

# **СВАРОЧНЫЕ РАБОТЫ**

*Составитель Г. А. Серикова*

Москва, 2017

УДК 69  
ББК 38.634  
С32

*Составитель Г. А. Серикова*

С32 Сварочные работы. Универсальный справочник / [сост.  
Г. А. Серикова]. – М. : T8RUGRAM / РИПОЛ классик, 2017. – 258  
с. : ил. : табл.

ISBN 978-5-519-61086-5

Сварка – один из самых распространённых технологических способов соединения материалов в различных отраслях производства, в том числе и в быту.

Благодаря нашей книге вы познакомитесь с теорией сварки и необходимыми терминами, научитесь разбираться в сварочных материалах, видах сварных швов и соединений, а также освоите ручную дуговую и газовую сварку, которые станут вашими незаменимыми помощниками в бытовом строительстве и ремонте.

УДК 69  
ББК 38.634  
BIC TNT  
BISAC HOM005000

ISBN 978-5-519-61086-5

© Т8RUGRAM, оформление, 2017  
© ООО Группа Компаний  
«РИПОЛ классик», 2017

## ПРЕДИСЛОВИЕ

В настоящее время сварка относится к наиболее распространенным технологическим процессам в различных отраслях производства. Кроме того, она востребована в быту и малом строительстве, когда необходимо сварить, например, гараж или вольер для домашних животных.

Когда-то мир не знал сварки, а простейшие работы подобного типа проводили кузнецы, которые нагревали части изделия, собирали их и проковывали. Этот процесс используется и сейчас, а называется он кузнечной сваркой.

Открытие электрической дуги круто изменило способы соединения металлических изделий и конструкций. А с изобретением сварочного аппарата такие работы вышли на новый уровень.

На протяжении XX века усовершенствовались старые способы сварки и изобретались новые. В итоге сварка превратилась в универсальный способ соединения материалов.

Поскольку далеко не каждый из них может быть использован домашним мастером, в этой книге основное внимание уделяется ручной дуговой и газовой сварке и резке, с помощью которых в быту выполняется большинство сварочных операций.

Первая глава познакомит вас с теорией сварки. Ведь без знания терминов и понятий трудно будет изучать этот сложный процесс. Во второй главе вы сможете найти подробное описание сварочных материалов и оборудования для дуговой сварки. В третьей главе даются виды сварных швов и соединений. Четвертая и пятая главы помогут вам освоить ручную дуговую и газовую сварки.





## ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Прежде чем говорить о сварочных работах, необходимо ввести ряд наиболее важных понятий, которые непосредственно связаны с ними и без которых невозможно понимание тех или иных процессов. Причем они намеренно расположены не в алфавитном порядке, а в соответствии с логикой повествования.

**Сварка** представляет собой соединение металлических частей (деталей, конструкций и пр.) посредством локального нагревания и доведения их до пластичного или расплавленного состояния.

**Сварным** называется неразъемное соединение металлических частей (деталей, конструкций и др.), которое достигнуто в результате сварки.

**Сварной шов** — это часть сварного соединения, образованная в процессе сварки расплавленным, а затем кристаллизовавшимся металлом.

**Основной металл** — металл, из которого выполнены части, детали, изделия и конструкции, подвергающиеся сварке.

**Сварочный флюс** — неметаллический материал, защищающий зону сварки, пайки, наплавки от атмосферного воздуха, создающий условия для восстановления окислов, разжижения шлаков и понижения их температуры, способствующий получению сварного шва необходимого химического состава.

Сварочный электрод — это стержень, изготовленный из электропроводящего материала, с помощью которого электрический ток подводится к свариваемым деталям, частям и т. п.

Металл шва — материал, который получается в процессе смешивания расплавленного основного и присадочного или электродного металла.

Сварочная ванна — углубление, образованное сварочной дугой или пламенем горелки и заполненное расплавленным металлом.

Околошовная зона — это участок основного металла, структура которого подвергается изменению в результате воздействия высокой температуры, необходимой для выполнения сварки.

Легирующие компоненты — это вещества, которые вводят в состав металлов и сплавов и благодаря которым полученный материал приобретает определенные свойства.

## СТРОЕНИЕ И СВОЙСТВА МЕТАЛЛОВ

В твердых телах, к которым относятся и металлы, атомы по-разному располагаются в пространстве:

— беспорядочно, т. е. для каждого атома нет строго определенного места относительно других атомов. Такое строение типично для аморфных веществ, которые формально принадлежат к твердым телам, поскольку могут сохранять объем и форму, но у них отсутствует определенная температура плавления и кристаллизации;

— упорядоченно, когда атомы находятся на конкретных местах. Такой принцип размещения атомов встречается у твердых веществ. Если центры атомов соединить гипотетическими прямыми линиями, можно образовать пространственную решетку, которая называется кристаллической. Несмотря на то что отдельные атомы в результате диффузии могут менять свое месторасположение, покидая узлы решетки, в целом упорядоченность кристаллического строения остается неизменной.

Для разных металлов характерен определенный тип кристаллической решетки, образуемой малоподвижными ионами

с положительным зарядом, между которыми перемещаются отрицательно заряженные частицы — свободные электроны. Последние образуют явление, называемое электронным газом. Именно он обеспечивает пластичность, тепло- и электропроводность металлов.

Твердые кристаллические тела, в частности металлы, имеют структуру, состоящую из кристаллических зерен, которые называются кристаллитами. В расположенных рядом зернах кристаллические решетки находятся под некоторым углом друг к другу.

Для соединения двух металлов важно, чтобы между их кристаллическим строением и размером атомов наблюдалось определенное соответствие. Это означает, что для сварки наилучшими являются условия, при которых металлы будут иметь одинаковые или однотипные кристаллические решетки с примерно схожими параметрами и близкими по размеру атомами.

Металл, находясь в твердом состоянии, обладает энергетически стабильным кристаллическим строением, при этом атомы или их группировки обладают минимальным количеством свободной энергии. Перемена температурных условий (нагрев или охлаждение) влечет за собой энергетические изменения в состоянии атомов, что, в свою очередь, приводит к перестройке их расположения относительно друг друга и изменению свободной энергии. Такое положение возможно до определенных температур, при которых металл сохраняет свою кристаллическую структуру. Дальнейший подъем температуры доводит энергетическое состояние атомов до состояния, характерного для жидкости. Продолжающееся ее повышение заканчивается тем, что кристаллическая решетка начинает разрушаться, хотя при этом могут оставаться отдельные комбинации атомов относительно тех атомов, которые расположены в соответствии с прежними закономерностями. Но они не отличаются стабильностью, поскольку одновременно идет процесс разрушения одних группировок и образование других. Именно они при охлаждении металла превращаются в центры кристаллизации. От их количества зависит, насколько

крупными будут кристаллы, возникающие при изменении состояния металла, т.е. при переходе его из жидкого состояния в твердое (этот процесс называется перекристаллизацией).

Нагревание или охлаждение металла, находящегося в твердом состоянии, может приводить к смене одного вида кристаллической решетки другим. Это явление называется аллотропическим превращением и осуществляется по законам кристаллизации. Такие металлы, как железо, олово и др., при нагревании до определенной температуры, которая называется критической точкой, после охлаждения и затвердевания способны образовывать кристаллические решетки разной формы. Например, критической температурой для чистого железа (так называемое  $\alpha$ -железо) является  $910^{\circ}\text{C}$  (температура плавления —  $1500^{\circ}\text{C}$ ), по достижении которой атомы в пределах кристаллической решетки перестраиваются. В результате образуется другая модификация —  $\gamma$ -железо, которое по своим свойствам отличается от первого, в частности оно лишено магнитных свойств и может растворять углерод.

При перекристаллизации строение металла тоже изменяется. Данный процесс относится к тем факторам, от которых зависят кристаллическая структура, зернистость и свойства металлов. Кроме того, он может исправить неблагоприятное строение, сформировав более мелкозернистую структуру.

Таким образом, условия плавления металла имеют большое значение для процесса кристаллизации и определяют свойства металла сварного шва.

Металлы обладают рядом свойств, которые отличают их от других материалов и веществ. На основании этого они подразделяются на четыре основные группы:

- физические (цвет, плотность, плавкость, а также тепло- и электропроводность, теплоемкость, способность намагничиваться);
- химические (жаропрочность, окалиностойкость, жароупорность, коррозионная устойчивость);
- механические (упругость, прочность, твердость, пластичность, ударная вязкость);

— технологические (свариваемость, ковкость, текучесть, обрабатываемость резанием, прокаливаемость).

Для сварочной практики наиболее важными являются механические и технологические характеристики металлов, поэтому на них следует остановиться более подробно.

Прочность представляет собой способность металла сопротивляться внешнему воздействию и при этом не разрушаться.

Для определения прочности металла имеются специальные средства, в частности разрывные машины, обладающие различной мощностью. При испытании того или иного образца на разрыв наступает момент, когда металл продолжает удлиняться, хотя нагрузка на него не возрастает. Отношение такой нагрузки к поперечному сечению образца — предел текучести. При дальнейшем увеличении нагрузки образец разрывается. Напряжение, при котором это происходит, называется пределом прочности, или временным сопротивлением материала.

Свойство металла под воздействием нагрузки изменять свою форму, а после прекращения воздействия восстанавливать ее называется упругостью. А если он изменяет форму под влиянием на него той или иной нагрузки, но при этом не разрушается, а после ее устранения сохраняет приданную форму, то такая его способность называется пластичностью. Этот параметр важен для металла сварного шва, который проходит испытание на загиб. По величине угла загиба судят о пластичности шва: чем он больше, тем выше пластичность.

Способность металла сопротивляться проникновению в него более твердого тела называется твердостью. Она проверяется в процессе различных испытаний, каждое из которых имеет определенное название, в частности:

- твердость по Бринеллю;
- твердость по Виккерсу;
- твердость по Роквеллу.

В ходе проверки металл испытывается вдавливанием шарика (диаметром 2,5, 5 или 10 мм), изготовленного из твердой стали, вершины алмазной пирамиды и вершины алмазного конуса (угол — 120°) соответственно.

По тому, насколько металл способен сопротивляться ударным нагрузкам, судят о его ударной вязкости. В сварочном производстве это основной параметр наплавленного металла и сварного соединения. Чем выше ударная вязкость металла сварного шва, тем он работоспособнее, тем большую нагрузку он состоянии выдержать.

Помимо названных параметров, металл тестируют на усталость и истирание. Первый показатель важен для установления выносливости материала в условиях многократно сменяющихся нагрузок, а второй — для металлов тех деталей и изделий (например, подшипников и др.), которые в процессе эксплуатации подвергаются трению.

Технологические свойства металла важны в тех случаях, когда стоит задача — решить, является ли данный металл пригодным для изготовления из него той или иной детали, конструкции и пр. Для этого берут технологические пробы, некоторые из которых имеют определенные стандарты, например пробы на осадку в холодном состоянии, на загиб и т.д.

По своему составу металлы бывают черными (в эту группу входят железо и сплавы, полученные на его основе, т. е. чугун и сталь) и цветными (остальные металлы и сплавы).

В промышленности находят применение не только металлы в чистом виде (они называются простыми, если не имеют в своем составе легирующих компонентов), но и сложные вещества, полученные в процессе сплавления. Они называются сплавами и классифицируются на основе разных признаков:

- по составу (содержанию легирующих веществ). Сплавы бывают низко-, средне- и высоколегированными, если содержат менее 2%, от 2,5 до 10% или более 10% легирующих веществ соответственно;

- по количеству компонентов (химических элементов в составе сплава). На основании этого параметра различаются двух-, трех- и более компонентные сплавы;

- по степени чистоты (это относится и к металлам). Различаются сплавы от пониженной, средней, повышенной и высокой чистоты до особо чистых.

Качественное выполнение сварочных работ невозможно без учета свойств металлов и сплавов.