кг расплавляемой проволоки, при сварке в углекислом газе до 1000 м³ на 1 кг расплавляемой проволоки.

6.6 Предотвращение взрывов.

Взрывы возможны при неправильной транспортировке, хранении и использовании баллонов со сжатыми газами, при сварочных работах в различных емкостях без предварительной тщательной их очистки от остатков горючих веществ.

Баллоны транспортируют с накрученными предохранительными колпаками на поддресоренном транспорте или на специальных тележках. При этом толчки и удары недопустимы. Нельзя устанавливать баллоны вблизи нагревательных приборов или под солнечными лучами. На рабочем месте баллоны должны быть на-

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современный технический прогресс в промышленности неразрывно связан с совершенствованием сварочного производства. Сварка, как высокопроизводительный процесс изготовления неразъемных соединений, находит широкое применение при изготовлении металлургического, кузнечно-прессового, химического и энергетического оборудования, различных трубопроводов, в сельскохозяйственном и тракторном машиностроении, в производстве строительных и других конструкций.

Сварка является таким же необходимым технологическим процессом, как обработка металлов резанием, литье, ковка, штамповка. Она часто конкурирует с этими процессами, а в некоторых случаях и вытесняет их.

					ПЭР -310 - 013	29
		N	.	.		