



Нередко для ремонта автомобиля, при строительстве дома, электромонтаже или же обычном бытовом ремонте необходима сварка. Починить стальные трубы, подправить козырек крыльца, сварить ворота для дачи — без сварочного аппарата не обойтись. Для того чтобы не тратить время на поиски квалифицированного сварщика, освоите азы и нюансы сварочного ремесла, пользуясь советами и рекомендациями данного пособия. Сэкономив время и деньги, вы научитесь легко выполнять любой тип сварочных работ — от сварки листовых конструкций до создания навесов и беседок. Книга отлично подойдет не только любителям, но и специалистам-сварщикам.

- Оборудование для дуговой сварки
- Особенности сварки различных металлов
- Основные методы сварки металлоконструкций
- Сварочные работы для сада и огорода
- Сварочные работы в гараже
- Сварочные работы для украшения жилища



www.bookclub.ua

ISBN 978-617-12-5909-6



9 786171 259096



ПРАКТИКА СВАРОЧНЫХ РАБОТ В ДОМАШНИХ УСЛОВИЯХ



ПРАКТИКА СВАРОЧНЫХ РАБОТ В ДОМАШНИХ УСЛОВИЯХ

ДУГОВАЯ, ЭЛЕКТРОДУГОВАЯ,
ГАЗОПЛАМЕННАЯ, АРГОНОВАЯ
И РУЧНАЯ ДУГОВАЯ СВАРКИ



ЧУГУН, НЕРЖАВЕЙКА,
ОЦИНКОВАННАЯ СТАЛЬ,
УГЛЕРОДИСТАЯ,
НИЗКОУГЛЕРОДИСТАЯ
И ВЫСОКОУГЛЕРОДИСТАЯ СТАЛЬ



ТРУБЫ, МАНГАЛЫ, КАЧЕЛИ,
БЕСЕДКИ, ВОРОТА, НАВЕСЫ,
ГАРАЖИ, АВТОМОБИЛИ





ПРАКТИКА СВАРОЧНЫХ РАБОТ В ДОМАШНИХ УСЛОВИЯХ

ХАРЬКОВ  КЛУБ
2019  СЕМЕЙНОГО
ДОСУГА

УДК 621.791
П69



Никакая часть данного издания
не может быть скопирована или воспроизведена
в любой форме без письменного разрешения издательства

Дизайнер обложки *Юлия Дзекунова*

ISBN 978-617-12-5909-6

© Depositphotos.com / MaxHalanski, V_76, обложка, 2019
© Книжный Клуб «Клуб Семейного Досуга», издание на русском языке, 2019
© Книжный Клуб «Клуб Семейного Досуга», художественное оформление, 2019

ПРЕДИСЛОВИЕ

Добро пожаловать, многоуважаемый читатель, в волшебный мир сварочного ремесла! Почему волшебный? Потому, что каждый мастер обладает удивительной способностью превращать тот или иной материал в полезные, красивые или забавные предметы. Из набора, казалось бы, ненужных, а то и неприглядных (замасленных, заржавленных) обрезков он может создать что-то новое, нужное и удобное. Это ли не сродни волшебству? И в полной мере так можно назвать искусство повелевать металлом.

У каждого владельца частного дома или дачи в хозяйстве найдутся отходы железа. Например, вы монтировали газопровод, систему отопления или водоснабжения, и у вас остались неиспользованные трубы или просто куски металла, отрезки арматуры, гвозди, гайки, болты и т. д. Все эти, казалось бы, ненужные детали с помощью сварки можно превратить в отличные поделки, которые найдут свое применение на вашем участке. Да и в квартире городской многоэтажки сварочному аппарату скучать не придется.

Хорошо исследуйте гараж, сарай, кладовку. Возможно, там завалился старый садовый инвентарь, металлическая посуда, запчасти от автомобиля или велосипеда. Все это вам пригодится. Используя старый металл, можно сделать основание для скамейки или стола, инструменты и приспособления для работы в саду и огороде, построить беседку, навес, забор. Любите проводить свободное время на шашлыках — изготовьте из старой стальной бочки мангал или печь для летней кухни. Можно сварить качели, спортивные тренажеры и много других полезных вещей. А насколько наличие собственной сварки облегчает жизнь автолюбителю, не говоря уже о владельце частной автомастерской!

Создать поделки для дома и сада из металла своими руками с помощью сварки не сложно, даже если вы новичок в этом деле и не имеете совсем никакого опыта. Если у вас под

рукой есть сварочный аппарат, пачка электродов и самое главное — желание творить, то с помощью этой книги вы сможете соорудить оригинальные конструкции, которые займут достойное место в вашем жилище, сделают более привлекательным участок, а возможно, и помогут заработать.

Правда, на этих страницах вы не найдете теории сварки, описания физики и химии сварочных процессов, материаловедения и прочих необходимых для профессионального сварщика знаний. Вместо этого автор разместил максимально возможное количество практического материала, который позволит управляться с электродом или горелкой любому человеку, имеющему хотя бы элементарный слесарный навык. Основное требование — это соблюдение правил безопасности. Что же касается вышеупомянутых наук, в списке литературы, приведенном в конце этой книги, вы найдете достаточно хороших справочников, учебников и пособий, которые помогут вам освоить не только практику, но и теорию сварочных работ.

6

Но помните — прежде чем вы освоите электросварку, пройдет немало времени. Чтение практических руководств должно подкрепляться регулярной и упорной работой, результатом которой будет ваш собственный бесценный опыт. Зато поделки из металла, созданные своими руками даже по готовому чертежу, будут уникальными, так как сварка — это в первую очередь творчество. Поэтому тренируйтесь, вдохновляйтесь, придумывайте собственные проекты и воплощайте свои идеи в жизнь.

ТЕХНОЛОГИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ СВАРОЧНЫХ РАБОТ

В этом разделе мы рассмотрим основы практической работы сварщика — методы выполнения сварных швов электродуговой и газовой сваркой, дуговую и газовую резку металла, способы уменьшения объемных деформаций металла после сварочного процесса, а также особенности свариваемости разных сталей и чугунов.

СВАРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ И ШВЫ

Металлическую конструкцию, изготовленную с помощью сварки из отдельных деталей, называют сварной, а часть такой конструкции — сварным узлом. Сварные соединения могут быть стыковыми, угловыми, тавровыми и нахлесточными (рис. 1).

Стыковым называется сварное соединение двух элементов, расположенных в одной плоскости или на одной поверхности и примыкающих друг к другу торцами.

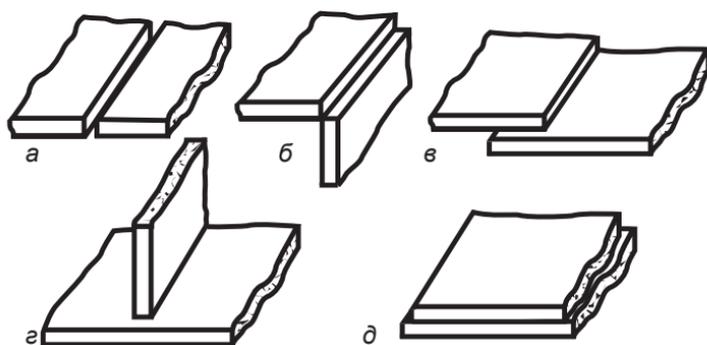


Рис. 1. Сварные соединения:
а — стыковое; б — угловое; в — нахлесточное;
г — тавровое; д — торцовое

Угловым называется соединение двух элементов, расположенных под углом и сваренных в месте примыкания их краев.

Нахлесточным называется сварное соединение, в котором свариваемые элементы расположены параллельно и перекрывают друг друга. Разновидностью нахлесточного соединения является **торцовое**, в котором боковые поверхности свариваемых элементов примыкают друг к другу.

Тавровым называется сварное соединение, в котором к боковой поверхности одного элемента примыкает под углом и приварен торцом другой элемент.

Сварные швы (рис. 2, *a—z*) могут быть стыковыми и угловыми. **Стыковой шов** — сварной шов стыкового соединения. **Угловой шов** — сварной шов углового, таврового и нахлесточного соединений. Разновидностью этих типов являются швы пробочные и прорезные, выполняемые в нахлесточных соединениях.

По форме в продольном направлении сварные швы могут быть непрерывными, прерывистыми, одно- и многослойными, одно- и двусторонними (рис. 2, *д—к*). С помощью стыковых швов образуют в основном стыковые соединения, с помощью угловых швов — тавровые, крестовые, угловые и нахлесточные соединения. С помощью пробочных и прорезных швов могут быть образованы нахлесточные и иногда тавровые соединения.

В зависимости от формы и размеров изделия швы можно выполнять в различных пространственных положениях. Согласно ГОСТ 11969—79, швы по положению в пространстве подразделяются: на нижние — Н и нижние в лодочку — Л; полугоризонтальные — Пг; горизонтальные¹ — Г; полувертикальные — Пв; вертикальные — В; полупотолочные — Пп; потолочные — П (рис. 2, *л*).

Сварные швы, применяемые для фиксации взаимного расположения, размеров и формы собираемых под сварку элементов, называются прихватками. Длина каждой прихватки составляет от 3 до 6 толщин свариваемого металла, расстояние между ними выдерживается от 20 до 40 толщин. Ставят

¹ Горизонтальные швы выполняют на вертикальной плоскости в горизонтальном направлении. (Здесь и далее примеч. авт.)

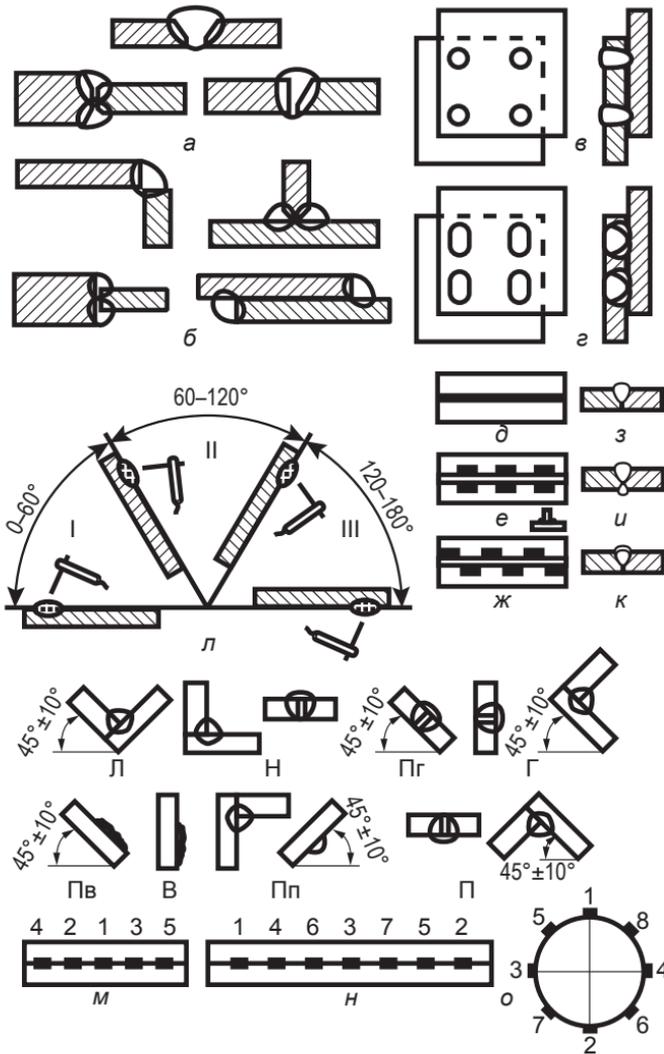


Рис. 2. Сварные швы:

a — стыковые; *б* — угловые; *в* — пробочные; *г* — прорезные;
д — непрерывные; *е* — прерывистые цепные; *ж* — прерывистые шахматные; *з* — односторонние; *и* — двусторонние;
к — многослойные (показано 2 слоя); *л* — основные и промежуточные пространственные положения сварных швов (I — нижнее; II — вертикальное или горизонтальное; III — потолочное); *м-о* — прихватки

прихватки с лицевой стороны соединения, очищают от шлака, а при сварке полностью удаляют или полностью переплавляют. На коротких и средних швах прихватки расставляют от центра к краям, поочередно в каждую сторону (рис. 2, *м*). На длинных швах поступают наоборот — прихватывают вначале края, затем центр, и поочередно с каждой стороны двигаются от краев к центру (рис. 2, *н*). При кольцевых швах (рис. 2, *о*) прихватки ставят попеременно по главным координатным осям (под 90°), а при необходимости — и по дополнительным диагоналям (под 45°).

Стыковые швы, как правило, выполняют непрерывными; отличительным признаком для них обычно служит форма разделки кромок² соединяемых деталей в поперечном сечении (рис. 3, *а—е*). По этому признаку различают следующие основные типы стыковых швов: с отбортовкой кромок (применяются при газовой сварке тонкого металла); без разделки кромок — односторонние (при толщине свариваемых деталей 1—6 мм) и двусторонние (при толщине деталей 3—8 мм); с разделкой одной кромки — односторонней, двусторонней (до 60 мм); с прямолинейной или криволинейной формой разделки; с односторонней разделкой двух кромок; с V-образной разделкой; с двусторонней разделкой двух кромок; с X-образной разделкой (с толщиной деталей до 120 мм). Разделка может быть образована прямыми линиями (скос кромок) либо иметь криволинейную форму (U-образная разделка).

Угловые швы различают по форме подготовки свариваемых кромок в поперечном сечении и плоскости шва по длине (рис. 3, *ж—и*). По форме поперечного сечения швы могут быть без разделки кромок (при толщине свариваемых деталей от 2 до 30 мм), с односторонней разделкой кромки (3—60 мм), с двусторонней разделкой кромок (до 100 мм). По протяженности угловые швы могут быть непрерывными и прерывистыми, с шахматным и цепным расположением отрезков шва (рис. 3, *д—ж*). Тавровые, нахлесточные и угловые соединения могут быть выполнены отрезками швов небольшой протяженности — точечными швами.

² Разделка кромок — придание кромок, подлежащим сварке, необходимой формы.

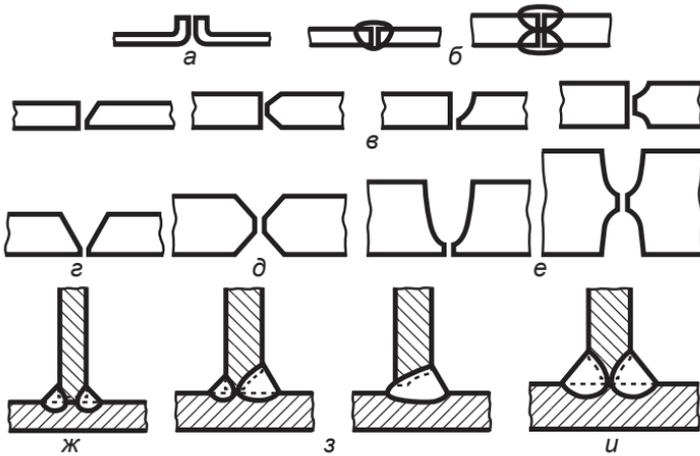


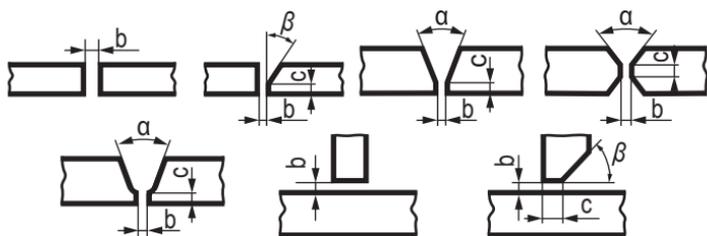
Рис. 3. Подготовка кромок стыковых (а—е) и угловых (ж—и) швов:
 а — с отбортовкой кромок; б — без разделки кромок;
 в — с разделкой одной кромки; г — с односторонней разделкой
 двух кромок; д — с Х-образной разделкой двух кромок;
 е — с U-образной разделкой; ж — без разделки;
 з — с односторонней разделкой;
 и — с двусторонней разделкой

Пробочные швы по своей форме в плане (вид сверху) обычно имеют круглую форму и получаются в результате полного проплавления верхнего и частичного проплавления нижнего листов (их часто называют электрозаклепками), либо путем проплавления верхнего листа через предварительно проделанное отверстие.

Прорезные швы, обычно удлиненной формы, получают путем приварки верхнего (накрывающего) листа к нижнему угловым швом по периметру прорези. В отдельных случаях прорезь может заполняться и полностью.

Подготовку кромок при ручной сварке регламентирует ГОСТ 5264—80. Чаще всего приходится разделять кромки при сварке металла большой толщины. Форму разделки кромок и их сборку под сварку характеризуют четыре основных конструктивных элемента: зазор b , притупление c , угол скоса кромки β и угол разделки кромок α , равный β или 2β (рис. 4). Стандартный угол разделки кромок в зависимости от спо-

состава сварки и типа соединения изменяется в пределах от $45 \pm 2^\circ$ до $12 \pm 2^\circ$. Тип разделки и величина угла разделки кромок определяют количество необходимого дополнительного металла для заполнения разделки, а значит, производительность сварки. Так, например, X-образная разделка кромок по сравнению с V-образной позволяет уменьшить объем наплавленного металла в 1,6—1,7 раза. Уменьшается время на обработку кромок. Правда, в этом случае возникает необходимость вести сварку с одной стороны шва в неудобном потолочном положении или кантовать свариваемые изделия.



12

Рис. 4. Конструктивные элементы разделки

Притупление кромки, то есть нескошенная часть торца кромки *c*, обычно составляет 2 ± 1 мм и выбирается в зависимости от толщины свариваемого металла. Его назначение — обеспечить правильное формирование шва и предотвратить прожоги в корне³ шва. Зазор *b* обычно равен 1—2 мм (допускается до 5 мм), так как при принятых углах разделки кромок наличие зазора необходимо для провара корня шва. Чем больше зазор, тем глубже проплавление металла.

Основными геометрическими параметрами сварных швов являются: при стыковых соединениях — ширина, выпуклость и глубина проплавления шва (рис. 5, *a—в*); при угловых, тавровых и нахлесточных соединениях — ширина, толщина и катет шва (рис. 5, *г, д*).

Глубина проплавления стыкового шва (h) — наибольшая глубина расплавления основного металла в сечении шва.

³ Корнем называют часть сварного шва, наиболее удаленную от его лицевой поверхности.

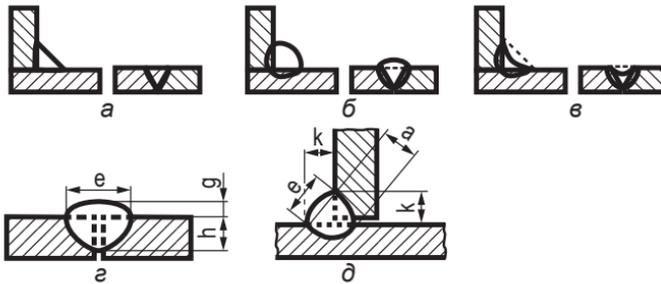


Рис. 5. Виды сварных швов (*a* — плоский; *б* — выпуклый; *в* — вогнутый) и характеристики стыкового (*з*) и углового (*д*) швов: *e* — ширина шва; *h* — глубина проплавления; *g* — выпуклость (усиление) шва; *a* — толщина шва; *k* — катет шва

Толщина углового шва (*a*) — наибольшее расстояние от поверхности углового шва до точки максимального проплавления основного металла.

Катет углового шва (*k*) — кратчайшее расстояние от поверхности одной из свариваемых частей до границы углового шва на поверхности второй свариваемой части. При симметричном угловом шве за расчетный катет принимается любой из равных катетов, при несимметричном шве — меньший.

Выпуклость сварного шва (*g*) — выпуклость шва, определяемая расстоянием между плоскостью, проходящей через видимые линии границы сварного шва с основным металлом, и поверхностью сварного шва, измеренным в месте наибольшей выпуклости.

Основным показателем формы швов является коэффициент формы сварного шва (ψ). Для стыкового шва этот коэффициент равен отношению ширины шва к глубине проплавления: $\psi = e/h$; для углового шва — отношению ширины к толщине шва: $\psi = e/a$. Форма и размеры сварного шва существенно влияют на качество сварного соединения. При ручной сварке покрытыми электродами коэффициент формы провара колеблется в пределах $\psi = 1,0-2,5$.

Таким образом, по форме наружной поверхности стыковые швы могут быть нормальными (плоскими), выпуклыми (с усилением) или вогнутыми. Причем вогнутость стыковых швов недопустима, это является серьезным дефектом сварки.

Угловые швы выполняются выпуклыми, плоскими, вогнутыми. Вогнутость угловых швов при сварке во всех пространственных положениях допускается не более 3 мм. Выпуклость (усиление) сварных швов допускается не более 2 мм при сварке в нижнем положении и не более 3 мм при сварке в остальных положениях. Допускается увеличение усиления сварных швов, выполненных в вертикальном, горизонтальном и потолочном положениях, на 1 мм при толщине основного металла до 26 мм и на 2 мм при толщине основного металла свыше 26 миллиметров.

Сварные соединения с выпуклыми (стыковыми и угловыми) швами лучше работают на статическую нагрузку. Но швы с чрезмерным усилением нежелательны из-за повышенного расхода электродов и электроэнергии, а также концентрации напряжений в точках пересечения поверхности шва с основным металлом.

Сварные соединения с плоскими (стыковыми и угловыми) и вогнутыми (угловыми) швами лучше работают на переменную и динамическую нагрузку, так как нет резкого перехода от основного металла к сварному шву. В противном случае создается концентрация напряжений, от которых может начаться разрушение сварного соединения.

Для всех типов швов важны полный провар кромок соединяемых элементов и внешняя форма шва как с лицевой, так и с обратной стороны. В стыковых швах, особенно односторонних, трудно проваривать кромки притупления на всю их толщину без специальных приемов, предупреждающих прожог и обеспечивающих хорошее формирование обратного валика⁴.

Большое значение также имеет образование плавного перехода металла лицевого и обратного валиков к основному металлу, так как это обеспечивает высокую прочность соединения при динамических нагрузках. В угловых швах также бывает трудно проварить корень шва на всю его толщину, и тогда рекомендуется вогнутая форма поперечного сечения шва с плавным переходом к основному металлу. Это снижа-

⁴ Валик представляет собой металл шва, наплавленный или переплавленный за один проход.

ет концентрацию напряжений в месте перехода и повышает прочность соединения при динамических нагрузках.

РУЧНАЯ ДУГОВАЯ СВАРКА

При электросварке вручную на качественное формирование сварного шва влияют следующие параметры:

- правильный выбор электрода;
- величина и подбор сварочного тока;
- зажигание сварочной дуги;
- угол наклона электрода;
- скорость сварки;
- длина дуги;
- манипулирование электродом;
- заварка кратера и обрыв дуги.

Умелое применение и сочетание этих параметров, что в значительной степени и составляет мастерство сварщика, позволяет выполнить прочный и красивый сварной шов.

15

Сварочные электроды

Все типы электродов делятся на изделия, предназначенные для сварки различных марок сталей, чугуновых заготовок или цветных металлов и сплавов. Разделяют также электроды для сварки переменным и постоянным током прямой и обратной полярности. Выделяется также особая категория электродов, применяемых для наплавки металлов.

Для ручной дуговой сварки сталей широко применяются плавящиеся металлические электроды в виде стержней из сварочной проволоки диаметром от 1,6 до 12 мм и длиной от 150 до 450 мм с нанесенным на них слоем покрытия.

По виду покрытия электроды бывают с кислым покрытием **A (A)**⁵, основным **B (B)**, целлюлозным **Ц (C)**, рутиловым **P (R)** и смешанного типа. Смешанные покрытия обозначают

⁵ Жирным шрифтом выделены символы маркировки в двух стандартах: по ГОСТ 9466—75 и (в скобках) — международная маркировка по ISO.

двумя буквами, например: кислорутитовое **АР (AR)**; рутилово-основное **РБ (RC)**; рутиловое⁶ с содержанием в покрытии > 20 % железного порошка **РЖ (RR)**.

Прочие виды покрытия обозначаются буквой **П (S)**.

В зависимости от отношения диаметра электрода D к диаметру стального стержня d различают электроды:

- с тонким покрытием ($D/d \leq 1,20$) — индекс **М**;
- со средним покрытием ($1,20 < D/d \leq 1,45$) — **С**;
- с толстым покрытием ($1,45 < D/d \leq 1,80$) — **Д**;
- с особо толстым покрытием ($D/d > 1,80$) — **Г**.

Для сварки конструкционных сталей предусмотрены 14 типов электродов (табл. 1⁷). По роду и полярности применяемого при сварке или наплавке тока, а также по номинальному напряжению холостого хода источника переменного тока частотой 50 Гц электроды подразделяются в соответствии с табл. 2. Причем одному и тому же типу электродов могут соответствовать несколько марок. Характеристики распространенных электродов приведены в табл. 3.

Выбор режимов сварки

Под режимом сварки понимают совокупность контролируемых параметров, определяющих условия сваривания металла. Такими параметрами являются сила сварочного тока, напряжение дуги, скорость сварки, род и полярность тока. Дополнительные параметры: положение шва в пространстве; число проходов; температура окружающей среды.

Силу сварочного тока устанавливают в зависимости от диаметра электрода, который, в свою очередь, выбирают в зависимости от толщины свариваемого изделия. На диаметр элект-

⁶ Рутит — это минерал в виде оксида титана; в порошковом покрытии применяется в виде концентрата с содержанием более 50 %. В состав также входят алюмосиликаты и карбонаты. Получаемый при сварке шлак имеет высокую щелочность, поэтому металл соединения обладает такими показателями, как высокая ударная вязкость и повышенная защита от образования горячих трещин.

⁷ Справочные таблицы размещаются в разделе «Приложения» в конце книги.

трода влияют также тип сварного соединения, положение шва в пространстве, размеры детали, состав свариваемого металла. При сварке встык металла толщиной до 4 мм применяют электроды диаметром, равным толщине свариваемого металла. При сварке металла большой толщины применяют электроды $\varnothing 4-8$ мм при условии обеспечения провара основного металла. В многослойных стыковых швах первый слой выполняют электродом $\varnothing 3-4$ мм, последующие слои выполняют электродами большего диаметра.

Сварку в вертикальном положении проводят с применением электродов диаметром не более 5 мм. Потолочные швы выполняют электродами диаметром до 4 миллиметров.

Ориентировочный расчет силы сварочного тока выполняют по следующим формулам:

- для электрода $\varnothing 3-6$ мм сварочный ток $I = (20 + 6d_3) \times d_3 \times k$;

- для электрода $\varnothing < 3$ мм сварочный ток $I = 30 \times d_3 \times k$.

Коэффициент k при выполнении швов в нижнем положении принимают равным 1, вертикальных швов — 0,9, потолочных швов — 0,8. Сварку швов в вертикальном и потолочном положениях выполняют, как правило, электродами диаметром не более 4 мм. Ориентировочные данные режимов ручной дуговой сварки приведены в табл. 4 и 5. Однако следует учесть, что зависимость между диаметром и силой тока может быть не прямой, и в зависимости от вида стали и применяемых электродов приходится вводить поправки. В табл. 6 приводится пример подбора сварочного тока для наиболее распространенных типов электродов в зависимости от свариваемых сталей и диаметра электрода. В табл. 7 показана зависимость силы сварочного тока от толщины свариваемого металла и положения сварки в пространстве.

.....
 При увеличении диаметра электрода и неизменном сварочном токе плотность тока уменьшается, что приводит к блужданию дуги, увеличению ширины шва и уменьшению глубины провара. Чем больше диаметр электрода, тем меньше допустимая плотность тока, так как ухудшаются условия охлаждения.

Наконец, формирование валиков при одной и той же величине сварочного тока будет разным, если они выполнены на разных толщинах. Поэтому окончательный подбор тока необходимо производить на технологической планке, толщина которой близка к толщине сварочного изделия. Например, для изделия толщиной более 10 мм сварочный ток, подобранный на тонкой пластине, будет недостаточным для хорошего формирования валика. Прогревание основного металла в этом случае меньше, соответственно растекаемость жидкой ванны незначительна, что и сказывается на форме и чешуйке сварного шва. Необходимо добавить 10—20 А или подобрать сварочный ток на соответствующей планке. В табл. 8 показано влияние величины сварочного тока на качество и форму сварного шва.

Род и полярность тока выбирают в зависимости от способа сварки и свариваемых материалов. Прямую полярность («—» на электроде) используют при сварке с глубоким проплавлением основного металла; низко- и среднеуглеродистых и низколегированных сталей толщиной 5 мм и более электродами с фтористо-кальциевым покрытием (марок УОНИ-13/45, УОНИ-13/55 и др.); чугуна.

Обратную полярность («+» на электроде) используют при сварке с повышенной скоростью плавления электродов; низколегированных низкоуглеродистых сталей (типа 16Г2АФ); средне- и высоколегированных сталей и сплавов; тонкостенных листовых конструкций.

Переменный ток используют при сварке низкоуглеродистых и низколегированных сталей (типа 09ГС) в строительномонтажных условиях электродами с рутиловым покрытием; в случаях возникновения магнитного дутья; толстолистовых конструкций из низкоуглеродистых сталей.

При этом следует учитывать влияние силы сварочного тока, напряжения дуги и скорости сварки на форму и размеры шва. С увеличением сварочного тока глубина провара увеличивается, а ширина шва почти не изменяется.

С повышением напряжения ширина шва резко увеличивается, а глубина провара уменьшается. Это важно учитывать при сварке тонкого металла. Несколько уменьшается и выпуклость шва. При одном и том же напряжении ширина шва при сварке на постоянном токе (особенно об-

ратной полярности) значительно больше, чем ширина шва при сварке на переменном токе.

Зажигание дуги

После подбора сварочного тока наибольшее влияние на качество сварочного шва оказывают зажигание дуги и начало сварки.

Дугу зажигают одним из двух способов.

Первый способ — способ тычка, или короткого замыкания (рис. 6, а). После короткого соприкосновения торца электрода с изделием необходимо произвести отрыв его на высоту, равную или чуть больше диаметра электрода. Недостаток способа тычка заключается в возможности прилипания электрода к изделию. Это происходит при длительном коротком замыкании (КЗ) (положение II) либо при отрыве электрода из положения II в положение III на длину большую, чем диаметр электрода, с последующим чрезмерным укорачиванием длины дуги. Залипание электрода происходит, так как дуговой разряд еще не стабилизировался. Избежать залипания можно путем плавного укорачивания дугового разряда до необходимой длины дуги после ее стабилизации. Отрывать прилипший электрод следует резким поворачиванием его вправо и влево.

Второй способ — способ чирка, когда электродом вскользь чиркают, как спичкой, по поверхности металла в направлении сварки (чтобы не оставлять лишних следов). При поступательном движении электрода, как показано на рис. 6, б, после соприкосновения торца электрода с изделием и после



Рис. 6. Зажигание дуги:
а — способом тычка; б — способом чирка

появления искрения надо приподнять электрод для возникновения сварочной дуги и после стабильного горения перейти на необходимую длину дуги. Данный способ исключает прилипание электрода к изделию. Если электрод все же прилип, скорее всего, его обмазка повреждена. В этом случае надо сжечь выступающий из-под обмазки край электрода.

В случае появления стартовых пор, видимых невооруженным глазом, или прилипания электрода к изделию при зажигании сварочной дуги необходимо прекратить сварку и выбрать (вырубить) место зажигания подручными средствами (зубилом, болгаркой и др.). После этого обжечь электрод на технологической пластине, быстро и аккуратно удалить застывший шлак с торца электрода путем легкого постукивания электродом обо что-либо твердое (дерево, наждачный круг, металлическую планку, изолированную от изделия, или прочий подручный материал) и после этого возобновить зажигание сварочной дуги. Не рекомендуется переплавлять нечеткое зажигание сварочной дуги, так как это может привести к дефектам в месте зажигания (стартовые поры, зашлаковка, непровар).

20

Зажигать сварочную дугу на изделии для продолжения сварочного шва нужно впереди кратера, предварительно оббив его от застывшего шлака (рис. 7). Путь от положения 1 до положения 5 следует выполнять быстро, чтобы не получить валик в этом месте. Времени от начала зажигания дуги и до начала сварки обычно достаточно для того, чтобы сориентироваться, где начать наложение первой чешуйки металла шва. Начало сварки следует выполнять на застывшем кратере в верхней ее части, стараясь соединить край жидкой ванны с последней чешуйкой закристаллизовавшегося шва.

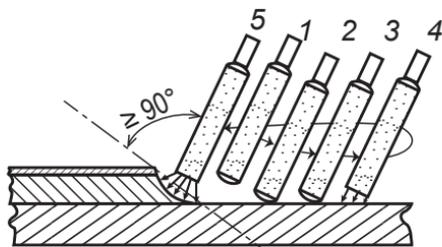


Рис. 7. Зажигание сварочной дуги для продления сварочного шва

Начало сварки внизу кратера приводит к большим и глубоким перепадам между чешуйками в местах смены электродов. Начало сварки на самой вершине кратера приводит к бугристости сварочного шва. Такие углубления и бугры создают трудности при сварке последующего слоя и способствуют появлению дефектов.

Наклон электрода в начале сварки должен быть равен или больше 90° к поверхности кратера, что не позволяет жидкому шлаку стекать вниз кратера. Скорость продвижения электрода от позиции 1 следует производить чуть быстрее, чем скорость сварки. В позиции 2 необходимо произвести задержку для проплавления места перехода кратера с основным металлом и после этого начать наложение сварного валика с определенной скоростью.

Угол наклона электрода

Защиту сварочной дуги и жидкой ванны металла шва от окружающей среды осуществляют газовый пузырь и жидкий шлак. Шлак поддерживает в жидком состоянии металл шва более длительное время (2—3 секунды). За это время в более полной мере протекают металлургические процессы, успевают в основном выйти из металла шва газы и шлаки. Поддержание металла шва в жидком состоянии более длительное время позволяет сформировать валик правильной формы, с плавным переходом к основному металлу и равномерными чешуйками с минимальными перепадами между ними.

Исходя из вышеуказанного, очень важно, чтобы жидкий шлак укрывал жидкий металл шва сразу за дугой, как бы накрывая сварной шов «одеялом», сохраняя при этом тепло и отдавая время начала кристаллизации шва. Это и обеспечивается углом наклона электрода по отношению к направлению сварки. Существуют три положения наклона электрода по отношению к направлению сварки (рис. 8):

- сварка под прямым углом;
- сварка углом вперед;
- сварка углом назад.

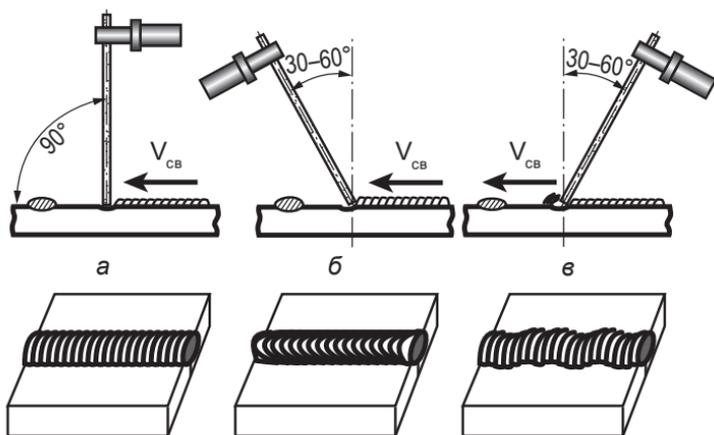


Рис. 8. Положения наклона электрода:
 а — сварка под прямым углом; б — сварка углом вперед;
 в — сварка углом назад

22

Первое (прямое) положение электрода позволяет жидкому шлаку двигаться следом за сварочной ванной, накрывая жидкий металл шва, что способствует качественному формированию сварного шва. Незначительная часть шлака все же появляется впереди электрода, но не оказывает помехи процессу сварки. Впереди идущий жидкий шлак легко вытесняется по обе стороны сварочного валика более тяжелым жидким металлом шва. В том случае, когда все-таки шлак впереди начинает мешать процессу сварки, необходимо сделать наклон электрода в сторону направления сварки до восстановления нормального процесса. Под прямым углом электрод держат обычно при необходимости варить в труднодоступных местах, а также при потолочной сварке.

При сварке углом назад силой давления сварочной дуги жидкий шлак вытесняется назад и отстает от жидкой сварочной ванны. Появляется оголенный участок жидкого металла шва, и происходит быстрое остывание (кристаллизация) сварного шва. В этом случае валик получается с неравномерными чешуйками и значительными перепадами.

Необходимо выровнять положение электрода до момента, когда жидкий шлак будет следовать сразу за электродом.

Сварка углом назад предпочтительна при работе с угловыми и стыковыми соединениями. Она позволяет увеличить глубину провара и высоту выпуклости, но при этом уменьшается ширина шва. Прогрев кромок недостаточен, поэтому возможны несплавления и образование пор.

При сварке углом вперед впереди электрода следует жидкий шлак, который мешает процессу сварки. Он накапливается в большом количестве, натекает на холодный металл и подстывает. Сварочная дуга начинает блуждать, а иногда и гаснуть. Сварной шов становится неровным, с пропусками проплавления по краям, а иногда и в середине шва. В этом случае необходимо выровнять положение электрода до вертикального. Метод углом вперед применяется в горизонтальных, вертикальных и потолочных швах, а также при сварке неповоротных стыков труб. При сварке таким методом уменьшается глубина провара и высота выпуклости шва, но заметно возрастает его ширина, что позволяет сваривать металл небольшой толщины. Лучше проплавляются кромки, поэтому возможна сварка на повышенных скоростях.

.....

Сварку электродами с рутиловым покрытием (MP, АНО и др.) производят только углом назад ввиду большого количества шлака и высокой его жидкотекучести. Угол наклона электрода с рутиловым покрытием к изделию всегда меньше, чем при сварке электродами с основным покрытием.

В каждом конкретном случае необходимо выбирать такой угол наклона электрода, чтобы силой давления дуги не позволять жидкому шлаку «сзади отставать и вперед забегать». Поэтому, в зависимости от многих факторов, угол наклона электрода определяет только сварщик.

Скорость сварки

Скорость движения электрода по направлению сварки тоже влияет на качество и геометрические размеры сварного шва, его форму и глубину проплавления.

Необходимо держать скорость сварки такой, чтобы сварочная ванна (кратер) заполнялась электродным металлом и поднималась над поверхностью с плавным переходом к основному металлу без подрезов и наплывов.

Как уловить необходимую скорость продвижения электрода? Подобрать необходимый сварочный ток, произведя четкое зажигание дуги, выбрав угол наклона электрода в зависимости от расположения шлака, оптимальную скорость определяют по ширине валика, его высоте и по мере его формирования. Валик должен получаться с плавным переходом к основному металлу, с равномерной чешуйкой, без подрезов. Данную скорость легко сохранять путем поддержания одинаковой ширины сварочной ванны вокруг электрода, равной примерно его двум диаметрам (включая покрытие). Высота валика должна составлять 0,5—0,7 диаметра электрода.

При маленькой скорости электрода на единицу площади сварного шва приходится значительное количество наплавленного электродного металла, что приводит к росту высоты валика, и когда она превышает диаметр электрода, жидкий металл растекается бесформенно. Возможны дефекты: наплывы, непровары по бокам валика, прожоги на тонком металле.

С увеличением скорости сварки сначала глубина провара возрастает (до 40—60 м/ч), а затем уменьшается. При этом ширина шва уменьшается постоянно.

При большой скорости (более 70—80 м/ч) ширина валика равна или меньше диаметра электрода с покрытием. В этом случае происходит недостаточное прогревание основного металла, быстрая кристаллизация сварочной ванны. Возможны дефекты: подрезы, непровары. Формирование валика неудовлетворительное.

В зависимости от ситуации, установки тока могут меняться. Толстый металл рассеивает тепло, поэтому нужен больший ток. Тонкий металл расплавится быстро, поэтому тока надо меньше. Точные установки тока зависят от поведения ванны, а начинать надо с рекомендованных установок.

Но не бойтесь увеличить или уменьшить ток. Сварка зависит от температуры основного металла, поэтому нельзя говорить о токе без учета скорости сварки. Двигаем электрод быстрее — меньше тепла поступает в основной металл. Если

двигать электрод слишком быстро, металл не будет прогрет, шов будет непроплавленным, узким, с малой выпуклостью, с крупными чешуйками наверху. Если двигаемся слишком медленно, тепла поступает больше, металл слишком сильно прогревается, ванна расплывается и становится трудноуправляемой. Сварной валик становится слишком выпуклым, шов — неровным по форме, с наплывами по краям. Вследствие чрезмерно большого ввода теплоты дуги в основной металл часто образуется прожог, и расплавленный металл вытекает из сварочной ванны. В некоторых случаях, например при сварке на спуск, образование под дугой жидкой прослойки из расплавленного электродного металла повышенной толщины, наоборот, может привести к образованию непроваров.

На тонком металле глубокий провар тем более не нужен. Чем тоньше металл, тем быстрее надо двигаться. Можно применить такую технику: расплавить основной металл, затем длинной дугой охладить его и плавить снова. Этот метод можно использовать и для заполнения зазоров в плохо подогнанных соединениях. Двигайте электрод вглубь зазора, потом отводите, чтобы остудить ванну, и так постепенно заполняйте шов. Это же движение используется и при заполнении многослойного шва.

Когда скорость перемещения соответствует току, ванна растекается, но остается управляемой, ее края тонкие, а шов одинаковой толщины. Когда вы научитесь хорошо управлять электродом, то сможете поставить чуть больший ток и увеличить скорость сварки. Большой ток обеспечит лучшее проплавление и более гладкий шов в итоге, но контролировать ванну при этом труднее.

Длина дуги

Очень важно научиться удерживать постоянную длину дуги, то есть зазор между концом электрода и основным металлом, во время продвижения по шву. Длина дуги значительно влияет на ширину, форму и качество сварного шва и зависит от марки и диаметра электрода, пространственного положения сварки, разделки свариваемых кромок и т. п. На глубину проплава влияет незначительно.

После возбуждения дуги электрод должен выдерживаться некоторое время в точке начала наплавки, пока не произойдет расплавление основного металла. Сварочная ванна сначала будет маленькой, потом становится больше. В таком состоянии ее и надо удерживать. При этом не надо прямо смотреть на слепящую дугу. Сфокусируйтесь на зоне дальше дымящихся искр, на расплавленной ванне за электродом.

Нормальной считается длина дуги в пределах 0,5—1,1 диаметра электрода. Показателями оптимальной длины дуги является резкий потрескивающий звук, ровный перенос капель металла через дуговой промежуток, малое разбрызгивание.

Короткая дуга горит устойчиво и спокойно. Она обеспечивает получение высококачественного шва, так как расплавленный металл электрода быстро проходит дуговой промежуток и меньше подвергается окислению и азотированию. При использовании тонкообмазанных электродов короткая дуга обеспечивает наилучшее качество сварки. Но слишком короткая дуга может вызывать прилипание электрода, дуга прерывается, нарушается процесс сварки.

26

Длинная дуга горит неустойчиво с характерным шипением. Глубина проплавления недостаточная, расплавленный металл электрода разбрызгивается и больше окисляется и азотируется. Шов получается бесформенным, а металл шва содержит большое количество оксидов.

.....
Чем лучше вы управляете длиной дуги, тем лучше будете варить. Помните, что интенсивная дуга отталкивает ванну и глубоко прогревает металл. При сварке надо следить, чтобы шов был на уровне свариваемой поверхности.

Выбор длины дуги зависит от типа электрода и положения в пространстве изделия при сварке. При использовании тонкообмазанных электродов длина дуги должна быть минимально короткой, не более диаметра электрода. При шлакообразующих или газообразующих электродах длина дуги может быть от 3 до 5 миллиметров.

При выборе длины дуги приходится учитывать положение свариваемого изделия. Вертикальная и потолочная свар-

ки требуют более короткой дуги, чем при положении изделия, требующем нижней сварки.

Напряжение дуги зависит от ее длины и изменяется в пределах 30—60 В. Чем короче дуга, тем меньше напряжение, чем дуга длиннее, тем сильнее напряжение приближается к верхнему порогу. Умение сварщика держать постоянно определенную длину дуги положительно сказывается на равномерности ширины валика и его форме.

Нормальную (среднюю) дугу рекомендуется применять при наплавке и сварке в нижнем положении, короткую дугу — при сварке горизонтальных, вертикальных, потолочных швов угловых и стыковых соединений и в других ситуациях, когда требуется проплавление. Длинную дугу применять не рекомендуется.

.....
 Минимальную длину дуги можно принять равной половине диаметра электрода, а максимальную — диаметр электрода + 1 миллиметр.

Например, для электрода \varnothing 3 мм длина дуги = 1,5—4,0 мм, для электрода \varnothing 4 мм длина дуги = 2—5 миллиметров.

27

Манипулирование электродом

В процессе сварки электрод постоянно перемещается. Такое манипулирование позволяет управлять жидким шлаком и металлом шва, что необходимо для получения качественного сварного соединения, а также для формирования валика определенной формы и ширины. Сварщик сообщает электроду следующие движения (рис. 9):

1 — поступательное по оси электрода в сторону сварочной ванны (вследствие расплавления электрода), при этом для сохранения постоянства длины дуги скорость движения должна соответствовать скорости плавления электрода;

2 — перемещение вдоль линии свариваемого шва, которое называют скоростью сварки; скорость этого движения устанавливается в зависимости от тока, диаметра электрода, скорости его плавления, вида шва и других факторов;

3 — перемещение электрода поперек шва для получения так называемого уширенного валика — шва шире, чем ниточный сварной валик, получаемый при прямолинейном движении. Этими движениями за один проход получают шов шириной до 4 диаметров электрода.

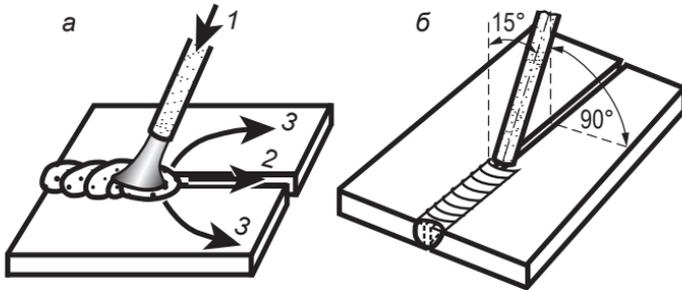


Рис. 9. Перемещения электрода при сварке:
а — направления движения; *б* — угол наклона в горизонтальной и вертикальной плоскости

.....
 Сварной шов, образованный в результате двух движений торца электрода — поступательного и вдоль линии шва, — называют «ниточным». Его ширина при оптимальной скорости сварки составляет (0,8—1,5)*d*. Ниточным швом заполняют корень шва при многослойной сварке, сваривают тонкие заготовки, выполняют наплавочные работы и производят подварку подрезов.

Движения следует выполнять плавно, без резких колебаний. При поперечных колебаниях электрода необходимо выбрать такую ширину валика, чтобы сварочная ванна была в жидком состоянии по всей ее ширине. Причем если ток мал, то металл не прогреется должным образом и сварочная ванна будет «бегать» за электродом. Если тока много, то основной металл будет слишком горячим, дуга будет прожигать металл, отталкивая его назад. Когда ток нормальный, ванна растекается по поверхности, ее внешние края тонкие. И вот тогда-то движением электрода можно расширять и передвигать ванну.

Сварка осуществляется в направлении как слева направо, так и справа налево, от себя и на себя. При этом положение электрода может быть углом вперед, углом назад и под прямым углом, о чем говорилось выше.

Глубина проплавления основного металла и формирование шва зависят главным образом от вида поперечных колебаний, которые обычно совершают с постоянными частотой и амплитудой относительно оси шва (рис. 10). Траектория движения конца электрода зависит от пространственного положения сварки, разделки кромок и навыков сварщика. При сварке с поперечными колебаниями получают уширенный валик, а форма проплавления зависит от траектории поперечных колебаний конца электрода, то есть от условий ввода теплоты дуги в основной металл.

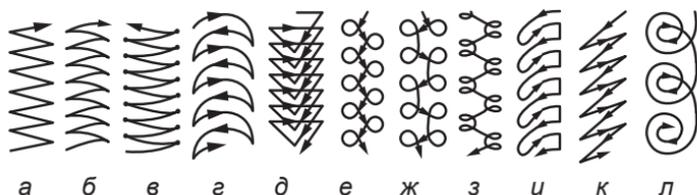


Рис. 10. Основные виды траекторий поперечных движений рабочего конца электрода при слабом (*а, б*) и усиленном (*в—з*) прогреве свариваемых кромок; усиленном прогреве одной кромки (*и, к*); прогреве корня шва (*л*)

Зигзагообразные прямые движения по ломаной линии, или «лесенка» (рис. 10, *а, к*), чаще всего применяются в нижнем, вертикальном и потолочном положениях для получения наплавочных валиков при сварке встык без скоса кромок. Чтобы не произошло прогара, смотрите на верхний край сварочной ванны каждый раз, когда меняете направление.

Движения дугой вперед (рис. 10, *б*) применяют в вертикальном и потолочном положениях для стыковых швов со скосом кромок, а также для угловых швов с катетом менее 6 мм, выполняемых в любом положении электродами диаметром до 4 миллиметров.

Такие же движения, но дугой назад используются для сварки в нижнем положении, а также для вертикальных и по-

толочных швов с выпуклой наружной поверхностью. При необходимости усилить прогрев свариваемых кромок на краях зигзагов электрод слегка придерживают (рис. 10, *в*).

Движения треугольником (рис. 10, *д*) применяют для угловых швов с катетом более 6 мм и стыковых швов со скосом кромок в любом пространственном положении. Дают хороший провар корня шва. Для сварки толстостенных конструкций с гарантированным проплавлением корневого участка в корне шва электрод задерживают.

Петлеобразные и круговые движения (рис. 10, *е—и, л*) используют для усиленного прогревания кромок шва, особенно при сварке высоколегированных сталей. Электрод задерживают на краях, чтобы не было прожога в центре шва или вытекания металла при сварке вертикальных швов. Во время круговых движений при поперечном перемещении электрода смотрите вверх «мостика» — границы ванны и шлака, потом на другую сторону, и распределяйте ванну по кругу.

Нужно понимать, что расплавленная ванна следует за теплом. Когда вы передвигаете электрод вдоль линии сварки, присадочный металл электрода движется позади. Если металла вокруг недостаточно, вы оставляете подрезы. Подрез — это пустое место, канавка на краю шва ниже уровня металла (рис. 11). Чтобы избежать этого, надо контролировать границы ванны, утоньшая ее на поверхности.

30

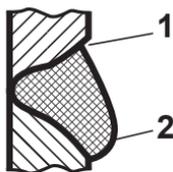


Рис. 11. Дефекты сварочного шва:
1 — подрез; 2 — наплыв

Манипулировать ванной позволяет сила сварочной дуги. Когда электрод стоит вертикально, дуга давит на ванну вниз. Это приводит к глубокому проплавлению основного металла и равномерно распространяет ванну вокруг кратера. Наклоняя электрод, мы отталкиваем ванну, при этом шов начинает

подниматься — всплывать (рис. 12, а). Чем ближе к перпендикуляру по отношению к поверхности металла расположен электрод, тем менее выпуклым будет шов. Чем больше мы его наклоняем, тем более выпуклым получается шов (рис. 12, б).

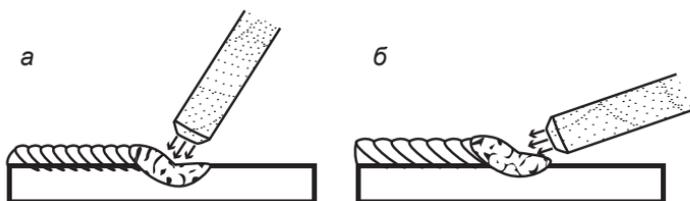


Рис. 12. Манипулирование сварочной ванной с помощью силы дуги

Но здесь следует быть осторожным — если наклон слишком велик, дуга будет давить в направлении шва, делая ванну трудноуправляемой.

.....
Начинать сварку лучше всего при наклоне электрода от 45 до 90°. С таким углом работать удобнее, хорошо видна сварочная ванна.

В табл. 9 приведены рекомендуемые ширины валика в зависимости от положения сварки в пространстве, при которых возможно поддержание шва в жидком состоянии по всей ширине валика. Ширина валика от минимального до среднего диапазона (1—2 диаметра электрода) может быть получена без колебательных движений, за счет скорости продвижения электрода, длины дуги и силы сварочного тока. Ширина валика более двух диаметров электрода обеспечивается манипулированием электродом. Среднее значение ширины (два диаметра электрода) позволяет вести сварку в обоих случаях.

При сварке углеродистых сталей используется весь рекомендуемый диапазон ширины.

Стали аустенитного класса выполняются узкими валиками. В этом случае используют ширину от минимального до среднего значения.

Заварка кратера и обрыв дуги

Завершая шов, важно правильно заваривать кратер. Кратер является зоной с наибольшим количеством вредных примесей ввиду повышенной скорости кристаллизации металла, и в нем наиболее вероятно образование трещин. Поэтому по окончании сварки не следует обрывать дугу, резко отводя электрод от изделия. Необходимо прекратить все перемещения электрода и медленно удлинять дугу до обрыва; расплавляющийся при этом электродный металл заполнит кратер.

Другой метод: в конце шва прекратить перемещение электрода, задержав его на 1—2 секунды, чтобы заполнить кратер, затем сместиться по шву назад примерно на 5 мм и быстрым движением вверх и назад оборвать дугу. Кратер необходимо оставлять пологим, что позволит качественно продолжить сварку новым электродом. Так же следует поступать и при окончании электрода в середине шва.

32

Нельзя «тянуть» (обрывать) дугу медленным увеличением ее длины до прерывания дугового разряда. В данном случае в кратере возможно появление свища (газовой поры, выходящей на поверхность кратера). Нельзя допускать при окончании электрода «крутого» кратера, который получается при неправильном обрыве дуги и почти всегда, когда высота валика равна или больше диаметра электрода.

При «крутом» кратере в начале сварки нового электрода жидкий шлак быстро стекает вниз кратера и подстывает, что может привести к непровару и зашлаковке. Поэтому при случайных обрывах дуги или при смене электродов применяется специальная техника повторного зажигания дуги, обеспечивающая начало сварки с хорошим сплавлением и внешним видом. Дугу возбуждают на передней кромке кратера, затем через весь кратер переводят на противоположную кромку — на только что наплавленный металл — и после этого снова вперед, в направлении проводившейся сварки. Если электрод при повторном зажигании дуги не будет достаточно далеко отведен назад, между участками начала и конца сварки останется углубление. Если же при повторном зажигании электрод отвести слишком далеко назад, то на поверхности свар-

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	5
ТЕХНОЛОГИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ СВАРОЧНЫХ РАБОТ	7
Сварные соединения и швы	7
Ручная дуговая сварка	15
<i>Сварочные электроды</i>	<i>15</i>
<i>Выбор режимов сварки</i>	<i>16</i>
<i>Зажигание дуги</i>	<i>19</i>
<i>Угол наклона электрода</i>	<i>21</i>
<i>Скорость сварки</i>	<i>23</i>
<i>Длина дуги</i>	<i>25</i>
<i>Манипулирование электродом</i>	<i>27</i>
<i>Заварка кратера и обрыв дуги</i>	<i>32</i>
<i>Сварка и наплавка в нижнем положении</i>	<i>33</i>
<i>Сварка и наплавка на вертикальной и потолочной плоскостях</i>	<i>39</i>
Электродуговая резка металлов	44
Дуговая сварка полуавтоматом	45
<i>Варианты дуги</i>	<i>47</i>
<i>Применяемые материалы</i>	<i>49</i>
<i>Выполнение сварки</i>	<i>51</i>
<i>Возможные проблемы при сварке полуавтоматом</i>	<i>55</i>
Газопламенная обработка металла	57
<i>Подготовка кромок</i>	<i>58</i>
<i>Способы и техника сварки</i>	<i>58</i>
<i>Сварка в различных пространственных положениях</i>	<i>63</i>
Кислородная резка металла	66
<i>Практическая резка металла вручную</i>	<i>68</i>
Деформации при сварке и резке металла	71
Особенности свариваемости сталей	74
<i>Сварка низкоуглеродистых сталей</i>	<i>74</i>
<i>Сварка углеродистых сталей</i>	<i>75</i>
<i>Сварка высокоуглеродистых сталей</i>	<i>77</i>
<i>Сварка нержавеющей сталей</i>	<i>77</i>
<i>Сварка оцинкованной стали</i>	<i>79</i>
Сварка чугуна	80
<i>Ручная дуговая сварка</i>	<i>82</i>
<i>Газовая сварка</i>	<i>83</i>
ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ СВАРКИ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ ...	85
Сварка изделий из металлического уголка	85
<i>Стыковое соединение</i>	<i>86</i>
<i>Сварка уголка под углом 90°</i>	<i>87</i>
<i>Приварка к трубам и плоскостям</i>	<i>88</i>

Сварка двутавровых балок	89
<i>Соединение встык</i>	89
<i>Соединение двутавров и швеллеров под прямым углом</i>	91
Фермы	93
Листовые конструкции	93
Сварка монтажных соединений сборных железобетонных элементов	95
<i>Сварка арматуры внахлест</i>	96
<i>Ванный способ сварки арматуры</i>	97
Сварка трубопроводов	100
<i>Газосварка стальных труб</i>	101
<i>Электродуговая сварка трубопроводов</i>	102
<i>Сварка трубопроводов на поворотных стыках</i>	102
<i>Сварка трубопроводов на неповоротных стыках</i>	104
<i>Соединение труб с конечными элементами</i>	115
<i>Изготовление разъемных соединений</i>	120
<i>Сварка труб разного диаметра и толщины</i>	121
<i>Сварка оцинкованных труб</i>	123
<i>Способы сварки газовых труб</i>	129
<i>Сварка труб отопления</i>	133
<i>Способы сварки профильных труб</i>	135

ПРИМЕРЫ СВАРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ БЫТА И МЕЛКОСЕРИЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА 138

316

Сварка для сада и огорода	138
<i>Посадочный маркер для картофеля</i>	138
<i>Вилы для копания картофеля</i>	139
<i>Простой трубогиб</i>	141
<i>Бак для воды</i>	142
<i>Простой парник</i>	146
<i>Металлическая теплица</i>	147
Сварные металлические печи	152
<i>Банные печи из металла</i>	152
<i>Круглая банная печь</i>	153
<i>Простая каменка из бочки</i>	156
<i>Отопительный вариант печки</i>	157
<i>Буржуйка на опилках</i>	158
<i>Простейший мангал</i>	160
<i>Удобный передвижной мангал для пикников</i>	163
<i>Мобильный гриль</i>	166
<i>Гриль-мангал из бочки</i>	168
<i>Барбекю из газового баллона</i>	170
<i>Многофункциональный мангал</i>	174
<i>Коптильный вкладыш в мангал</i>	176
<i>Козлы для заготовки дров</i>	178
Сварка для отдыха	180
<i>Садовые качели</i>	180
<i>Металлическая беседка из профильных труб</i>	186
<i>Сварная беседка из уголка</i>	190
<i>Зеленая ротонда</i>	194
<i>Садовая скамья из металла</i>	196

Сварка в интерьере	199
Подсвечники	199
Оконная решетка	201
Ажурная полочка	203
Столик для прихожей	205
Сварка металлических заборов, ворот и дверей	206
Типовые дачные заборы	207
Ажурные заборы	211
Плетение из металла	213
Ограды из готовых кованых деталей	214
Металл и камень	215
Металлические сварные ворота	217
Распашные металлические ворота	218
Ворота из сетки-рабицы	224
Простые раздвижные ворота	224
Откатные ворота	227
Приваривание дверных и воротных петель	231
Изготовление калитки	235
Ажурная калитка	239
Изготовление входной двери	242
Сварной козырек для крыльца	247
СВАРКА В ПОМОЩЬ АВТОМОБИЛИСТУ	252
Газовая сварка в ремонте кузова автомобиля	252
Способ левой продольной (кузовной) сварки	252
Сварка точками	253
Сварка на горизонтально располагаемых деталях кузова	255
Вертикальная сварка двойным швом	256
Сварка по внутреннему углу	256
Сварка по наружному углу	257
Электросварка в ремонте автомобиля	257
Способы соединения кузовного металла электросваркой	259
Заваривание отверстий и разрезов в кузовном металле	263
Ремонт глушителя	264
Как заварить отверстие в бензобаке	266
Ремонт порогов и днища	267
Дом для автомобиля своими руками	269
Навес для автомобиля	269
Односкатный навес	273
Изготовление металлического каркаса	278
Металлический гараж	280
Верстак для гаража	283
Монтаж заземления	286
Самодельные съемники	289
Вместо заключения: техника безопасности при выполнении сварочных работ	291
Приложения	294
Литература	313

Виробничо-практичне видання для аматорів

Практика зварювальних робіт в домашніх умовах
(російською мовою)

Укладач ПОДОЛЬСЬКИЙ Юрій

Керівник проекту *С. І. Мозгова*
Відповідальний за випуск *Н. О. Міщенко*
Редактор *Л. М. Зінченко*
Художній редактор *А. О. Попова*
Технічний редактор *В. Г. Євлахов*
Коректор *О. В. Супронюк*

Підписано до друку 04.01.2019.
Формат 84x108/32. Друк офсетний.
Гарнітура «Newtop». Ум. друк. арк. 16,8.
Наклад 5500 пр. Зам. № .

Книжковий Клуб «Клуб Сімейного Дозвілля»
Св. № ДК65 від 26.05.2000
61140, Харків-140, просп. Гагаріна, 20а
E-mail: cop@bookclub.ua

Віддруковано з готових діапозитивів на ПП «ЮНІСОФТ»
Свідоцтво ДК №3461 від 14.04.2009 р. www.unisoft.ua
61036, м. Харків, вул. Морозова, 13Б

UNISOFT

Производственно-практическое издание для любителей

Практика сварочных работ в домашних условиях

Составитель ПОДОЛЬСКИЙ Юрий

Руководитель проекта *С. И. Мозговая*
Ответственный за выпуск *Н. А. Мищенко*
Редактор *Л. Н. Зинченко*
Художественный редактор *А. О. Попова*
Технический редактор *В. Г. Евлахов*
Корректор *О. В. Супрунок*

Подписано в печать 04.01.2019.
Формат 84х108/32. Печать офсетная.
Гарнитура «Newton». Усл. печ. л. 16,8.
Тираж 5500 экз. Зак. № .

Книжный Клуб «Клуб Семейного Досуга»
Св. № ДК65 от 26.05.2000
61140, Харьков-140, просп. Гагарина, 20а
E-mail: cop@bookclub.ua

Отпечатано с готовых диапозитивов на ЧП «ЮНИСОФТ»
Свидетельство ДК №3461 от 14.04.2009 г. www.unisoft.ua
61036, г. Харьков, ул. Морозова, 13Б

UNISOFT

УКРАИНА

- по телефонам справочной службы
(050) 113-93-93 (МТС); (093)170-03-93 (life)
(067) 332-93-93 (Киевстар); (057) 783-88-88
- на сайте Клуба: www.bookclub.ua
- в сети фирменных магазинов см. адреса на сайте Клуба или по QR-коду



Для оптовых клиентов

Харьков

тел./факс +38(057)703-44-57
e-mail: trade@ksd.ua

Киев

тел./факс +38(067)575-27-55
e-mail: kyiv@ksd.ua

**Приглашаем к сотрудничеству
авторов**

e-mail: publish@ksd.ua

**Приглашаем к сотрудничеству художников,
переводчиков, редакторов**

e-mail: editor@ksd.ua

Практика сварочных работ в домашних условиях /
П69 сост. Подольский Юрий. — Харьков : Книжный Клуб
«Клуб Семейного Досуга», 2019. — 320 с.

ISBN 978-617-12-5909-6

УДК П69