

Глава 6 ТЕХНОЛОГИЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СВАРКИ ПОД ФЛЮСОМ

1. Некоторые особенности сварки и влияние параметров режима на формирование шва

Сварку под слоем флюса производят электродной проволокой, которую подают в зону горения дуги специальным механизмом, изымаемым сварочной головкой автомата. Металл сварочной проволоки расплавляется дугой и переносится каплями в сварочную ванну. В сварочной ванне металл сварочной проволоки смешивается с расплавленным основным металлом. Токоподвод к проволоке осуществляется через мундштук, изготовляемый из меди или ее сплавов. Малый вылет электрода, отсутствие покрытия, большая скорость подачи электродной проволоки позволяют значительно увеличить силу сварочного тока по сравнению с ручной сваркой электродами тех же диаметров. Это приводит к ускорению процесса плавления сварочной проволоки, увеличению глубины противления основного металла и, как следствие, значительному повышению производительности. Коэффициент наплавки достигает в некоторых случаях 90 г/(А·ч). Достаточно толстый слой флюса (до 60 мм) засыпаемый в зону сварки, расплавляется на 30 %. Это делает дугу закрытой (невидимой) и обеспечивает надежную защиту расплавленного металла от окружающего воздуха, стабилизирует сварочный процесс. Существенным достоинством сварки под флюсом являются незначительные потери на угар металла и его разбрызгивание, вследствие увеличения эффективной тепловой мощности дуги может быть расширен диапазон толщин деталей, свариваемых без скоса кромок. Например, при обычных режимах сварки под флюсом деталей встык без скоса кромок можно сваривать металл толщиной 15—20 мм. В этом случае увеличивается противление основного металла, и его доля в металле шва составляет 0,5—0,7. При этом значительно снижается расход электродной проволоки. При сварке угловых швов увеличенная глубина провара обеспечивает большее сечение, чем это достигается при ручной сварке с одинаковым катетом шва. Как отмечалось ранее,

флюсы влияют на устойчивость горения дуги, формирование и химический состав металла шва. Флюсы в значительной мере определяют стойкость металла шва против образования пор и кристаллизационных трещин. Требуемые механические свойства, структура металла шва и сварного соединения в целом обеспечиваются применением сочетания флюса и электродной проволоки. Размеры и форма шва при сварке под флюсом характеризуется глубиной провара, шириной шва, высотой выпуклости и т. д. Закономерности изменения формы шва обусловлены главным образом режимом сварки и практически мало зависят от типа сварного соединения. Параметры режима сварки под флюсом условно можно разбить на основные и дополнительные. К основным параметрам относят величину сварочного тока, его род и полярность, напряжение дуги, диаметр электродной проволоки и скорость сварки. При сварке под флюсом с постоянной скоростью подачи электродной проволоки часто вместо сварочного тока используют термин «скорость подачи электродной проволоки». Чем выше скорость подачи электродной проволоки, тем больше должен быть сварочный ток, чтобы расплавить проволоку, подаваемую в сварочную ванну. К дополнительным параметрам режима сварки под флюсом относят величину вылета электродной проволоки, состав и строение флюса, а также положение изделия и электрода при сварке. Глубина провара и ширина шва зависят от всех параметров режима сварки. С увеличением силы тока глубина провара увеличивается. При сварке постоянным током обратной полярности глубина провара примерно на 40—50 % больше, чем при сварке постоянным током прямой полярности. При сварке переменным током глубина провара на 15—20 % ниже, чем при сварке постоянным током обратной полярности. Уменьшение диаметра электродной проволоки приводит к увеличению глубины провара, так как увеличивается плотность тока. При этом ширина шва уменьшается. Данные по влиянию сварочного тока и диаметра электродной проволоки на глубину провара приведены в табл. 36.

Влияние силы сварочного тока, его плотности и диаметра электродной проволоки на глубину провара

Диаметр, мм	Глубина провара					
	3	4	5	6	8	10
2	200 64	500 157	400 57	375 29	53	550 28
3	300 104	600 200	500 71	425 36	800 64	600 31
4	350 127	300 43	625 89	500 40	450 23	725 37
5	400 143	350 50	750 107	550 44	500 26	825 42

Примечание. В первой строке приведены значения сварочного тока (А), а во второй - значения его плотности (А/мм²).

Из приведенных данных следует, что при автоматической сварке под флюсом для получения глубины провара 5 мм при диаметре электродной проволоки 2 мм требуется сварочный ток 350 А, а при диаметре 5 мм - 500 А. На практике больше применяют малые диаметры электродной проволоки. Это позволяет применять меньшие значения сварочного тока в сочетании с высокой производительностью процесса сварки. Напряжение дуги при сварке под флюсом не оказывает существенного влияния на глубину провара. Увеличение напряжения дуги приводит к увеличению ширины шва. При этом снижается выпуклость шва, глубина протравления остается почти постоянной. При необходимости увеличения толщины свариваемого металла для правильного формирования шва необходимо увеличивать силу сварочного тока и напряжение дуги. Зависимость между напряжением дуги и силой сварочного тока на примере сварки под флюсом АН-348А приведена в табл. 37.

Таблица 37

Зависимость между напряжением дуги и силой сварочного тока при сварке под флюсом АН-348Д

Диаметр электрода, мм	Сила сварочного тока, А	Напряжение дуги, В
2	180–300	32–34
	300–400	34–36
	500–600	36–40
5	600–700	38–40
	700–850	40–42
	850–1 000	41–43

Влияние скорости сварки на глубину провара неоднозначно. При малых скоростях сварки 10–12 м/ч глубина проплавления при прочих равных условиях минимальная. При увеличении скорости сварки ширина шва заметно сокращается, выпуклость шва несколько возрастает, глубина проплавления незначительно увеличивается. При увеличении скорости сварки до 70–80 м/ч глубина проплавления и ширина шва уменьшаются, а при дальнейшем увеличении скорости сварки влияние различных факторов приводит к тому, что образуются краевые непровары - зоны несплавления (рис. 73). На форму и размеры шва влияют не только основные параметры режима сварки, но и дополнительные. Влияние наклона электрода скажется на изменении положения дуг. По положению электрода вдоль шва различают сварку с наклоном электрода углом вперед или углом назад (рис. 74). В первом случае существенно уменьшается глубина провара и увеличивается ширина шва. При наклоне электрода углом назад происходит некоторое увеличение глубины провара и уменьшение ширины шва, поэтому зоны несплавления могут образоваться при меньшей скорости сварки, чем при вертикальном расположении электрода. Этот метод чаще применяется при двухдуговой сварке.

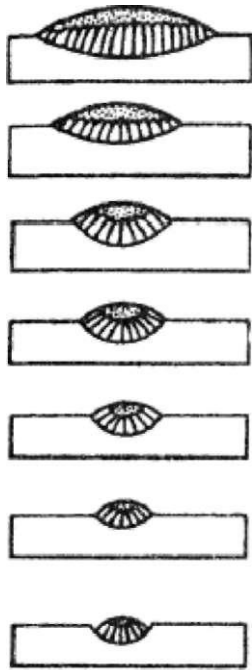


Рис. 73. Влияние скорости сварки на форму шва

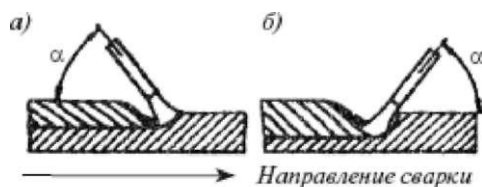


Рис. 74. Влияние угла наклона электрода: а - углом вперед (меньшая глубина проплавления); б - углом назад (большая глубина проплавления) Наклон изделия по отношению к горизонтальной плоскости также оказывает влияние на формирование шва. При сварке подъем увеличивается глубина провара и уменьшается ширина шва. Если угол подъема изделия при сварке под флюсом будет более 6° , то по обе стороны шва могут образоваться подрезы. При варке на спуск глубина провара уменьшается. Изменение вылета электрода и марки флюса приводит к изменению условий выделения теплоты. Увеличение вылета электрода вызывает увеличение напряжения на дуге, уменьшение сварочного тока и глубины провара. Особенно заметно влияние вылета электрода при механизированной сварке проволокой диаметром 1,0—2,5 мм. В этом случае колебания вылета электрода в пределах 8—10 мм могут привести к резкому ухудшению формирования шва. Флюсы отличаются стабилизирующими свойствами, плотностью, газопроницаемостью в жидком состоянии и вязкостью. Повышенные

стабилизирующие свойства флюсов приводят к увеличению длины и напряжения дуги, в результате чего возрастает ширина шва и уменьшается глубина провара. Аналогичный процесс формирования шва происходит при сварке с уменьшением насыпной массы флюса.

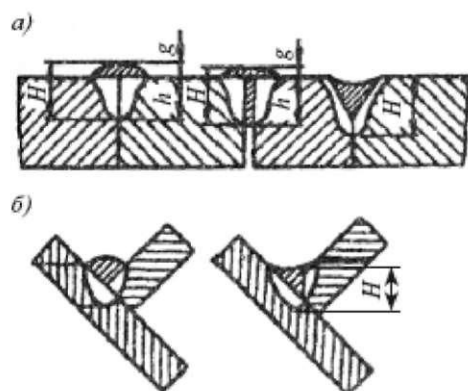


Рис. 75. Влияние зазора и разделки на форму шва: а - при стыковых швах; б - при угловых швах; Н - общая высота шва; h - глубина провара; g - высота выпуклости шва

Зазор между деталями, разделка кромок и вид сварного соединения не оказывают значительного влияния на форму шва. Очертание провара и общая высота шва Н остаются практически постоянными. Чем больше зазор или разделка кромок, тем меньше доля основного металла в металле шва. Из рис. 75 видно, что в зависимости от зазора или разделки громок шов может быть выпуклым, нормальным или вогнутым, наиболее существенно на форму и качество шва влияет непосредственно зазор между деталями. При сварке вручную сварщик может сам выправить дефект сборки (заплавить увеличенный зазор) обеспечить требуемую форму шва. При автоматической сварке это осуществить невозможно. Плохая сборка не обеспечит заданные зазоры и получение качественного шва.

Контрольные вопросы:

1. Опишите некоторые особенности сварки под флюсом.
2. Каково влияние режимов на формирование шва?
3. Как влияет диаметр сварочной проволоки на формирование шва?
4. Каково влияние скорости сварки на формирование шва?
5. Как влияют род и полярность тока на формирование шва?

6. Каково влияние вылета электрода и марки флюса на формообразование шва?

2. Технология выполнения сварных соединений

При сварке под флюсом наибольшее применение получили стыковые соединения с односторонними и двухсторонними швами с разделкой и без разделки кромок, односторонние и многосторонние. Для получения качественного сварного шва необходимо применять входные и выходные планки. Односторонняя автоматическая сварка без разделки кромок с неполным проваром (сварка на весу) должна выполняться на таком режиме, чтобы непроплавленный слой основного металла мог удерживать сварочную ванну. Если при односторонней сварке требуется обеспечить полный провар, то необходимо принять технологические меры с тем, чтобы жидкий металл не вытекал в зазор. Для предотвращения прожогов сварку производят на остающейся стальной подкладке или в замок. Сварку также можно производить на медной или флюсовой подкладке, на флюсовой подушке. В некоторых случаях предварительно проваривают корень шва механизированной сваркой (рис. 76).

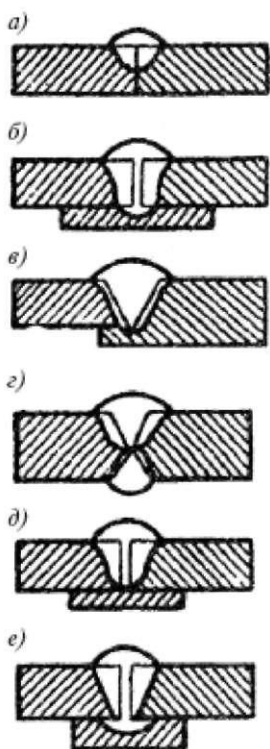


Рис. 76. Способы односторонней автоматической сварки под флюсом: *а* - без разделки кромок с неполным проваром; *б* - сварка на остающейся стальной подкладке; *в* - сварка в замок; *г* - сварка с предварительной подваркой; *д* - сварка на медной подкладке; *е* - сварка на медно-флюсовой подкладке

Двухсторонняя автоматическая сварка является основным методом получения высококачественных швов. В этом случае стыковое соединение сначала проваривают автоматической сваркой с одной стороны на весу так, чтобы глубина проплавления составляла чуть больше половины толщины свариваемых деталей. После кантовки (поворота) изделия сварку производят с противоположной стороны (рис. 77, а, б).

В результате некоторых технологических трудностей не всегда удается выполнить первый проход без нарушений технологии. Для того, чтобы гарантировать качество шва при первом проходе, применяют сварку на флюсо-медных подкладках (рис. 77, в).

Тавровые, угловые и нахлесточные соединения сваривают угловыми швами. Швы в «лодочку» свариваются вертикальным электродом, другие швы нижнего положения - наклонным электродом. Основная трудность при сварке «в лодочку» заключается в том, что жидкий металл протекает в зазоры. В этом случае к сборке под сварку предъявляются более жесткие требования.

Если зазор более 1,0—1,5 мм, то необходимо принимать меры, предупреждающие протекание жидкого металла (так же, как и при сварке стыковых швов). Схема сварки угловых швов приведена на рис. 78.

Ориентировочные режимы сварки под флюсом наиболее распространенных типов сварных швов приведены в табл. 38. Сборку деталей под сварку выполняют согласно существующим нормативным документам.

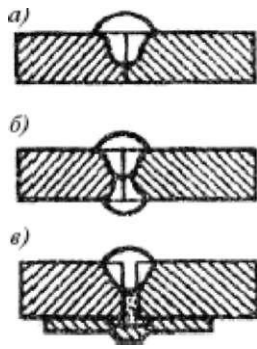


Рис. 77. Выполнение стыкового шва двухсторонней автоматической сваркой: а - сварка первого шва на весу; б - сварка второго шва с перекрытием первого шва на 3—4 мм; в - сварка первого шва на флюсо-медной подкладке

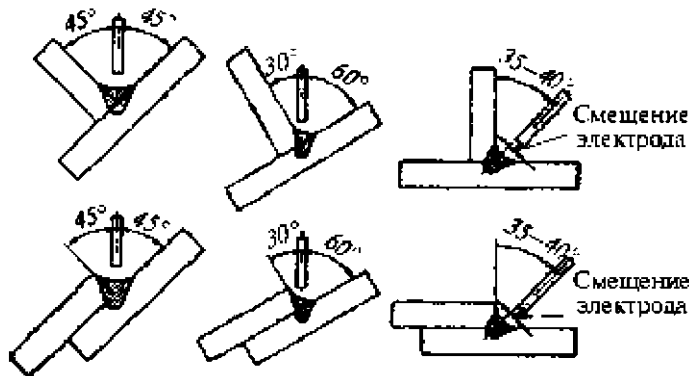


Рис. 78. Схема сварки угловых швов

Таблица 38

Параметры режимов сварки

	Группы Эк-арна этого металла	За, ор при сбор- ка, мм	Д. швы	Г, А	В		Применение		
					-	= ОП			
ШТИ		0-2	Односторонний	4	575-625	28-30	25-28	43-50	Сварка стыковых швов на флюсовом подушке с обязательным изором
	в	2-4	То же		675-725	32-36	25-28	30-32	
	а	2-4	Двусторонний			34-36	30-32	35-37	
	in	2-4	Односторонний	5	700-750	34-36	30-32	23-30	
	IU	1-3	Двусторонний	5	550-700	34-36	30-32	32-34	
	12	4-5	односторонний	5	750-800	35-40	30-34	25-27	
У	>17		1-й шов	5	750-800	-	36-38	20.0-22.0	Многослойная сварка стыковых швов
			2-й и последующие швы	5	325-875		36-38	20.0-22.0	
У	а	-	-	4	575-500	34-36	30-32	52-54	Сварка угловых швов «в пщочку»
	б	-	-	4	575-625	34-36	32-34	30-32	
	в	-	-		675-725	34-36	32-34	30-32	
1	-	-	-	4	480-500	-	28-30	53-60	Сварка угловых швов «в угол»
	-	-	-	4	675-700	-	32-34	18-50	

* - ОП (обратная полярность).

Контрольные вопросы:

1. Какие особенности существуют при односторонней автоматической сварке под флюсом?

2. Какие достоинства существуют при двухсторонней автоматической сварке?

3. В чем особенности автоматической сварки угловых швов?

Глава 7

ЭЛЕКТРОШЛАКОВАЯ СВАРКА

1. Некоторые особенности электрошлаковой сварки

К особенностям электрошлаковой сварки (ЭШС) следует отнести отсутствие дугового разряда, что обеспечивает

более спокойное протекание процесса сварки без разбрызгивания металла и шлака, возможность производить сварку

одновременно несколькими электродами. За один проход можно сварить деталь толщиной до 3000 мм. Расход флюса

в 20—30 раз меньше, чем при сварке под флюсом аналогичных сварных соединений. При электрошлаковой сварке в

качестве электродов служат и электродная проволока, и стержни, и пластины. Легче удаляются легкоплавкие

вредные примеси, шлаки и газы из металла шва. Замедляется скорость охлаждения, уменьшается вероятность

образования пор и уменьшается возможность образования холодных трещин. Этот способ применяется часто и при сварке небольших толщин 20—30 мм. При ЭШС подготовка деталей под сварку имеет свои особенности. Она подразделяется на предварительную и непосредственную. При предварительной подготовке свариваемым кромкам соединяемых деталей придается требуемая геометрическая форма и обеспечивается чистота обработки. Особое внимание уделяется боковым поверхностям, по которым будут перемещаться формирующие шов устройства. При газопламенной резке величина отдельных гребешков не должна превышать 2—3 мм. Если заготовки выполнены из проката, то поверхность деталей под ползуны должна быть зачищена от заусенцев и окалины. Кромки кольцевых швов, как правило, обрабатываются механическим способом. Непосредственно подготовка деталей к ЭШС заключается в сборке деталей под сварку. В зависимости от марки стали, способа ЭШС, ее режима и способов фиксации деталей угол раскрытия зазора по длине между деталями должен составлять 1—2°. Соединяемые детали фиксируются скобами или планками, привариваемыми вдоль стыка через 50—80 см. Для ЭШС деталей из

конструкционных сталей толщиной до 200 мм кромки подготавливают газопламенной резкой. При толщине деталей более 200 мм - механической обработкой. После сварки, до обязательной термической обработки, входной карман и выводные планки срезаются газопламенной резкой.

Контрольные вопросы:

1. Каковы особенности электрошлаковой сварки?
2. Расскажите о подготовке деталей под электрошлаковую сварку.

2. Типы сварных соединений и виды сварных швов, характерных для ЭШС

Все конструктивные элементы сварных соединений и швов ЭШС определены в нормативных документах. Электрошлаковой сваркой можно получить практически все виды сварных швов. Типы стыковых сварных соединений приведены на рис. 79.

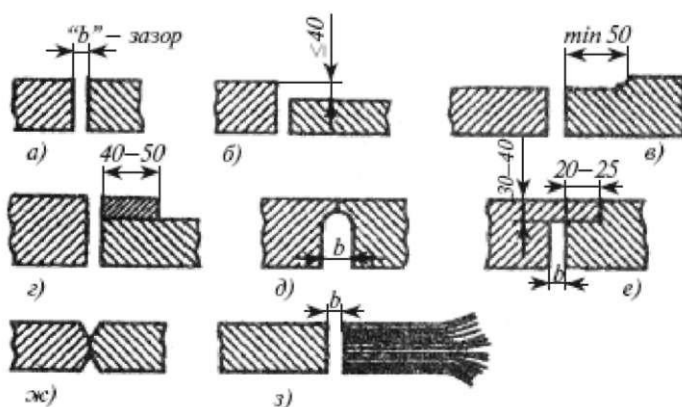


Рис. 79. Стыковые сварные соединения: а, б - с равными и разными толщинами свариваемых кромок; в - с уменьшением одной кромки до размеров сопрягаемой; г - с увеличением толщины более тонкой кромки; д - с фигурной разделкой кромок; е - «замковое» соединение; ж - X-образное соединение; з - соединение монолитной кромки с набором пластин

При сварке стыковых соединений между двумя прямыми кромками предусматривают зазор «в», который является одним из важнейших технологических параметров режима сварки. При ЭШС стыковых соединений с разной толщиной кромок срезают более толстую кромку

или наращивают более тонкую для выравнивания толщин свариваемых деталей. Типы угловых и тавровых соединений показаны на рис. 80.

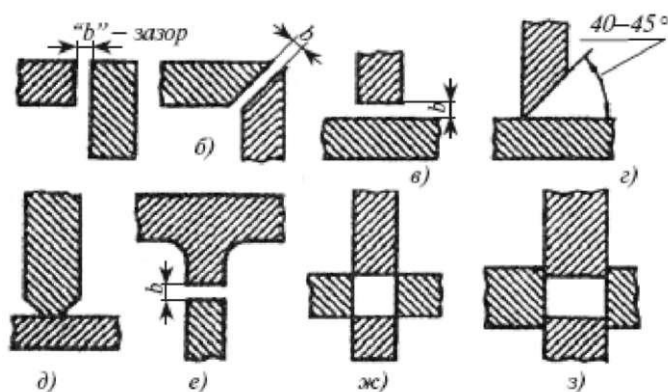


Рис. 80. Угловые и тавровые соединения: а - угловое с прямой разделкой кромок; б - угловое с разделкой кромок на «ус»; в - тавровое без разделки кромок; г, д - тавровое с разделкой примыкающей детали; е - соединение литых деталей; ж, з - крестообразные соединения

Угловые и тавровые соединения, выполняемые ЭШС, встречаются значительно реже стыковых соединений. Наибольшее распространение они получили при изготовлении станин различных прессов из проката. Величины зазоров в зависимости от свариваемых толщин приведены ниже:

Зазор (мм), мм	20–21	26–27	28–32	36–40	40–42
Толщина свариваемых деталей (ЭШС), мм	16–30	30–80	80–500	500–1000	1000–2000

Различные виды сварных швов показаны на рис. 81.

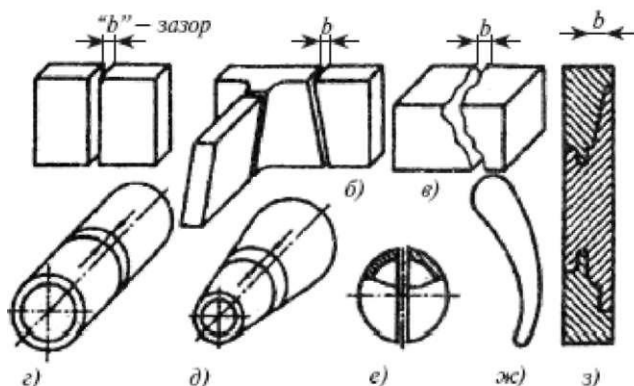


Рис 81. Виды сварных швов: а,б—прямолинейные на вертикальной и наклонной плоскостях; в- участок шва пространственной формы (трещина); г,д,е—кольцевые на цилиндрической, конической и шаровой

поверхностях; ж, з - переменного сечения и с дополнением до прямоугольного

Наиболее распространенные сочетания сварочных проволок и марок свариваемых металлов, которые обеспечивают механические свойства сварных соединений на уровне свойств основного металла приведены в табл. 39. Все данные сочетания можно выполнять с применением флюсов АН-8 и АН-99.

Таблица 39

Свариваемые стали		Марка проволоки	Свариваемые толщины, мм
Класс	Марка		
Конструкционная	Ст. 2, Ст. 3, МСт. 3	Св-08А; Св-08 А	40–300
Котельная	15К, 20К, 22К, 09Г2С	Св-10Г2; Св-10Г2С; Св-10Г2С	40–160 40–160
Низколегированная	12ХМ, 20ГЛС, 25ГСЛ, 08ГДНФ, 16ГНМА	Св-10Х2М, 18ХМА, Св-08Г2С, Св-08ХН2М	40–120 200–1000 100–800

Контрольные вопросы:

1. Какие виды сварных швов можно получить ЭШС?
2. Какие технологические особенности существуют при ЭШС деталей разных толщин при стыковых соединениях?
3. Какая зависимость существует между зазором и толщиной деталей при ЭШС?
4. Для чего необходимо определенное сочетание основного металла и сварочной проволоки при ЭШС?

Глава 8

ТЕХНОЛОГИЯ ДУГОВОЙ СВАРКИ В СРЕДЕ ЗАЩИТНЫХ ГАЗОВ

1. Технологические особенности сварки в среде защитных газов и их смесях

Применение дуговой сварки в среде защитных газов благодаря ее технологическим и экономическим преимуществам все больше возрастает. Технологическими преимуществами являются относительная простота процесса сварки и возможность применения механизированной сварки в различных пространственных положениях. Незначительный объем шлаков позволяет получить высокое качество сварных швов. Сварка в среде защитных газов применяется для соединения как различных сталей, так и цветных металлов. Для сварки в защитных газах кроме источника питания дуги требуются специальные приборы и оснастка (приспособления). Сварочный пост для сварки в среде защитного газа представлен на рис. 82.

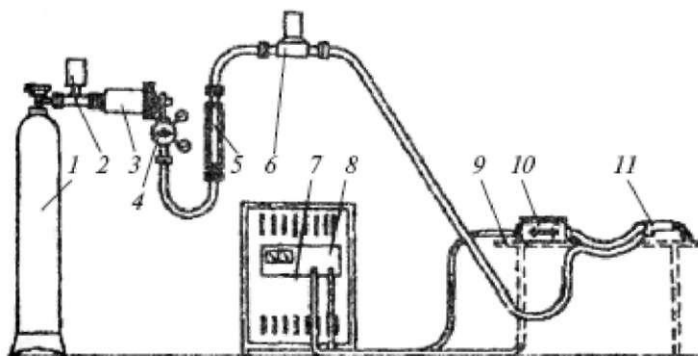


Рис. 82. Пост для сварки в среде защитного газа: 1 - баллон с газом; 2 - подогреватель; 3 - осушитель; 4 - редуктор; 5 - расходомер (ротаметр); 6 - газозащитный клапан; 7 - источник питания; 8 - панель управления; 9 - рабочий стол; 10 - подающий механизм; 11 - горелка

Сварка в защитных газах - это общее название разновидностей дуговой сварки, при которых через сопло горелки в зону горения дуги вдувается струя защитного газа. В качестве защитных газов применяют: аргон, гелий (инертные газы); углекислый газ, кислород, азот, водород (активные газы); смеси газов ($Ar + CO_2 + O_2$; $Ar + O_2$; $Ar + CO_2$ и др.). Смеси защитных газов должны удовлетворять требованиям ТУ.

Аргонокислородную смесь ($\text{Ar} + 1\text{--}5\% \text{O}_2$) применяют при сварке малоуглеродистых и легированных сталей. В процессе сварки капельный перенос металла переходит в струйный, что позволяет увеличить производительность сварки и уменьшить разбрызгивание металла.

Смесь аргона с углекислым газом ($\text{Ar} + 10\text{--}20\% \text{CO}_2$) также применяют при сварке малоуглеродистых и низколегированных сталей. При использовании этой смеси защитных газов устраняется пористость в сварных швах, повышается стабильность горения дуги и улучшается формирование шва.

Тройная смесь ($75\% \text{Ar} + 20\% \text{CO}_2 + 5\% \text{O}_2$) при сварке сталей плавящимся электродом обеспечивает высокую стабильность горения дуги, минимальное разбрызгивание металла, хорошее формирование шва, отсутствие пористости.

На практике используются либо баллоны с готовой смесью газов, либо баллоны с каждым газом отдельно. В последнем случае расход каждого газа регулируется отдельным редуктором и измеряется ротаметром типа РС-3.

При сварке в среде защитных газов различают следующие основные способы: сварка постоянной дугой, импульсной дугой; плавящимся электродом и неплавящимся электродом.

Наиболее широко применяется сварка в среде защитных газов плавящимся и неплавящимся электродами.

Сварка неплавящимся электродом в защитных газах - это процесс, в котором в качестве источника теплоты применяется дуга, возбуждаемая между вольфрамовым или угольным (графитовым) электродом и изделием.

Сварка постоянным током прямой полярности позволяет получать максимальное проплавление свариваемого металла.

При сварке на постоянном токе применяются источники питания с крутопадающей вольт-амперной характеристикой:

ВДУ-305, ВДУ-504, ВДУ-505, ВДУ-601, ВСВУ-300.

В комплект сварочной аппаратуры при сварке на постоянном токе входят сварочные горелки, устройства для первоначального

возбуждения сварочной дуги, аппаратура управления сварочным циклом и газовой защиты. Техническая характеристика некоторых сварочных горелок для ручной сварки вольфрамовым электродом приведена в табл. 40:

Таблица 40

Горелка	Номинальный сварочный ток, А	Диаметр вольфрамового электрода, мм
ЭЗР-5	75 – воздушное охлаждение	0,5; 1,0; 1,5
ЭЗГ-3-66	150 – воздушное охлаждение	1,5; 2,0; 3,0
ГР-4	200 – воздушное охлаждение	0,8; 1,0; 1,2; 1,6; 2,0; 3,0
ГСН-1	450 – водяное охлаждение	3,0; 4,0; 5,0
ГСН-2	150 – водяное охлаждение	2,0; 2,5; 3,0

Для того, чтобы улучшить процесс зажигания дуги в среде защитных газов, используют специальные устройства первоначального возбуждения дуги. Это связано с тем, что защитные газы, попадая в зону горения дуги, охлаждают дуговой промежуток и дуга плохо возбуждается. Наиболее широко применяются устройства следующих марок: ОСППЗ-3ООМ, УПД-1, ВНР-101, ОСПЗ-2М.

При сварке в среде защитных газов на переменном токе применяют устройство для стабилизации горения дуги, например, стабилизатор - возбудитель дуги ВСД-01.

Сварку можно выполнять как с присадочной проволокой, так и без присадки.

При сварке плавящимся электродом в защитных газах дуга образуется между концом непрерывно расплавляемой проволоки и изделием. Сварочная проволока подается в зону горения дуги подающим механизмом со скоростью, равной средней скорости ее плавления. Расплавленный металл электродной проволоки переходит в сварочную ванну и таким образом формируется сварной шов.

При этом способе сварки существуют определенные преимущества: обеспечивается высокая производительность сварки;

представляется возможность производить сварку при повышенной плотности мощности, при этом обеспечивается более узкая зона термического влияния;

представляется возможность механизировать процесс сварки.

При сварке плавящимся электродом в среде защитных газов различают следующие две основные разновидности процесса: сварка короткой дугой и сварка длинной дугой.

Сварка короткой дугой является естественным импульсным процессом и осуществляется с постоянной скоростью подачи сварочной проволоки. Особенностью этого процесса являются возникающие замыкания дугового промежутка с частотой 150—300 зам/с.

При сварке короткой дугой наблюдается мелкокапельный перенос электродного металла с частотой, равной частоте коротких замыканий. Это дает возможность производить сварку при меньших значениях сварочного тока, повысить стабилизацию процесса сварки и снизить потери металла на разбрызгивание.

Сварка длинной дугой - это процесс с редкими замыканиями дугового промежутка (3—10 зам/с). В зависимости от режима сварки, защитного газа и применяемых сварочных материалов наблюдаются различные способы переноса электродного металла в сварочную ванну: крупнокапельный, мелкокапельный, струйный и др.

Определенным недостатком сварки плавящимся электродом в аргоне и смеси аргона с гелием является сложность поддержания струйного процесса переноса электродного металла.

Для повышения стабильности сварки и улучшения формирования сварного шва к аргону добавляют до 5 % O₂ или до 20 % CO₂.

Контрольные вопросы:

1. Каковы достоинства дуговой сварки в защитных газах?
2. Расскажите о применении двойных и тройных смесей защитных газов на основе аргона.
3. Расскажите о сварке в защитных газах неплавящимся электродом.

4. Что вы знаете о сварке в защитных газах плавящимся электродом и в чем ее преимущества?

5. Что вы знаете о сварке в защитных газах плавящимся электродом короткой дугой?

6. В чем отличие сварки длинной дугой от сварки короткой дугой?

2. Технологические особенности процесса сварки в углекислом газе

Сварку в углекислом газе (CO₂) обычно выполняют на постоянном токе обратной полярности плавящимся электродом. Основными параметрами режима сварки в CO₂ и его смесях являются: полярность и сила тока, напряжение дуги; диаметр, скорость подачи, вылет и наклон электрода; скорость сварки; расход и состав защитного газа. Сварочный ток и диаметр электродной проволоки выбирают в зависимости от толщины свариваемого металла и расположения шва в пространстве. Стабильный процесс сварки с хорошими технологическими характеристиками можно получить только в определенном диапазоне силы сварочного тока, который зависит от диаметра и состава электродной проволоки и рода защитного газа. Величина сварочного тока определяет глубину проплавления и производительность процесса сварки. Величину сварочного тока регулируют изменением скорости подачи сварочной проволоки. Одним из важных параметров режима сварки в CO₂ является напряжение дуги. С повышением напряжения увеличивается ширина шва и улучшается его формирование. Однако увеличивается и угар полезных элементов кремния и марганца, повышается чувствительность дуги к «магнитному дутью», увеличивается разбрызгивание металла сварочной ванны. При пониженном напряжении дуги ухудшается формирование сварочного шва. Оптимальные значения напряжения дуги зависят от величины сварочного тока, диаметра и состава электродной проволоки, а также от рода защитного газа. Другие параметры режима сварки в CO₂ находятся в сложной зависимости от различных факторов, влияющих на сварочный

процесс. Режим сварки в CO₂ подбирают на основании обобщенных опытных данных, приведенных в табл. 41.

Таблица 41

Режимы сварки в среде CO некоторых видов соединений

Толщина металла, мм	Эскиз подготовленного соединения и выполненного шва	Зазор δ , мм	Режим сварки					
			Число проходов	Диаметр электрода, мм	Сила сварочного тока, А	Напряжение на дуге, В	Скорость подачи проволоки, м/ч	Объемный расход CO ₂ , дм ³ /мин
1 2		0 ⁻¹	1	0,8	50–60	17–18	100	8–10
1			1,0	90–100	19–20	150	8–10	
3			1	1,2	170–180	22–23	215	8–10
			2	1,2	130–140	21–22	180	8–10
4			1	1,6	220–240	25–27	215	15–16
			2	1,2	150–160	21–22	220	9–10
6		0 ^{+1,5}	1	2,0	300–320	28–30	215	15–16
2			2,0	280–300	28–30	170	15–16	
8 10			1–2	2,0	330–350	28–30	215	15–16
			1–2	2,0	360–380	30–32	280	18–20
12			1–2	2,0	390–410	30–32	280	18–20
14 18 20 24		0 ^{+1,5}	1–2	2,0	430–450	32–34	360	24–25
1–3			2,0	430–450	32–34	360	24–25	
1–4			2,0	430–450	32–34	360	24–25	
1–5			2,0	430–450	32–34	360	24–25	
2 4		0 ⁻¹	1–2	1,2	100–120	21–22	130	9–10
1–2			1,2	160–180	21–22	240	9–10	
8			1–2	2,0	330–350	28–30	245	18–20

Перед началом сварки необходимо отрегулировать расход газа и выждать 20–30 с до полного удаления воздуха из шлангов. Перед зажиганием дуги необходимо следить, чтобы вылет электрода из мунштука не превышал 20–25 мм.

Движение горелки должно осуществляться без задержки дуги на сварочной ванне, так как эта задержка вызывает усиленное разбрызгивание металла. Сварка в нижнем положении производится с наклоном горелки под углом 5–15° вперед или назад. Предпочтительнее вести сварку углом назад, так как при этом обеспечивается более надежная защита сварочной ванны. При механизированной сварке металла малой толщины 1–2 мм поперечных колебательных движений не производят. Сварку ведут на максимальной длине дуги, с максимальной скоростью. При достаточной газовой защите избегают прожогов и обеспечивают нормальное формирование шва. Горелку ведут углом назад, при этом угол наклона составляет 30–45°.

Стыковые соединения при толщине металла 1,5—3 мм сваривают на весу. Более тонкий металл сваривают в вертикальном положении на спуск (сверху вниз), провар достигается за один проход. Сварку соединений внахлестку при толщине металла 0,8—2,0 мм чаще производят на весу и реже - на медной подкладке. При качественной сборке нахлесточных соединений представляется возможным значительно увеличить скорость сварки. Колебательные движения горелкой при сварке больших толщин те же, что и при ручной сварке. При сварке с перекрытием для уменьшения пор применяются продольные колебания горелки вдоль оси шва, что обеспечивает более полное удаление водорода из сварочной ванны.

Сварка в среде CO₂ является высокопроизводительным процессом. В массовом и крупносерийном производстве работают слесари-сборщики, которые освобождают сварщика от сборочных операций. Сварочный пост в этом случае оборудуется кроме сварочной аппаратуры специальными приспособлениями для обеспечения высокой производительности сварочных работ при гарантированном качестве сварных узлов. На рис. 83 показан сварочный пост на одного сварщика и одного слесаря-сборщика. Требования к качеству сборки и подготовки деталей под сварку в CO₂ сварочной проволокой (0,8—2,5 мм) должны соответствовать существующим нормативным документам.

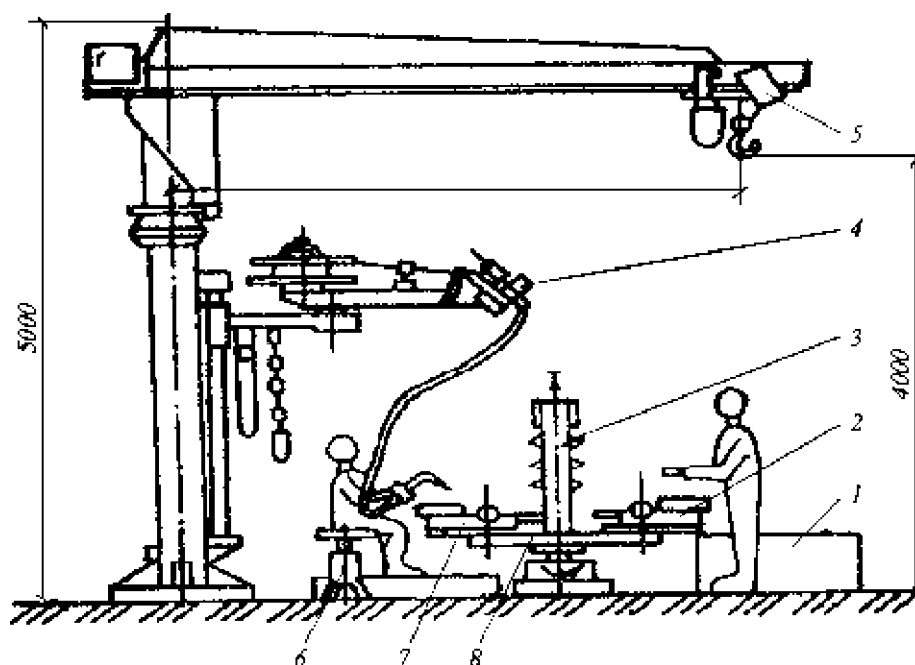


Рис. 83. Сварочный пост для оборонно-сварочных работ (сварщик, слесарь-сборщик): 1 - складочное место для заготовок; 2, 7 - сборочно-сварочные приспособления; 3 - ширма с встроенной вентиляцией; 4 - полуавтомат с консолью; 5 - кран консольно-поворотный; 6 - стул поворотный; 8 - стол двухпозиционный поворотный

Контрольные вопросы:

1. Назовите основные параметры режима сварки в углекислом газе.
2. В зависимости от чего выбирают величину сварочного тока?
3. От чего зависит глубина проплавления?
4. Что происходит с формированием сварного шва при увеличении и снижении напряжения дуги?

3. Сварка цветных металлов

Техническая медь маркируется в зависимости от содержания в ней примесей. Сплавы на основе меди в зависимости от состава легирующих элементов относят к латуням, бронзам и медно-никелевым сплавам. При сварке технической меди и ее сплавов необходимо учитывать их специфические физико-химические свойства: высокую теплопроводность, высокий коэффициент термического расширения, высокую чувствительность к водороду, низкую стойкость швов и околошовной зоны к возникновению горячих трещин, повышенную текучесть и др.

Перед сваркой меди или ее сплавов разделку кромок и основной металл около них на ширине не менее 20 мм очищают от масла, грязи и оксидной пленки, обезжиривают растворителем или бензином. Сварочную проволоку и присадочный металл очищают травлением в водном растворе азотной, серной и соляной кислот с последующей промывкой в воде и щелочи и просушкой горячим воздухом. Для предупреждения пористости кромки детали покрывают специальными флюс—пастами (АНМ15А). Медь хорошо сваривается в аргоне, гелии и азоте, а также в их смеси. Чаще применяют смесь в составе (70—80 %)Ar + (30—20 %)N₂. Азот способствует увеличению проплавления меди. Из-

за высокой теплопроводности меди трудно получить надежный провар. Поэтому перед сваркой кромки деталей подогревают до температуры 200–500 °С. При сварке в аргоне подогрев необходим для деталей толщиной более 4 мм, а при сварке в азоте - более 8 мм. Величину сварочного тока выбирают исходя из диаметра вольфрамового электрода, состава защитного газа (или смеси) и рода тока. Сварку можно производить как на переменном, так и на постоянном токе обратной полярности. При сварке латуней, бронз и медно-никелевых сплавов предпочтительнее использовать вольфрамовые электроды. В этом случае испарение цинка и олова из сплавов будет значительно меньше, чем при сварке плавящимися электродами. Некоторые режимы сварки стыковых соединений меди в нижнем положении приведены в табл. 42.

Таблица 42

Режимы сварки меди плавящимся электродом

Толщина металла, мм	d_e , мм	Защитный газ	$I_{св}$, А	$U_{св}$, В	$V_{св}$, м/ч	$V_{св}$, дм ³ /мин
1,0	0,8–1,20	Аргон, азот	80–110	18–20	30–45	7–9
2–3	0,8–1,6	Аргон	140–210	19–23	25–35	8–10
	0,8–1,2	Азот	140–200	20–35	25–35	8–10
5–6	1,0–1,6	Аргон	250–300	23–26	20–25	10–12
	1,0–1,4	Азот	250–300	24–27	20–25	10–12
8,0	2,0–3,0	Аргон	350–550	32–37	18–22	14–18
	1,6–3,0	Гелий	300–500	32–38	18–22	30–40
12	2,0–4,0	Аргон	350–650	32–38	–	14–18
		Гелий	350–620	34–42	18	30–45
		Аргон	300–500	28–36	16–18	14–18
12–14	1,5–3,0	Гелий	270–500	32–38	18–22	30–40
		Азот	280–500	32–39	18–22	–

Следует учесть, что сварка вольфрамовыми электродами током обратной полярности затруднена из-за сильного нагрева электрода и очень малых допустимых токов. При сварке алюминиевых и магниевых сплавов имеются специфические трудности. Они заключаются в том, что поверхность этих сплавов покрыта тугоплавкой оксидной пленкой, которая препятствует сплавлению металла сварочной ванны с основным металлом. В процессе сварки не всегда удается полностью удалить ее из сварного шва, где она остается в виде неметаллических включений. При

сварке на токе обратной полярности происходит катодная очистка свариваемых поверхностей в зоне горения дуги. Однако действием сварочного тока разрушается лишь сравнительно тонкая оксидная пленка. Толстую пленку оксида алюминия (Al_2O_3) перед сваркой необходимо удалять механическим или химическим путем. Очень важно удалить оксидную пленку с поверхности электродной проволоки малого диаметра из алюминиевых и магниевых сплавов. Подготовка под сварку должна осуществляться особенно тщательно, так как на поверхности оксидной пленки хорошо задерживается атмосферная влага. В процессе сварки влага разлагается и приводит к насыщению металла шва водородом и увеличению пористости металла. Термически упрочняемые сплавы марок АВ, АК6, АКВ обладают повышенной склонностью к образованию горячих трещин. Для уменьшения склонности к горячим трещинам этих сплавов применяют в качестве присадочного металла сварочную проволоку с содержанием (4—6 %) Si. Влияние на качество сварных соединений оказывает и выбор конструктивных элементов разделки кромок, которые определены требованиями существующих нормативных документов. Свариваемые детали собирают так, чтобы были обеспечены минимально возможные зазоры. Если сварку приходится производить без сборочно-сварочных приспособлений, то детали фиксируют с помощью прихваток. Прихватки выполняют той же проволокой, что и сварку. Некоторые марки проволок приведены в табл. 43.

Таблица 43

Марки проволок, обеспечивающие требуемые свойства соединений из алюминия и его сплавов

Свариваемый металл	Универсальная проволока, обеспечивающая удовлетворительные характеристики соединениям	Проволока, обеспечивающая соединениям			
		повышенную стойкость против горячих трещин	высокое сопротивление разрыву	высокое относительное удлинение	повышенную коррозионную стойкость
АДО, АД1 АМц АМг2, АМг3 АМг5 АВ, АД31 1915 1201 (Д20)	СВА1 СВАМц СВАМг3 СВАМг5 СВАК5 СВ1557 СВ1201	СВА1 СВАМц СВАМг55 СВАМг63 СВАК5 СВАМг5 СВ1201	СВА1 СВАМц СВАМг5 СВАМг6 СВ1557 СВАМг6 СВ1201	СВАВОО СВАМц АВ СВАМг5 СВ1557 СВАМг6 СВ1201	СВА85Т СВАМц АВ СВ1557 АВ СВ1557 СВ1201

Наилучшие механические свойства сварных швов обеспечиваются при сварке неплавящимся электродом в среде Ar. Основным достоинством этого способа является высокая устойчивость горения дуги. Питание дуги осуществляется переменным током от источников с падающими внешними характеристиками. Режимы сварки в аргоне вольфрамовым электродом алюминия и его сплавов приведены в табл. 44.

Таблица 44

Режимы сварки в аргоне вольфрамовым электродом алюминия и его сплавов

Тип соединения	h , мм	$d_{э}$, мм	$d_{св}$, мм	$I_{св}$, А	$V_{св}$, дм ³ /мин	n	Примечание
Ручная сварка							
Отбортовка кромок	1,0	1,0	–	40–50	4–5	1	–
	2,0	2,0	–	80–90	7–8	1	–
Встык, без разделки, одностороннее	3,0	3,0–4,0	2,0–3,0	100–130	8–10	1	–
Встык, без разделки, двустороннее	5,0	4,0–5,0	3,0–4,0	200–240	8–10	2	–
Автоматическая сварка							
Встык, без разделки	3,0	4,0	2,5	180–200	14–16	1	$V_{св} = 18–20$ м ³ /ч
	6,0	5,0	2,5	250–290	16–18	1	$V_{св} = 95–100$ м ³ /ч

Примечание, h - толщина свариваемого металла; ($d3$ - диаметр электрода; $d_{п.п}$ - диаметр присадочной проволоки; $I_{св}$ - сварочный ток; V_r - расход газа; n - число проходов.

При сварке плавящимся электродом питание дуги осуществляется от источников постоянного тока с жесткой вольт-амперной характеристикой. С целью надежного разрушения оксидной пленки сварку ведут на токе обратной полярности. Сварку выполняют либо в аргоне, либо в смеси аргона с гелием (30 % Ar + 70 % He).

Режимы сварки в аргоне алюминиевых сплавов плавящимся электродом приведены в табл. 45.

Таблица 45

Режимы сварки в аргоне алюминиевых сплавов плавящимся электродом

h , мм	Тип раз- делки	n	$d_{э}$, мм	Первый проход			Последующие проходы		
				$I_{св}$, А	U , В	$V_{г}$, м ³ /ч	$I_{св}$, А	U , В	$V_{г}$, м ³ /ч
10	Без раз- делки	2	2,0 2,0	250– 300	22– 24 24– 26	20–25	370–390	28–30	20
15 25	V-об- разный	4 8	2,5	400– 440	26– 28	40–45	400–450	27–29	15–20
40	X	20	2,0	380	25– 27	35	370–390	27–29	27

Контрольные вопросы:

1. Какие специфические свойства меди определяют трудности при ее сварке?
2. В чем заключается подготовка металла деталей и присадочной проволоки перед сваркой?
3. В каких защитных газах или их смесях сваривают медь?
4. В чем заключается трудность сварки алюминия и его сплавов?
5. Расскажите о подготовке металла деталей и присадочной проволоки при сварке алюминия и его сплавов.
6. Чем добиваются уменьшения склонности некоторых сплавов алюминия к образованию горячих трещин?
7. Какими способами сварки можно сваривать сплавы алюминия?

Глава 9

СВАРКА ЧУГУНА

1. Технология сварки чугуна и ее особенности

Чугунами называются железоуглеродистые сплавы с содержанием углерода свыше 2,0 %.

Обычный чугун представляет собой железоуглеродистокремниевый сплав, содержащий углерода от 2,5 до 4 %, кремния от 1 до 5 % в сочетании с различными количествами марганца, серы и фосфора; иногда при этом имеются один или несколько специальных легирующих элементов вроде никеля, хрома, молибдена, ванадия, титана и пр.

Чугун является дешевым, обладающим хорошими литейными свойствами сплавом, который благодаря ряду других особых свойств нашел широкое применение в народном хозяйстве, особенно в машиностроении.

В зависимости от содержания углерода в сплаве различают два основных вида чугуна: белый и серый чугун.

Серые чугуны получили большое распространение; с их сваркой приходится встречаться главным образом при исправлении брака чугунолития и при ремонте.

Структура чугуна, его физические и механические свойства зависят от скорости охлаждения и химического состава чугуна. При одинаковом химическом составе и прочих равных условиях высокая скорость охлаждения способствует образованию в чугуне цемента, т.е. получению белого чугуна. Замедленное охлаждение, напротив, вызывает выделение углерода в состоянии графита с получением серого чугуна.

Промежуточные скорости охлаждения дают различные переходные структуры металлической части: цементно-перлитную, перлитную, перлитно-ферритную, ферритную.

Все смеси чугуна по своему влиянию на цементит делят на две группы: графитообразующие, способствующие образованию графита, и карбидообразующие, задерживающие образование графита. Рассмотрим влияние некоторых примесей. Кремний является после углерода наиболее важной примесью чугуна и относится к графитообразующим

примесям. При содержании кремния выше 4,5 % практически весь углерод выпадает в виде графита. Сера образует легкоплавкие эвтектики и является активным карбидообразователем, что увеличивает хрупкость чугуна. Поэтому содержание серы в чугуне строго ограничивается (не более 0,15 %). Марганец, как и в стали, снижает содержание серы в чугуне; при содержании в чугуне до 0,8 % действует как графитизатор, выше 1 % - как слабый карбидообразователь; дальнейшее увеличение содержания марганца усиливает его карбидообразующее действие. Фосфор придает расплавленному чугуну жидкотекучесть и образует сложную фосфидную эвтектику, повышающую твердость и хрупкость чугуна. Твердость является важной характеристикой чугуна; она зависит от структуры, легирующих примесей и размера графитных включений. Наименьшую твердость имеют ферритные чугуны, в которых почти весь углерод находится в свободном состоянии; перлитный чугун с пластинчатым графитом имеет 220—240 НВ, а структура цементита 750 НА. Чем больше размеры графитных включений, тем меньше твердость чугуна. При выборе способа сварки чугуна необходимо учитывать, что: высокая его хрупкость при неравномерном нагреве и охлаждении может привести к появлению трещин в процессе сварки; ускоренное охлаждение приводит к образованию отбеленной прослойки в околошовной зоне и затрудняет его дальнейшую механическую обработку; сильное газообразование в жидкой ванне может привести к пористости сварных швов; высокая жидкотекучесть чугуна вызывает необходимость в ряде случаев к подформовке. Чугунные детали, работающие длительное время при высоких температурах, почти не поддаются сварке. Это происходит в результате того, что под действием высоких температур (300—400 °С и выше) углерод и кремний окисляются, и чугун становится очень хрупким. Чугун с окисленным углеродом и кремнием называют горелым. Так же плохо свариваются чугунные детали, работающие длительное время в соприкосновении с маслом и керосином. В таких случаях поверхность чугуна как бы пропитывается маслом и керосином, которые при сварке сгорают и образуют газы, способствующие появлению

сплошной пористости в сварном шве. Различают два способа сварки чугуна. Холодная сварка чугуна - это сварка без предварительного нагрева изделия. Горячая сварка чугуна - это такой способ, при котором осуществляется предварительный и сопутствующий нагрев изделия до 600—700 °С с последующим медленным охлаждением. Такой процесс уменьшает скорость охлаждения металла сварочной ванны и околошовной зоны, что обеспечивает полную графитизацию металла шва и отсутствие отбела в околошовной зоне, а также исключает возможность появления сварочных напряжений. Подогрев чугунного изделия до 250—400 °С для уменьшения сварочных напряжений и скорости охлаждения с целью получения более пластичной структуры металлической основы чугуна часто называют полугорячей сваркой. Способ холодной сварки требует меньше затрат. Кроме того, при нем имеется возможность варьировать в больших пределах химический состав металла шва. Но при наложении валика на холодную поверхность чугуна вследствие быстрого отвода теплоты в околошовной зоне образуются отбеленные участки, а металл шва также может получиться твердым и хрупким. Превращения в околошовной зоне при холодной сварке чугуна определяются химическим составом, исходной структурой свариваемого чугуна и распределением температур в поперечном сечении соединения. Для рассмотрения структурных превращений в околошовной зоне воспользуемся тройной диаграммой состояния Fe—C—Si, связав ее с участками зоны термического влияния свариваемого чугуна посредством кривой распределения температуры. На рис. 84 изображена плоская диаграмма состояния Fe—C—Si с разрезом в точке, соответствующей 2,5 % кремния. Хотя приведенная схема справедлива только для одного определенного состава чугуна, она дает возможность на этом конкретном примере выяснить основные положения по связи температуры и скорости ее изменения со структурой отдельных участков околошовной зоны. Из схемы следует, что вся околошовная зона состоит из пяти основных участков, особенности которых и разберем.

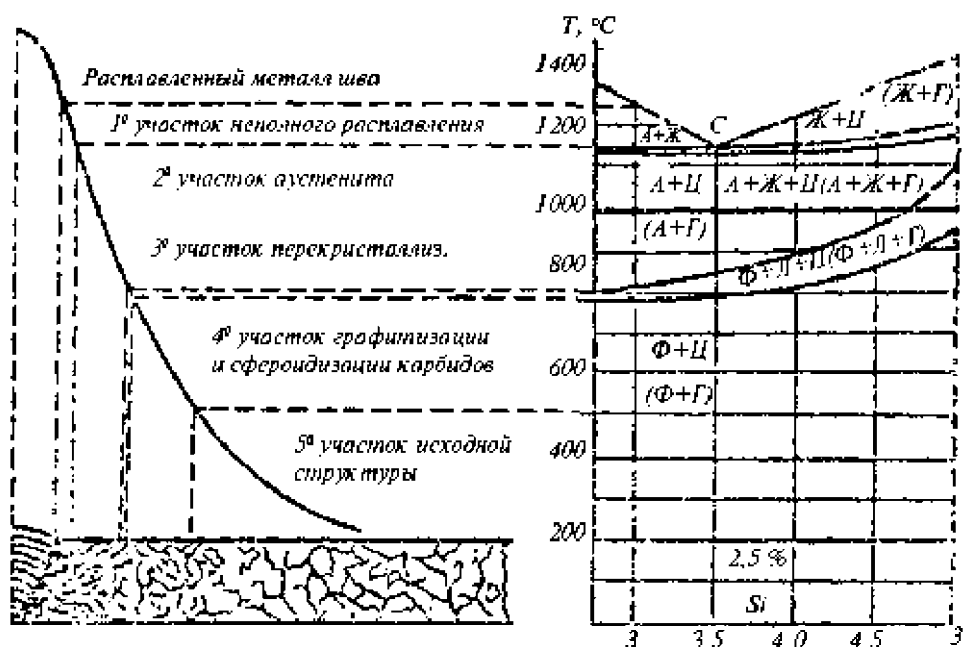


Рис. 84. Структурные превращения в зоне термического влияния в чугуна при сварке

Участок 1-й (неполного расплавления) ограничивается температурами в пределах 1150—1250 °С. В процессе сварки в нем наряду с жидкой фазой имеется твердая фаза, которая представляет собой аустенит с предельным содержанием углерода (1,7—2,0 %). При большой скорости охлаждения на этом участке может иметь место образование белого чугуна. Участок 2-й (аустенита) в процессе нагрева и охлаждения находится в твердом состоянии и в рассматриваемом случае ограничен эвтектической (1150 °С) и эвтектоидной (800 °С) температурами. Структура участка определяется исходной структурой чугуна и температурой нагрева. При охлаждении участка аустенита изменения в структуре будут происходить в соответствии с изменением температуры и скорости охлаждения. Для того, чтобы на данном участке не получить мартенсит, скорость его охлаждения должна быть небольшой. При заданном составе чугуна это может быть достигнуто изменением погонной энергии дуги или повышением начальной температуры свариваемого изделия подогревом. Структура по ширине участка в связи со значительным интервалом температур в 360 °С также будет меняться. Участок 3-й (перекристаллизации) очень узкий, он имеет интервал температур всего 30 °С. Структура этого участка будет

промежуточной по сравнению со структурами 2-го и 4-го участков. Участок 4-й (графитизации и сфероидизации карбидов) характеризуется тем, что нагревается ниже критических температур. На нем наблюдается увеличение количества графита вследствие графитизации карбидов и некоторой их сфероидизации (округления). Этот процесс улучшает структуру и механические свойства металла, он зависит от исходной структуры чугуна и длительности его нагрева. Участок 5-й (исходной структуры) нагревается до температуры не выше 400—500 ° С; структурных изменений в нем нет. Склонность к отбелу металла на участке неполного расплавления околошовной зоны тем больше, чем меньше в чугуне углерода и кремния. Чтобы избежать при сварке чугуна отбела в 1-м участке околошовной зоны, необходимо, чтобы содержание углерода в нем было не менее 3 %, кремния не менее 2 %, а графита не менее 2,5 %. Металл шва оказывает существенное влияние на отбел 1-го участка зоны. Наибольшая склонность к отбелу на этом участке возникает тогда, когда сварка чугуна (первого слоя) производится стальными электродами с обычным тонким покрытием, так как при этом вследствие конвективной диффузии углерода из жидкой фазы 1-го участка в металл шва его содержание в 1-м участке околошовной зоны заметно снижается. Уменьшение склонности к отбелу 1-го участка при сварке чугуна может быть достигнуто введением в металл шва таких графити-заторов, как медь, никель, т. е. соответствующим изменением химического состава металла шва. Исключить или уменьшить возможность образования мартенсита во 2-м участке околошовной зоны можно снижением скорости охлаждения, что достигается увеличением погонной энергии или подогревом изделия.

2. Холодная сварка чугуна

Существует большое разнообразие способов холодной сварки чугуна: 1) сварка чугуна стальными электродами: а) без постановки шпилек; б) с постановкой шпилек; в) сварка стальными электродами с карбидообразующими элементами в покрытии; 2) сварка чугунными электродами; 3) сварка электродами из цветных металлов и

комбинированными; 4) сварка в среде углекислого газа, порошковой проволокой, электрошлаковая и др. Выбор того или иного способа холодной сварки чугуна определяется рядом технологических и экономических факторов и требуемым качеством соединения. Сварка электродами из малоуглеродистой стали без постановки шпилек. Данный метод может быть применен при заварке пороков на небольшой глубине и ширине на отливках неответственного назначения и не подлежащих механической обработке, а также при ремонте чугунных изделий. Сварка первого слоя производится электродами малого диаметра, обычно 3 мм при малой погонной энергии и сварочном токе 60—70 А, вразброс, с перерывами, чтобы температура детали вблизи места сварки не превышала 50—60 °С. Слой получается тонким, пористым и с поперечными трещинами. Второй слой наносится на первый поперечными валиками, тем самым на поверхности детали в месте сварки создается слой стали. Дальнейшая сварка производится с большой погонной энергией, но также с перерывами, чтобы избежать концентрации теплоты в одном месте. Последующие слои создают достаточную плотность шва. При сварке стыковых соединений для увеличения общей площади связи наплавленного и основного металла шов рекомендуется распространить на кромку детали по ширине, равной толщине детали (рис. 85), а для уменьшения напряжения применить проковку средних слоев.

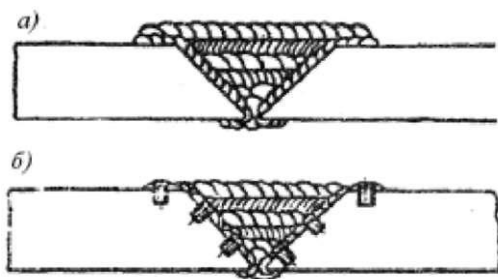


Рис. 85. Вид стыкового соединения чугуна: а - стальнение поверхности без установки шпилек; б - стальнение поверхности с установкой шпилек

Этот метод сварки не следует применять для исправления чугунных изделий, работающих при температуре выше 100 °С, так как в месте сварки могут возникнуть дополнительные напряжения (вследствие

разницы в значении коэффициента теплового расширения чугуна и стали), а это может явиться причиной нарушения сплошности соединения. Сварка электродами из низкоуглеродистой стали с установкой шпилек. Чтобы увеличить прочность соединения при ремонте ответственных крупногабаритных чугунных изделий - станин, рам, кронштейнов и т. п., применяют стальные шпильки, которые ввертываются на резьбе в тело детали. Назначение шпилек - связать металл шва с чугуном и передать усилие от шва в массу основного металла, не подвергшегося термическому воздействию, минуя хрупкие участки околошовной зоны. Диаметр шпилек d принимается равным $0,15 - 0,25$ толщины детали, но не менее 3 мм и не более 16 мм; расстояние между шпильками $(3 - 4)d$, расстояние от шпилек до кромки $(1,510 - 2,0)d$, глубина ввертывания шпилек $1,5d$, высота выступающей части $(0,8-1,2)d$. При выполнении операции по подготовке отверстий для шпилек нельзя применять масло. Детали толщиной до 12 мм могут свариваться без подготовки кромок с установкой одного ряда шпилек с каждой стороны. В деталях большой толщины выполняется односторонняя или двусторонняя подготовка кромок с углом раскрытия 90° , и шпильки устанавливаются также по скосам кромок в шахматном порядке. Сварку производят при малой погонной энергии стальными электродами диаметром 3 мм с тонким покрытием или покрытием УОНИ-13/45. Сначала шпильки обваривают кольцевыми швами вразброс, с перерывами для охлаждения деталей. После обварки шпилек до соприкосновения кольцевых валиков между собой производится наплавка участков между обваренными шпильками также вразброс. Второй слой выполняется поперечными небольшими валиками вразброс. Для остальной части шва могут применяться электроды большого диаметра с соблюдением ранее указанных положений по сварке, с заполнением шва, как указано на рис. 85, б. При сварке деталей большой толщины для уменьшения количества наплавленного металла целесообразно производить сварку стальных связей различных форм и размеров. Холодная сварка чугуна стальными электродами с постановкой шпилек позволяет производить сварку в нижнем,

вертикальном и потолочном положениях, соединения получаются прочными, но плотность не всегда обеспечивается. Сварка чугуна чугунными электродами. При этом методе сварки электродом служит чугунный стержень марки А или Б (табл. 46), на который наносятся различные толстые покрытия, например ОМЧ-1, которое содержит 25 % мела, 41 % графита, 9 % ферромарганца, 25 % кварцевого песка.

Таблица 46

Химический состав чугунных стержней, применяемых при сварке

Марка чугунных	Массовое содержание, %			
	C	Si	Mn	
А	3,0–3,5	3,0–3,4	0,5–0,8	
Б	3,0–3,5	3,6–4,0	0,5–0,8	
	Массовое содержание, %			
А Б	S, не более	P	Cr	Ni
			не более	
	0,08 0,08	0,2–0,4 0,3–0,5	0,05 0,05	0,3 0,3

Качество сварного соединения при холодной сварке чугуна чугунными электродами неоднородно, так как трудно обеспечить такую скорость охлаждения металла шва и околошовной зоны, при которой не было бы отбела на всем протяжении шва, поэтому в различных сечениях соединения получаются различной структуры и твердости. Этот способ сварки широкого применения не имеет. Лучшие результаты получаются при подогреве детали до температуры 300–400 °С, т. е. при полугорячей сварке чугуна.

Сварка стальными электродами с карбидообразующими элементами в покрытии.

Сущность этого способа заключается в том, что углерод, поступающий в шов из основного металла, связывается в труднорастворимые мелкодисперсные карбиды ванадием, содержащимся в электродном покрытии. Карбиды эти столь прочны, что углерод, находящийся в них, не участвует в фазовых превращениях. Если карбидообразующие элементы содержатся в шве в избытке по

отношению к углероду, структура шва получается ферритной с включением мелкодисперсных карбидов. Сварка по этому способу выполняется в основном электродами ЦЧ-4, в покрытие которых вводится 70 % феррованадия, в результате чего наплавленный металл содержит 9—10 % ванадия. Сварку чугуна электродами ЦЧ-4 следует производить с малой погонной энергией по принципу наиболее холодного места, поэтому производительность процесса сварки электродами тоже низкая. Холодная сварка электродами из никелевых сплавов. При наличии в жидкой ванне элементов активных графитизаторов можно избежать отбела в околошовной зоне, поэтому, когда поверхность должна быть механически обработана и неравнопрочность соединения с основным металлом допускается, сварка может производиться электродами из цветных металлов, содержащих никель, медь. Наибольшее применение получили электроды из монель-металла, который представляет собой сплав никеля (65—70 %) и меди (25—30 %), и электроды ЦЧ-3А, имеющие стержень из проволоки СВ-08Н50 и основное покрытие. На проволоку из монель-металла диаметром 2—4 мм наносятся покрытия специального состава, например, из 40 % графита, 60 % мела или мрамора и др. Наплавка этими электродами производится валиками длиной 50-60 мм; при этом сразу же после наложения валика его необходимо проковать легкими ударами молотка. Это вызвано тем, что усадка монель-металла при переходе из жидкого в твердое состояние составляет около 2 %. Совместное действие усадки и напряжений от сварки может вызвать образование трещин. Для уменьшения расхода дорогостоящего монель-металла и обеспечения обрабатываемости стыкового шва после сварки иногда на кромки, подлежащие сварке, наплавляется слой монель-металла, а остальная часть шва выполняется электродами из малоуглеродистой проволоки. В некоторых случаях нижняя часть шва наплавляется электродами из малоуглеродистой проволоки, а верхний слой покрывается монель-металлом.

Холодная сварка медными и комбинированными медно-стальными электродами.

Медным электродом сваривают изделия, работающие при незначительных статических нагрузках, а также изделия, требующие плотных швов. В производстве широкое применение нашли различные варианты комбинированных медно-стальных электродов: медный стержень с оплеткой из мягкой стали, стальной стержень с медной оболочкой, пучок медных и стальных электродов, медный стержень с толстым покрытием, содержащим железный порошок, например, электроды 034-1 и др. Появление комбинированного метода и сплавление его с чугуном создают условие для получения качественного шва, так как медь не соединяется с углеродом - она остается пластичной и вязкой, а сталь науглероживается, что повышает ее прочность. Комбинированные электроды могут изготавливаться из любой марки меди. Наиболее простыми в изготовлении являются электроды, имеющие медный стержень с оплеткой из мягкой стали. Они изготавливаются следующим образом: на медный стержень длиной 300—350 мм навивается спираль из мягкой жести, нарезанной в виде полосок шириной 5—10 мм. Диаметр медного стержня берется равным 4—7 мм. Если между витками спирали будет небольшой интервал, то железа в электроде будет не более 8—12 %. На подготовленные стержни наносят покрытия: меловое, УОНИ-13/45 и др. Широко и эффективно применяются электроды из меди с железным порошком в составе покрытия. Сварка такими электродами не вызывает затруднений. Для изготовления таких электродов в шихту покрытия УОНИ-13/55 добавляется 40—50 % железного порошка. Сваркой пучком электродов отбел первого участка околошовной зоны полностью не устраняется. Лучшие результаты получаются, если в пучок добавляется стержень из монель-металла или латуни диаметром 2—3 мм. Чтобы избежать затекания расплавленного металла впереди дуги, электрод при сварке располагают, как показано на рис. 86. В настоящее время разработаны и рекомендованы к промышленному применению три марки порошковой

проволоки для сварки чугуна: ППЧ-1, ППЧ-2, ППЧ-3. Химический состав первых двух марок проволоки приведен в табл. 47.

Таблица 47

Химический состав некоторых марок порошковой проволоки

Марка проволоки	Массовое содержание элементов, %				
	C	Si	Mn	Al	Ti
ППЧ-1	7,0–7,5	4,0–4, %	0,4–0,8	0,6–0,9	0,4–0,6
ППЧ-2	5,7–6,5	3,3–4,0	0,4–0,8	0,6–0,9	0,4–0,6

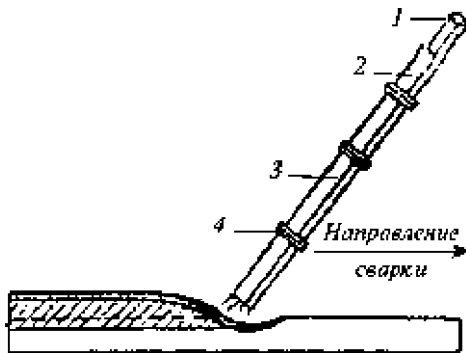


Рис. 86. Сварка пучком электродов: 1 - стальные стержни электрода;

Как показали исследования, порошковую проволоку ППЧ можно применять для холодной сварки чугуна на деталях, имеющих сквозные и несквозные дефекты размером до 100 см² на обрабатываемых и необрабатываемых плоскостях, расположенных в нежестком контуре (отбитые части, дефекты на выступающих частях отливок и др.). Для сварки рекомендуется постоянный ток прямой полярности при режиме, обеспечивающем в процессе сварки минимальную скорость охлаждения, поэтому предпочтительно применение больших токов и малых скоростей перемещения дуги, а именно для сварочной проволоки диаметром 2,8–3,0 мм $I_{св} = 280\text{--}300$ А, $U_{д} = 28\text{--}32$ В, Уп.д = 4 м/ч. Механическая обработка наплавленной поверхности возможна потому, что благодаря большому вводу теплоты скорость охлаждения небольшая и получается достаточно пластичная структура. Но в тех случаях, когда площадь, подлежащая заварке большая и когда за счет соответствующего режима сварки нельзя заметно уменьшить скорость охлаждения металла наплавки и околошовной зоны, следует применить местный

предварительный нагрев, хотя бы до 100—150 °С. Если это нельзя осуществить, сварку следует производить с малой погонной энергией, валиками длиной 25—30 мм, по принципу наиболее холодного места или путем предварительного стальнойности поверхности электродами УОНИ-13/45, для получения сплошной наплавки высотой 5—6 мм. После этого производится заправка детали.

3. Горячая сварка чугуна

Процесс горячей сварки чугуна складывается из ряда операций, выполняемых обычно в определенной последовательности. Подготовка дефектного места к сварке заключается в тщательной очистке его от загрязнений, в разделке для образования полости, легко доступной воздействию сварочной дуги, в формовке для предотвращения вытекания металла из сварочной ванны. Формовка производится в опоках графитовыми или угольными пластинками, скрепленными формовочной массой из кварцевого песка, увлажненного жидким стеклом или другими формовочными материалами. Форму необходимо просушить при постепенном изменении температуры от 60 до 120 °С, после чего производить дальнейший подогрев. В зависимости от размеров, формы деталей, объема сварки и месторасположения дефекта подогрев производится в специальных печах, горнах или колодцах до температуры 600—700 °С. В крупных деталях простой формы может применяться местный подогрев. Сварка нагретых деталей производится чугунными электродами, состоящими из стержня диаметром 6—12 мм марки Б, и специального покрытия (например ОМЧ-1, которое содержит 41 % графита, 9 % ферромарганца, 25 % мела, 25 % полевого шпата). Толщина покрытия - 1,2—1,5 мм. Сварка ведется на постоянном или переменном токе при повышенных режимах $I = (50 - 60) d$, отдельными ваннами размером 50—60 см². При большой площади дефекта производится выформовка отдельных участков, завариваемых при поддержании ванны в жидком состоянии. После затвердевания заваренного участка графитовая пластинка переставляется и сваривается следующий участок - и так без длительных перерывов до

окончания сварки всего дефектного места. По окончании сварки деталь засыпается сухим песком или мелким древесным углем, покрывается асбестом и вместе с печью или горном медленно охлаждается. Сварку чугуна с нагревом до 250—400 °С (или, как ее называют, полугорячую) применяют, когда требуется исправить небольшой дефект сложной детали или дефект, расположенный на массивной детали в таком месте, где укорочение от нагрева при сварке не встречает большого сопротивления.

Раздел третий ГАЗОВАЯ СВАРКА И РЕЗКА

Глава 1 ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ГАЗОПЛАМЕННОЙ ОБРАБОТКИ. СУЩНОСТЬ ГАЗОВОЙ СВАРКИ

Сущность процесса газовой сварки заключается в том, что свариваемый и присадочный металлы расплавляются за счет тепла пламени горелки, получающегося при сгорании какого-либо горючего газа в смеси с кислородом.

Наиболее распространенным газом является ацетилен. В процессе сварки металл соприкасается с газами пламени, а вне пламени - с окружающей средой, обычно с воздухом. В результате металл подвергается изменениям, характер которых зависит от свойств металла, способа и режима сварки. Наибольшим изменениям подвергается металл, расплавляющийся в процессе сварки. При этом изменяется содержание примесей и легирующих добавок в металле. Одновременно может происходить обогащение его кислородом, в некоторых случаях и водородом, азотом, углеродом. Одним из наиболее распространенных процессов, происходящих при взаимодействии пламени с металлом, является окисление.

При сварке сталей в металле сварочной ванны образуется закись железа FeO , которая реагирует с кремнием и марганцем внутри сварочной ванны; вредные примеси выводятся в шлак либо удаляются в виде газов. Для предотвращения окисления кромок металла и извлечения из жидкого металла окислов и неметаллических включений применяются флюсы. Расплавленные флюсы в основном нерастворимы в металле и образуют на поверхности металла пленку шлака. Шлак предохраняет металл от воздействия газов пламени и атмосферных газов.

В процессе газовой сварки, кроме расплавления металла сварочной ванны, происходит нагрев основного и свариваемого металла до достаточно высоких температур, приближающихся к температуре плавления на границе раздела со сварочной ванной. Поэтому при сварке

одновременно происходит ряд сложных процессов, связанных с расплавлением металла, его взаимодействием с газами и шлаками, последующей кристаллизацией, а также с нагревом и охлаждением металла в твердом состоянии как в пределах шва, так и в основном металле и в зоне термического влияния. Расплавленный металл сварочной ванны представляет сплав основного и присадочного металлов. В результате взаимодействия газов пламени и флюсов он изменяет свой состав. По мере удаления пламени горелки металл кристаллизуется в остывающей части ванны. Закристаллизовавшийся металл сварочной ванны образует металл шва. Шов имеет структуру литого металла с вытянутыми укрупненными кристаллами, направленными к центру шва. Наибольшее применение в промышленности из множества видов газопламенной обработки имеют сварка, пайка и кислородная резка. Наиболее известные виды приведены в табл. 48.

Таблица 48

Виды газопламенной обработки

Сварка	Пайка	Нанесение поверхностных слоев	Использование местного (поверхностного) нагрева		Кислородная резка	
			Местная термическая обработка (с изменением структуры)	Обработка местным нагревом (без изменения структуры)	Без применения флюсов	С применением флюсов
Металлов, неметаллов	Мягкими припоями, твердыми припоями, наплавкой	Металлизация, напыление	Местная термическая обработка (с изменением структуры)	Обработка местным нагревом (без изменения структуры)	Без применения флюсов	С применением флюсов

Для газовой сварки необходимы следующие сварочные материалы, оборудование, приспособления и специальные средства для безопасной работы: газы: кислород и горючий газ (ацетилен или его заменители); присадочная проволока для сварки или наплавки; оборудование и аппаратура: кислородные баллоны для хранения запаса кислорода, подаваемого из баллонов в горелку или резак; кислородные редукторы для понижения давления кислорода; ацетиленовые генераторы для получения ацетилена из карбида кальция или ацетиленовые баллоны, в которых ацетилен находится в растворенном состоянии; ацетиленовые редукторы для понижения давления ацетилена, отбираемого из баллона;

специальные баллоны или емкости для сжиженных газов, бачки с насосом для создания в них давления; сварочные, наплавочные, закалочные и другие горелки с набором наконечников для нагрева металла различной толщины; кислородные и другие резаки с комплектом мундштуков и приспособлений для резки и т. д.; резиновые рукава (шланги) для подачи кислорода и любого горючего газа в горелку или резак; принадлежности для сварки и резки: очки с затемненными стеклами (светофильтры) для защиты глаз от яркости сварочного пламени, молоток, набор ключей для накидных гаек горелки и резака, стальные щетки для очистки сварного шва и кромок деталей перед сваркой; сварочный стол и приспособление для сборки и фиксации деталей при прихватке и сварке; флюсы или сварочные порошки. Для газосварщика рабочим местом является сварочный пост в комплексе с соответствующей аппаратурой и приспособлениями.

Контрольные вопросы:

1. В чем сущность газовой сварки?
2. Расскажите о необходимых сварочных материалах и оборудовании поста для газовой сварки.

Глава 2

МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ГАЗОВОЙ СВАРКЕ И РЕЗКЕ

1. Газы, применяемые при сварке и резке

Кислород при атмосферном давлении и обычной температуре - это газ без цвета и запаха, несколько тяжелее воздуха. При атмосферном давлении и температуре 20 ° С масса 1 м³ кислорода равна 1,33 кг. Сгорание горючих газов или паров горючих жидкостей в чистом кислороде происходит очень интенсивно, в зоне горения развивается высокая температура. Для получения сварочного пламени с высокой температурой, необходимой для расплавления металла в месте сварки, горючий газ или пары горючей жидкости сжигают в смеси с технически чистым кислородом. Если горение газов происходит на воздухе, в котором кислорода содержится только 1/5 по объему (остальные 4/5 составляют азот и другие атмосферные газы), то температура сварочного пламени будет значительно ниже и процесс горения происходит значительно медленнее, чем в технически чистом кислороде. Сам кислород не токсичен, не горюч и не взрывоопасен, однако, являясь сильнейшим окислителем, резко увеличивает способность других материалов к горению, а при очень высокой скорости горения - к взрыву. Технический кислород добывают из атмосферного воздуха, который подвергают обработке в воздухоразделительных установках, где он очищается от пыли, углекислоты и осушается от влаги. Перерабатываемый в установке воздух сжимается компрессором до высокого давления и охлаждается в теплообменниках до сжижения. Жидкий воздух разделяют на кислород и азот. Процесс разделения происходит вследствие того, что температура кипения жидкого азота ниже температуры жидкого кислорода на 13 °С. Азот оказывается более легкокипящим газом и испаряется первым, поэтому его отводят из воздухоразделительной установки в атмосферу. Жидкий чистый кислород накапливается в воздухоразделительном аппарате. При испарении кислорода им заполняют баллоны под давлением, создаваемым с помощью компрессора. Технический кислород транспортируют в стальных баллонах согласно требованиям

существующих нормативных документов или в автореципиентах под давлением $15 \pm 0,5$ МПа (150 ± 5 кгс/см²) или $20 \pm 1,0$ МПа (200 ± 10 кгс/см²) при 20 °С. При наполнении баллонов, их хранении и транспортировании в интервале температур от -50 до $+30$ °С давление газа в баллоне должно соответствовать приведенному в табл. 49.

Таблица 49

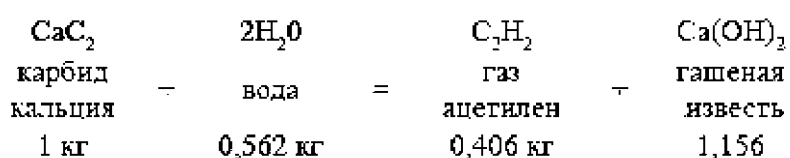
Давление кислорода в баллоне в зависимости от температуры окружающего воздуха

Температура газа, °С	Давление газа в баллоне, МПа (кгс/см ²)	Допустимое отклонение, МПа (кгс/см ²)	Давление газа в баллоне, МПа (кгс/см ²)	Допустимое отклонение, МПа (кгс/см ²)
	15 МПа (150 кгс/см ²) при 20 °С		20 МПа (200 кгс/см ²) при 20 °С	
-50	9,3 (93)		12,3 (123)	
-40	10,2 (102)		13,5 (135)	
-30	11,1 (111)		14,6 (146)	
-20	11,9 (119)		15,8 (158)	
-10	12,7 (127)	$\pm 0,5$ (5)	16,9 (169)	$\pm 1,0$ (10)
0	13,5 (135)		17,9 (179)	
+10	14,3 (143)		19,0 (190)	
+20	15,0 (150)		20,0 (200)	
+30	15,7 (157)		21,0 (210)	

Для сварки и резки выпускают технический кислород 1-го сорта чистотой не менее 99,7 % и 2-го сорта чистотой не менее 99,5 %. При хранении или транспортировке наполненных баллонов давление в них должно соответствовать температуре окружающего воздуха. Хранение и транспортировка наполненных баллонов при температуре выше 60 °С не допускается. Баллоны с кислородом должны возвращаться на заполнение с остаточным давлением не ниже 0,05 МПа (0,5 кгс/см²). Ацетилен (C₂H₂) является химическим соединением углерода с водородом. Это бесцветный горючий газ, имеющий резкий характерный запах. Длительное вдыхание ацетилена вызывает головокружение, тошноту, а иногда и сильное общее отравление. Ацетилен легче воздуха:

1 м³ ацетилена при 20 °С и атмосферном давлении имеет массу 1,09 кг. Ацетилен является взрывоопасным газом. Температура самовоспламенения ацетилена лежит в пределах 240—630 °С и зависит от давления и присутствия в ацетилене различных примесей. При атмосферном давлении смесь ацетилена с воздухом взрывается при содержании в ней ацетилена 2,2 % и более, а в смеси с кислородом при содержании - 2,8 % и более. Взрыв ацетилено-воздушной или ацетилено-кислородной смеси может произойти от искры, пламени или сильного местного нагрева, поэтому обращение с карбидом кальция и с ацетиленом требует осторожности и строгого соблюдения правил безопасного труда. В промышленности ацетилен получают при разложении жидких горючих, таких как нефть, керосин, воздействием электродугового разряда. Применяется также способ производства ацетилена из природного газа (метана). Смесь метана с кислородом сжигают в специальных реакторах при температуре 1300—1500 °С. Из полученной смеси с помощью растворителя извлекается концентрированный ацетилен. Получение ацетилена промышленными способами на 30—40 % дешевле, чем из карбида кальция. Промышленный ацетилен закачивается в баллоны, где находится в порах специальной массы растворенным в ацетоне. В таком виде потребители получают баллонный промышленный ацетилен. Свойства ацетилена не зависят от способа его получения. Остаточное давление в ацетиленовом баллоне при температуре 20 °С должно быть 0,05—0,1 МПа (0,5—1,0 кгс/см²). Рабочее давление в наполненном баллоне не должно превышать 1,9 МПа (19 кгс/см²) при 20 °С. Для сохранности наполнительной массы нельзя отбирать ацетилен из баллона со скоростью 1700 дм³/ч. Рассмотрим подробнее способ получения ацетилена в генераторе из карбида кальция. Карбид кальция получают путем сплавления кокса и негашеной извести в электрических дуговых печах при температуре 1900—2300 °С, при которой протекает реакция: $\text{CaO} + 3\text{C} = \text{CaC}_2 + \text{CO}$. Расплавленный карбид кальция сливают из печи в формы-изложницы, где он остывает. Далее его дробят и сортируют на куски размером от 2 до 80 мм. Готовый карбид кальция упаковывают в

герметически закрываемые барабаны или банки из кровельной жести по 40; 100; 130 кг. В карбиде кальция не должно быть более 3 % частиц размером менее 2 мм (пыль). По соответствующему стандарту устанавливаются размеры (грануляция) кусков карбида кальция: 2x8; 8x15; 15x25; 25x80 мм. При взаимодействии с водой карбид кальция выделяет газообразный ацетилен и образует в остатке гашеную известь, являющуюся отходом. Реакция разложения карбида кальция водой происходит по схеме:



Из 1 кг химически чистого карбида кальция теоретически можно получить 372 дм³ (литра) ацетилена. Практически из-за наличия примесей в карбиде кальция выход ацетилена составляет до 280 дм³ (литров). В среднем для получения 1000 дм³ (литров) ацетилена расходуется 4,3—4,5 кг карбида кальция. Карбидная пыль при смачивании водой разлагается почти мгновенно. Карбидную пыль нельзя применять в обычных ацетиленовых генераторах, рассчитанных для работы на кусковом карбиде кальция. Для разложения карбидной пыли применяются генераторы специальной конструкции. Для охлаждения ацетилена при разложении карбида кальция берут от 5 до 20 дм³ (литров) воды на 1 кг карбида кальция. Применяют также «сухой» способ разложения карбида кальция. На 1 кг мелко раздробленного карбида кальция в генератор подают 0,2—1 дм³ (литр) воды. В этом процессе гашения известь получается, не в виде жидкого известкового ила, а в виде сухой «пушонки», удаление, транспортировка и утилизация которой значительно упрощаются. При сварке и резке металлов можно применять также и другие горючие газы и пары горючих жидкостей. Для нагрева и расплавления металла при сварке необходимо, чтобы температура пламени примерно в 2 раза превышала температуру свариваемого металла. Поэтому использовать газы - заменители ацетилена целесообразно только при сварке металлов с более низкой температурой плавления, чем у стали, таких как

алюминий, его сплавы, латунь, свинец. При резке металлолома используют пропан. Пропан - это горючий газ, который получают при добыче природных газов или при переработке нефти. Обычно получают не чистый пропан, а с примесью бутана до 5—30 %. Такая смесь именуется пропан-бутановой. Для сварочных работ пропан-бутановая смесь доставляется потребителю в сжиженном состоянии в специальных баллонах. Переход смеси из жидкого состояния в газообразное происходит самопроизвольно в верхней части баллона из-за меньшей удельной массы газа по сравнению со сжиженной смесью. Технический пропан тяжелее воздуха и имеет неприятный специфический запах. Природный газ состоит в основном из метана (степень чистоты 98 %), остальное - примеси в небольших количествах бутана и пропана. Газ имеет слабый запах, поэтому, чтобы обнаружить утечку, добавляют специальные пахнущие вещества. Чаще всего метан применяют при резке металлов. Для образования газового пламени в качестве горючего можно использовать и другие газы (водород, коксовый и нефтяной газы), горючие жидкости (бензин, керосин, ацетон и т. д.). Жидкие горючие менее дефицитны, но требуют специальной тары для хранения. Для сварки, резки и пайки горючая жидкость преобразуется в пары пламенем наконечника горелки или резака. Характеристика различных горючих газов и жидкостей, применяющихся в различных отраслях машиностроения и в ювелирной промышленности, приведена в табл. 50.

Таблица 50

Характеристика горючих газов и жидкостей, выраженная через коэффициент ацетилена

Наименование горючего	Температура пламени при сгорании в кислороде. °С	Масса 1 м ³ горючего при 20 °С и давлении 780 мм рт. ст., кг	Коэффициент замены ацетилена	Количество кислорода, подаваемого в горелку на 1 м ³ горючего, м ³
Газы ацетилен	3050–3150	1,09	1,0	1,0–1,3
водород	2000–2100	0,084	5,2	0,3–0,4
пирилизный	2300	0,65–0,85	1,6	1,2–1,5
вефтяной	2300	0,65–1,45	1,2	1,5–1,6
пропан технический	2400–2500	1,90	0,6	3,4–3,8
природный	2100–2200	0,7–0,9	1,6–1,8	1,5–2
коксовый	2000	0,4–0,5	3,2–4,0	0,6–0,8
сланцевый	2000	0,7–0,9	4,0	0,7
Пары керосина	2400–2450	800–840*	1,0–1,3	1,7–2,4 на 1кг
Пары бензина	2500–2600	700–760	1,4	1,1–1,4 на 1кг

* Для керосина и бензина приведена масса 1 м³ жидкости.

Контрольные вопросы:

1. Расскажите, что вы знаете о свойствах кислорода?
2. Какими способами получают кислород?
3. Как транспортируют кислород и на какие давления рассчитываются баллоны в зависимости от температуры?
4. Расскажите о способах получения ацетилена в промышленности. Что вы знаете о «сухом» способе разложения карбида кальция?
5. Расскажите о газах - заменителях ацетилена.

2. Сварочная проволока и флюсы

Сварочную проволоку выпускают в мотках (бухтах). Ее выправляют и нарезают на части требуемой длины. В большинстве случаев при газовой сварке применяют присадочную проволоку, близкую по своему химическому составу к свариваемому металлу. Нельзя применять для сварки случайную проволоку неизвестной марки и неизвестного химического состава. Химический состав некоторых марок сварочной проволоки, применяемой для газовой сварки углеродистых сталей, приведен в табл. 51.

Химический состав некоторых марок сварочной проволоки, применяемой для сварки углеродистых сталей

Марка проволоки	Содержание элементов, % по массе							Примечание
	Не более	Mn	Si	Cr	Ni	S не более	P	
Св-08		0,35–0,60	0,03	0,15	0,30	0,04	0,04	Общее для получения швов повышенной пластичности и вязкости
Св-08А	1,10	0,35–0,60	0,03	0,10	0,25	0,03	0,03	То же для особо ответственных конструкций
Св-08ГА		0,80–1,10	0,03	0,10	0,25	0,03	0,03	Общее для получения швов повышенной прочности при сохранении высокой пластичности
СВ-12ГС	0,14	0,80–1,10	0,60–0,90	0,15	0,30	0,03	0,03	Общее для получения швов повышенной прочности

Поверхность проволоки должна быть гладкой и чистой, без следов окалины, ржавчины, масла, краски и прочих загрязнений. Температура плавления проволоки должна быть равна или несколько ниже температуры плавления свариваемого металла. Проволока должна плавиться спокойно и равномерно, без сильного разбрызгивания и вскипания, образуя при застывании плотный, однородный наплавленный металл без посторонних включений, пор, шлаков, пленок и других дефектов. Диаметр проволоки выбирают в зависимости от толщины свариваемого металла и способа сварки. Для газовой сварки цветных металлов, таких как медь, латунь, алюминий, свинец и др., а также нержавеющей сталей в тех случаях, когда нет подходящей проволоки, применяют в виде исключения полоски, нарезанные из листов той же марки, что и свариваемый металл. Однако сварка полосками ввиду того, что они обычно имеют неравномерную ширину, дает шов худшего качества, чем сварка проволокой. Для сварки бронзы применяют вместо проволоки отлитые прутки из той же бронзы, т. е. того же химического состава. Флюсы при газовой сварке наносят на присадочную проволоку или пруток и кромки свариваемого металла, а также добавляют в сварочную ванну. Составы флюсов выбирают в зависимости от вида и свойств свариваемого металла. Флюс должен быть подобран таким

образом, чтобы он плавился раньше, чем металл, хорошо растекался по шву, не оказывал вредного воздействия на металл шва и полностью удалял образующиеся при сварке окислы. В качестве флюсов применяют прокаленную буру, борную кислоту, кремниевую кислоту и другие специальные добавки. Флюсы используются в виде порошков, паст, водных растворов. В некоторых случаях такие растворы готовят сами сварщики.

Контрольные вопросы:

1. Охарактеризуйте требования, предъявляемые к сварочной проволоке.
2. Расскажите о способах подачи флюса в зону плавления металла.
3. По каким характеристикам подбирают флюсы?

Глава 3

ОБОРУДОВАНИЕ И АППАРАТУРА ДЛЯ ГАЗОВОЙ СВАРКИ И РЕЗКИ

1. Ацетиленовые генераторы, предохранительные затворы и клапаны

Согласно существующим стандартам ацетиленовые генераторы классифицируют по давлению вырабатываемого ацетилена, по производительности, по конструкции, по применяемой системе регулирования взаимодействия карбида кальция с водой. Генераторы низкого давления изготавливают на давление ацетилена до 0,01 МПа (0,1 кгс/см²). Генераторы среднего давления изготавливают на давление ацетилена от 0,01 до 0,07 МПа (0,1—0,7 кгс/см²). Выпускают также генераторы на давление ацетилена от 0,07 до 0,15 МПа (0,7—1,5 кгс/см²), они относятся к генераторам среднего давления, но имеют большую производительность. Генераторы выпускают по расчетной производительности на 0,5; 0,75; 1,25; 2,5; 3,5; 10; 20; 40; 30; 160 и 320 м³/ч. По конструкции генераторы изготавливают передвижными и стационарными. Передвижные генераторы имеют производительность до 3 м³/ч. По системе регулирования взаимодействия карбида кальция с водой генераторы изготавливают с количественным регулированием взаимодействующих веществ и с регулированием продолжительности контакта карбида кальция с водой, которое называется повременным регулированием. В генераторах с количественным регулированием применяют дозировку карбида кальция или воды. Если дозируется карбид кальция, а вода в зоне реакции находится в постоянном количестве, то система называется «карбид в воду». При дозировке воды и одновременной загрузке всего количества карбида кальция система называется «вода на карбид». Применяют также комбинированную систему, при которой дозируют оба вещества. В генераторах с повременной системой регулирования контакт карбида кальция с водой происходит периодически, с определенными перерывами. Подвижным веществом обычно является вода, такие генераторы относятся к

работающим по системе «вытеснения». Применяют также комбинацию двух указанных систем в одном генераторе с целью получения более плавного регулирования газообразования и уменьшения выброса газа в атмосферу. Генераторы по способу взаимодействия карбида кальция с водой принято кратко обозначать следующим образом: KB - «карбид в воду»; BK - «вода на карбид»; BK и BB - комбинированные «вода на карбид» и «вытеснение воды». В соответствии с существующими стандартами промышленностью выпускаются передвижные ацетиленовые генераторы типа ДСП-10 - это ацетиленовый генератор среднего давления, передвижной, производительностью 1,25 м³/ч, и стационарные генераторы типов АСК-3, АСК-5, ГНД-20, ГНД-40. Каждый тип ацетиленового генератора имеет свои достоинства и недостатки, поэтому не все типы генераторов находят равноценное применение. Однако можно применять любой генератор, находящийся в исправном рабочем состоянии. Наиболее предпочтительным типом генератора является генератор комбинированной системы «вода на карбид» и «вытеснение воды». Всем начинающим сварщикам необходимо знать основные требования, предъявляемые к ацетиленовым генераторам: генератор рассчитывается для работы на карбиде кальция с кусками определенных размеров; разложение карбида кальция в генераторе должно регулироваться автоматически, в зависимости от расхода газа; генератор должен обладать высоким коэффициентом полезного использования карбида кальция (см. соответствие с паспортом на карбид данного сорта). Современные генераторы имеют коэффициент полезного использования карбида кальция до 0,98; избыточное давление в генераторе не должно превышать 0,15 МПа (1,5 кгс/см²); генератор должен быть герметичным и иметь газосборник достаточной емкости, чтобы при внезапном прекращении отбора газа не происходил выброс ацетилена в помещение; генератор должен обеспечивать хорошую очистку получаемого газа. Рассмотрим устройство и работу генератора ДСП-10.

Техническая характеристика генератора:

Номинальное давление, МПа	0,15
Разовая загрузка карбида кальция, кг	3,5
Время работы без перезарядки, ч	0,8
Размеры кусков карбида кальция, мм	25–80
Общая вместимость генератора, дм ³ (л)	50,6
Вместимость промывателя, дм ³ (л)	24,5
Вместимость газообразователя, дм ³ (л)	15,0
Вместимость вытеснителя, дм ³ (л)	11,1
Количество заливаемой в генератор воды, дм ³ (л)	19,1
Габаритные размеры, мм	420×380×960
Масса генератора без карбида и воды, кг	21,3

Генератор представляет собой вертикальный цилиндрический аппарат, состоящий из корпуса, крышки с мембраной, корзины для карбида кальция, предохранительного клапана, вентиля, предохранительного жидкостного затвора и других элементов. Корпус состоит из трех частей: верхней - газообразователя, средней - вытеснителя и нижней - промывателя и газосборника. Верхняя часть с нижней соединены между собой переливной трубкой. В газообразователе происходит разложение карбида кальция водой с выделением ацетилена. В вытеснителе находится воздушная подушка и вода, которая сообщается с водой в газообразователе в процессе работы генератора патрубком. В промывателе происходит охлаждение ацетилена и отделение его от частичек извести. В верхней части промывателя скапливается ацетилен. Эта часть аппарата называется газосборником. Вода в газообразователь заливается через горловину. При достижении уровня переливной трубки вода поступает из газообразователя в промыватель. Заполнение промывателя происходит до уровня контрольной пробки. Карбид загружают в корзину, закрепляют поддон, устанавливают и прижимают крышку с мембраной усилием, создаваемым винтом. Образующийся в газообразователе ацетилен по вырубке поступает в промыватель, проходит через слой воды, охлаждается и промывается. Из промывателя ацетилен проходит через вентиль по шлангу и поступает через предохранительный затвор на потребление. Регулирование процесса разложения карбида кальция в газообразователе происходит одновременно двумя способами: вертикальным движением корзины с карбидом кальция в воду и за счет

работы вытеснителя. По мере повышения давления в газообразователе корзина с карбидом, связанная с пружиной мембраны, перемещается вверх, уровень замочки карбида уменьшается, ограничивается выработка ацетилена и повышение давления прекращается.

При снижении давления в газообразователе усилием пружины мембрана и корзина с карбидом опускаются в воду. Таким образом с помощью мембраны с пружиной осуществляется автоматическое регулирование давления ацетилена в аппарате. Давление в аппарате одновременно регулируется вытеснением воды из газообразователя в вытеснитель через патрубок и обратно. По мере выделения ацетилена давление в газообразователе возрастает, вода переливается в вытеснитель. Уровень воды в газообразователе понижается и корзина с карбидом оказывается выше уровня воды, реакция разложения карбида кальция водой прекращается. При понижении давления в газообразователе вода из вытеснителя поднимается вверх и вновь происходит замочка карбида в газообразователе. Предохранительный клапан служит для сброса избыточного давления ацетилена. В месте присоединения клапана к корпусу установлена сетка для задержания частиц карбида, окалина и других загрязнений. Вентиль служит для пуска и регулирования подачи ацетилена к потребителю. Давление ацетилена в газообразователе контролируется манометром. Слив ила из газообразователя и иловой воды из промывателя осуществляется соответственно через штуцеры. Предохранительный затвор среднего давления типа ЗСГ-1,25-4 или ЗСП-8 служит для исключения проникновения взрывной волны в генератор при обратном ударе пламени, а также от проникновения воздуха и кислорода со стороны потребителя. Затвор состоит из цилиндрического корпуса с верхним и нижним сферическими днищами. В нижнее днище ввернут обратный клапан, состоящий из штуцера, гуммированного (обрезиненного) клапана и колпачка, ограничивающего подъем гуммированного клапана. Внутри корпуса в верхней части затвора расположен пламепреградитель, а в нижней части - рассекатель. Вода в затвор заливается через верхний штуцер при снятом ниппеле до уровня

контрольной пробки. Слив воды осуществляется через штуцер при отвернутой пробке. Ацетилен поступает в затвор по газоподводящей трубке, приподнимает гуммированный клапан, проходит чрез слой воды и выходит через ниппель. При обратном ударе ацетилено-кислородного пламени давлением воды клапан прижимается к седлу и не допускает проникновения ацетилена из генератора в затвор, пламя гасится столбом воды. После каждого обратного удара необходимо проверить уровень воды в затворе и, в случае надобности, долить сосуд. Для газов - заменителей ацетилена - применяют жидкостные водяные затворы только закрытого типа или обратные предохранительные клапаны. Обратные предохранительные клапаны устанавливаются после редуктора у газового баллона или непосредственно перед горелкой. Применяют предохранительные обратные клапаны различных по конструкции типов: с разрывной мембраной при выбросе горючей смеси в атмосферу; безмембранные с выбросом горючей смеси; с пламегасящим устройством, которое при обратном ударе пламени одновременно отсекает подачу горючих газов к горелке. Последний тип защиты от обратных ударов наиболее совершенен, но весьма сложен по устройству, поэтому чаще применяются предохранительные клапаны с выбросом в атмосферу. На рис. 87 изображен шланговый обратный клапан с выбросом горючей смеси в атмосферу, который устанавливается у газоподводящих штуцеров горелки или резака. В корпусе (1) размещен пористый металлический фильтр (4) и выпускной клапан (5) с несгораемым уплотнителем (6). Клапан присоединяется к штуцеру горелки с помощью накидной гайки (8) и ниппеля (7).

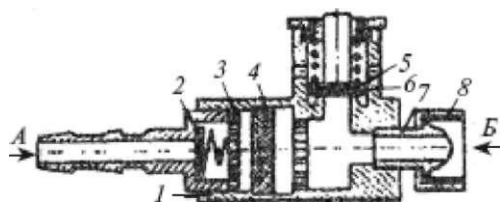


Рис. 87. Шланговый обратный клапан: 1 - корпус; 2 - дисковый клапан; 3 - медная сетка; 4 - пористый металлический фильтр; 5 - выпускной клапан; 6 - несгораемый уплотнитель; 7 - ниппель; 8 - накидная гайка

При нормальной работе газ поступает в направлении стрелки А. При обратном ударе газовая смесь движется по направлению стрелки Б, часть ее выбрасывается через клапан (5), пламя гасится в фильтре (4). Дискосый клапан (2) перекрывает доступ газов в рукав между медной сеткой (3) и пористым металлическим фильтром (4). На предохранительные жидкостные затворы, устанавливаемые на передвижных ацетиленовых генераторах и на затворы, устанавливаемые на газоразборных постах, распространяются требования соответствующих нормативных документам. При подготовке генератора к работе необходимо: убедиться, что в корпусе генератора нет посторонних предметов, что он тщательно промыт и очищен от ила; проверить закрепление вентиля и предохранительного клапана на генераторе и наличие сетки в месте присоединения ее к корпусу; открыть контрольную пробку в генераторе и контрольную пробку в водяном затворе; залить водой затвор до уровня контрольной пробки, залить генератор через горловину до уровня контрольной пробки. при отрицательной температуре в предохранительный затвор залить морозостойчивый раствор; закрыть контрольные пробки после слива избытка воды из генератора и затвора; закрепить ниппельный отвод затвора; соединить шлангом вентиль и предохранительный затвор; загрузить карбид грануляции 25—80 мм не более 3,5 кг в сухую и очищенную от извести корзину. При малом расходе ацетилена разрешается неполная загрузка корзины карбидом кальция; закрепить поддон на корзине. В процессе работы с генератором необходимо выполнять следующие действия: опустить загруженную карбидом корзину в горловину корпуса и быстро уплотнить крышку с помощью траверсы (коромысла), крюка (направляющих) и винта; плавно открыть вентиль; нажать кольцо клапана для предупреждения прилипания прокладки; продуть ацетиленом предохранительный затвор, шланги и сварочный инструмент (горелку, резак) в течение 1 мин; проследить за повышением давления газа в генераторе по манометру. Если давление газа становится выше 0,15 МПа, а предохранительный клапан не срабатывает, то необходимо выпустить газ через предохранительный

клапан принудительно, нажав пальцем на кольцо клапана (открыть). После этого можно зажигать горелку или резак и приступать к работе; проверять уровень жидкости в предохранительном затворе перед каждой новой зарядкой генератора или после каждого обратного удара. Перенос генератора в заряженном состоянии допускается только в вертикальном положении. Следует избегать резких толчков или встряхиваний; после окончания работы тщательно промыть корзину, газообразователь и промыватель от ила, слить конденсат из генератора через открытые штуцеры.

Наряду с широко применяемым генератором типа АСП-10 выпускаются передвижные ацетиленовые генераторы, в которых имеются некоторые конструкционные улучшения.

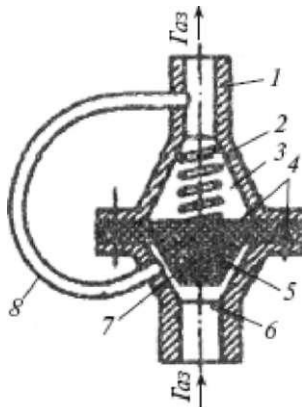


Рис. 88. Сухой мембранный предохранительный затвор ЗСН-1,25: 1 - корпус; 2 - пружина; 3 - взрывная камера; 4 - мембрана; 5 - коническое утолщение мембраны; 6 - газоподводящий коллектор; 7 - седло; 8 - петлевой трубопровод

Вместо жидкостных предохранительных затворов ЗСГ-1,25-4 устанавливаются затворы ЗСП-8 или сухие предохранительные затворы мембранного типа ЗСН-1,25, ЗСУ-1. Устройство сухого предохранительного затвора ЗСН-1,25 показано на рис. 88. Затвор состоит из корпуса (1), в котором установлена мембрана с коническим утолщением (5), разделяющая полость корпуса на газоподводящий коллектор (6) и взрывную камеру (3), соединенные петлевым трубопроводом (8). Пружина (2) опирается на мембрану (4) и поджимает коническое утолщение (5) к седлу (7). Подводящийся из генератора газ отжимает мембрану (4) и от газоподводящего коллектора (6) через

петлевой трубопровод (8) поступает в камеру (3) и к потребителю. При воспламенении газа под действием взрывной волны мембрана (4) перекрывает газоподводящий коллектор (6) раньше, чем пламя достигает его по петлевому трубопроводу (8). Таким образом обеспечивается надежное перекрытие газовой магистрали при обратном ударе. При установке сухих предохранительных затворов возможно загружать генератор более мелким карбидом в количестве до 5 % от общей массы грануляции карбида 25 — 80 мм.

Контрольные вопросы:

1. По каким признакам классифицируются ацетиленовые генераторы?
2. Какие системы регулирования процесса получения ацетилена применяются в генераторах?
3. Из каких основных частей состоит ацетиленовый генератор АСП-10?
4. Как осуществляется регулирование процесса получения ацетилена в генераторе АСП—10?
5. Расскажите о работе предохранительного затвора ЗСГ-1,25-4.
6. Какие затворы применяются для газов - заменителей ацетилена?
7. Расскажите о подготовке генератора к работе.
8. Каков порядок работы с генератором АСП-10?
9. Расскажите о работе сухого предохранительного затвора ЗОН-1,25.

2. Баллоны для сжатых газов, вентили для баллонов

Стальные баллоны малой и средней емкости для газов на давление до 20 МПа (200 кгс/см²) должны соответствовать требованиям существующих нормативных документов.

Баллоны имеют различную вместимость газов с определенным давлением. Баллоны объемом до 12 дм³ (литров) относятся к баллонам малой емкости. Баллоны объемом от 20 до 50 дм³ относятся к баллонам средней емкости.

Баллоны, предназначенные для хранения и перевозки сжатых, сжиженных и растворенных газов при температуре от -50 до $+60$ °С, изготавливают из бесшовных труб.

Баллоны, рассчитанные на рабочее давление 10, 15 и 20 МПа (100, 150 и 200 кгс/см²), изготавливают из углеродистой стали, а баллоны, рассчитанные на рабочее давление 15 и 20 МПа (150 и 200 кгс/см²) - из легированной стали.

Баллоны для кислорода выпускают на расчетное давление 15 МПа (150 кгс/см²), а баллоны для ацетилен - на расчетное давление 10 МПа (100 кгс/см²).

Наибольшее распространение имеют баллоны емкостью 40 дм³.

Требования к баллонам для сжатых газов регламентируются правилами Госгортехнадзора. Баллоны окрашивают снаружи в условные цвета, в зависимости от рода газа.

По требованию заказчика баллоны могут не окрашиваться. Тем не менее клеймо должно быть отчетливо видно на сферической части у горловины баллона. В табл. 52 приведены цвета условной окраски баллонов.

Таблица 52

Цвета условной окраски баллонов для хранения и транспортировки различных газов

Газ	Цвет окраски	Текст надписи	Цвет надписи
Ацетилен	Белый	Ацетилен	Красный
Водород	Темно-зеленый	Водород	Красный
Воздух	Черный	Сжатый воздух	Белый
Кислород	Голубой	Кислород	Черный
Пропан	Красный	Пропан	Черный
Прочие горючие газы	Красный	Наименование газа	Белый

Часть верхней сферы баллона не окрашивают и на ней выбивают паспортные данные: товарный знак предприятия-изготовителя; номер баллона; дата (месяц, год) изготовления и год следующего испытания, которые проводятся каждые пять лет; масса порожнего баллона в кг; емкость баллона в дм³; клеймо ОТК. Баллоны для кислорода имеют массу 43,5 и 60 кг с длиной корпуса 1390 мм. Для подсчета количества

кислорода в баллоне нужно емкость баллона в дм³ умножить на давление газа в кгс/см², например, при емкости баллона 40 дм³ и давлении заправленного кислородом баллона 15 МПа (150 кгс/см²) количество кислорода в баллоне равно $40 \cdot 150 = 6000$ дм³, или 6 м³. Устройство кислородного баллона показано на рис. 89, а.

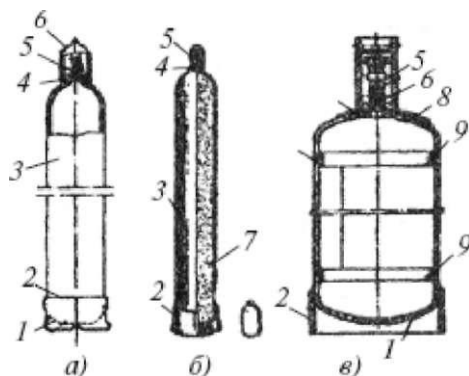


Рис. 89. Баллоны для сжатых газов: а - кислородный; б - ацетиленовый; в - (сварной) для пропан-бутана; 1 - днище; 2 - башмак опорный; 3 - корпус; 4 - горловина; 5- вентиль; 6 - колпак; 7 - пористая масса; 8 - паспортная табличка; 9 - подкладные кольца

Нижней частью баллоны опираются на башмаки, чтобы избежать ударов по корпусу в процессе транспортировки и обеспечить устойчивое вертикальное положение при установке на газовом посту. Верхняя часть баллонов также защищена от случайных ударов толстостенными колпаками. Баллон на сварочном посту устанавливают вертикально и закрепляют цепью или хомутом для предохранения от падения. При кратковременных монтажных работах баллон можно укладывать на землю так, чтобы вентиль был выше башмака баллона, для этого верхнюю часть баллона опирают на деревянную подкладку с вырезом. Баллон готовят к работе в следующем порядке: открывают колпак; отвинчивают заглушку штуцера; осматривают вентиль, чтобы убедиться, нет ли следов жира или масла. Если на вентиле замечено наличие масла, то таким баллоном пользоваться нельзя и сварщик должен отставить данный баллон и сообщить об этом мастеру или руководителю работ. Если вентиль исправен, его штуцер продувают кратковременным поворотом маховичка на небольшой угол, при этом нужно стоять сбоку от штуцера вентиля. Если вентиль не открывается

или имеет утечку газа (травит), баллон следует отставить для отправления обратно на кислородный завод для ремонта. Далее проверяют состояние накидной гайки редуктора и присоединяют редуктор к вентилю баллона, затем ослабляют регулирующий винт редуктора. Медленным вращением маховичка открывают вентиль баллона и устанавливают рабочее давление кислорода с помощью регулирующего винта редуктора. После этого можно производить отбор газа из баллона. При понижении давления газа в редукторе газ охлаждается. Если в газе содержится влага, то может произойти замерзание каналов вентиля и редуктора. В этом случае вентиль и редуктор следует отогревать только горячей водой или паром. Ацетиленовые баллоны для безопасного хранения газа под высоким давлением заполняют специальной пористой массой из древесного угля, пемзы, инфузорной земли и пропитывают ацетоном, в котором ацетилен хорошо растворяется. Находясь в порах массы, растворенный в ацетоне ацетилен становится взрывобезопасным и его можно хранить в баллоне под давлением до 2,5—3,0 МПа (25—30 кгс/см²). Номинальное давление в баллоне для ацетилена установлено 1,9 МПа (19 кгс/см²) при 20 °С. При открывании вентиля баллона ацетилен выделяется из ацетона и в виде газа выходит через редуктор в шланг горелки. Ацетон остается в порах массы и вновь растворяет ацетилен при последующих наполнениях баллонов газом. Ацетилен из баллонов по сравнению с ацетиленом из генератора обеспечивает большую безопасность при работе, имеет более высокую чистоту, меньше содержит влаги, обеспечивает более высокое давление газа перед горелкой или резаком. Для определения количества ацетилена необходимо взвешивать пустой и наполненный баллоны. Пустые баллоны должны храниться с плотно закрытыми вентилями, чтобы избежать утечки ацетона. Устройство ацетиленового баллона показано на рис. 89, б. Баллоны для пропан-бутана изготавливают сваркой из листовой углеродистой стали с толщиной стенки 3 мм и емкостью 40 и 55 дм³, они рассчитаны на максимальное рабочее давление 1,6 МПа (16 кгс/см²). Устройство баллона для пропан-бутана показано на рис. 89, в. Вентили для

кислородных баллонов изготавливают из латуни. Сталь для деталей вентиля, соприкасающихся с кислородом, применять нельзя, так как она сильно корродирует в среде сжатого влажного кислорода. В кислородном вентиле вследствие случайного попадания масла или при воспламенении от трения самодельной прокладки сальника возможно загорание стальных деталей, так как сталь может гореть в струе сжатого кислорода.

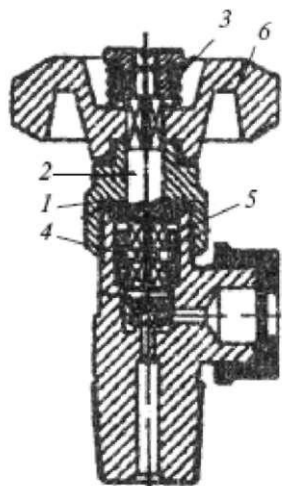


Рис. 90. Вентиль для кислородного баллона: 1 - прокладка; 2 - шпindelь; 3 - пружина; 4 - клапан; 5 - муфта; 6 - маховичок

Латунь не горит в кислороде, ее применение в кислородных вентилях безопасно. Маховички, заглушки и другие детали вентиля изготавливают из алюминиевых сплавов или пластмасс. Кислородный вентиль (рис. 90) имеет сальниковое уплотнение с капроновой прокладкой (1), в которую буртиком упирается шпindelь (2), прижимаемый пружиной (3), а при открытом клапане (4) - давлением газа. Вращение маховичка (6) передается клапану через муфту (5), надеваемую на квадратные хвостовики шпинделя и клапана. На рис. 91 показан другой образец кислородного вентиля - мембранный. Мембрану (1) изготавливают из фосфористой бронзы или нержавеющей стали толщиной 0,1—0,15 мм. Закрытие вентиля производится клапаном (2). Ацетиленовые вентили (рис. 92) изготавливают из стали, применение которой в данном случае безопасно. Наоборот, в ацетиленовых вентилях запрещается применять медь и сплавы, содержащие свыше 70 % меди, так как с медью ацетилен может образовывать взрывчатое соединение -

ацетиленистую медь. К ацетиленовому вентилю редуктор присоединяют хомутом, снабженным винтом. Шпindelь вращают торцевым ключом, надеваемым на квадратный конец шпинделя. Нижняя часть шпинделя (1) имеет вставку из эбонита и служит клапаном (2). Для уплотнения сальника (3) применяют набор кожаных колец. В хвостовик вентиля вставляют войлочный фильтр (4). Различные конструкции кислородных и ацетиленовых вентилях, как и различная окраска баллонов, предупреждают возможность ошибочного наполнения ацетиленом кислородного баллона, и наоборот. Ошибка представляет большую опасность, так как может привести к взрыву баллонов при наполнении их не тем газом, для которого они предназначены. Вентили для пропан-бутана (рис. 93) имеют стальной корпус (1), клапан (2) и шпindelь (4), соединенные эластичным резиновым манжетом (3), который обеспечивает герметичность сальниковой гайки. Существуют некоторые особенности, связанные с материалом корпуса вентилях баллонов и направлением резьбы боковых штуцеров, которые приведены в табл. 53.

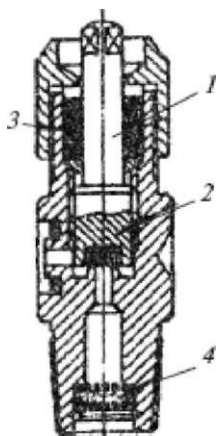


Рис. 92. Вентиль для ацетиленового баллона: 1 - шпindelь; 2 - клапан; 3 - сальниковое уплотнение; 4 - фильтр

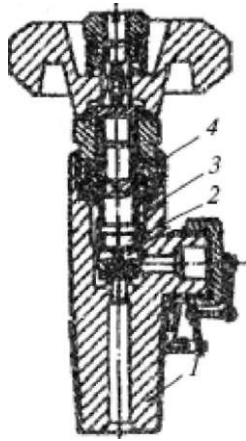


Рис. 93. Вентиль для пропан-бутана: 1 - корпус; 2 - клапан; 3 - резиновый манжет; 4 - шпindelь

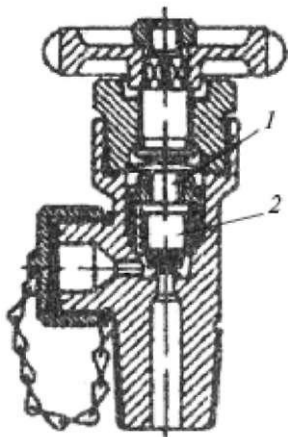


Рис. 94. Вентиль мембранного типа: 1 - мембрана; 2 - клапан

Таблица 53

Материалы корпусов вентилях баллонов и направление резьбы боковых штуцеров

Наименование газов	Материал корпуса вентиля	Направление резьбы бокового штуцера
Аргон	Латунь	Правое
Бутан	Латунь или сталь	Левое
Кислород	Латунь	Правое
Метан	Латунь	Левое
Пропан	Сталь или латунь	Левое
Углекислота	Латунь	Правое

Контрольные вопросы:

1. На какие емкости и давления изготавливаются баллоны для хранения и перевозки сжатых газов?
2. В какие цвета окрашиваются баллоны?
3. Расскажите, что вы знаете о конструкции баллонов?

4. Что необходимо знать о подготовке баллонов к работе?
5. Почему замерзают вентили и что необходимо применять для их разморозки?
6. Расскажите, что вы знаете о кислородных вентилях?
7. Чем отличаются кислородные вентили от ацетиленовых?
8. Расскажите правила хранения баллонов на сварочном посту.
9. За счет чего сохраняется ацетилен в баллонах?
10. Чем отличается баллон для пропан-бутана от ацетиленового?

3. Редукторы, газораспределительные рампы, рукава (шланги), трубопроводы

Редукторы служат для понижения давления газа, отбираемого из баллона или газопровода, и поддержания этого давления постоянным, независимо от снижения давления газа в баллоне. Промышленностью выпускаются редукторы однокамерные и двухкамерные. В двухкамерных (двухступенчатых) редукторах давление понижается в двух ступенях: в первой ступени давление понижается с начальной величины 15 МПа (150 кгс/см²) до промежуточного значения 4 МПа (40 кгс/см²), а во второй - до конечного рабочего давления 0,3-1,5 МПа (3-15 кгс/см²). Двухступенчатые редукторы обеспечивают практически постоянное давление газа на горелке и менее склонны к «замерзанию», однако они сложнее по конструкции, чем однокамерные, и значительно дороже. На газовые редукторы питания постов и установок газовой сварки, резки, пайки, наплавки, нагрева и других процессов газопламенной обработки существуют нормативные документы. Срок службы редукторов определен в 4,5—7,5 лет. Выпускаются 17 типов редукторов, но наиболее широкое распространение получили около 10 типов. Марки редукторов обозначаются буквами и цифрами. Буквы несут следующую информацию: Б - баллонный, С - сетевой, Р - рамповый, А - ацетилен, В - водород, К - кислород, М - метан, П - пропан, О - одна ступень с пружинным заданием, Д - две ступени с пружинным заданием, З - одна ступень с пневматическим задатчиком. Цифры указывают наибольшую пропускную способность редукторов в м³/ч. Каждому типу редуктора

соответствует одна или несколько марок. Редукторы изготавливают в соответствии с существующими нормативными документами для работы в различных климатических условиях. Баллонные и сетевые редукторы для кислорода, водорода и ацетилена применяют для работы при температуре от -25 до $+50$ °С. Баллонные и сетевые редукторы для пропана и метана применяют для работы при температуре от -15 до $+45$ °С. Рамповые редукторы рассчитаны на работу при температуре от плюс 50 до минус 50 °С. Основные параметры применяемых редукторов указаны в табл. 54

Таблица 54

Основные параметры применяемых редукторов

Тип редуктора	Наибольшая пропускная способность V , м ³ /ч	Наибольшее давление газа на выходе P_1 , МПа (кгс/см ²)	Наибольшее рабочее давление P_2 , МПа (кгс/см ²)	Масса, кг, не более
БКО-25 БКО-50 БКД-25	25 50 25	20 (200) 0,8 (8) 1,25 (12,5)	0,8 (8) (2,0) (2,1)	3,5
БАО-5 БАД-5 БПО-5	5	2,5 (25) 0,15 (1,5) 0,15 (1,5)	0,3 (3) (2,2) (3,6)	2,0
СКО-10 САО-10 СПО-6 СМО-35	10 10 6 35	1,6 (16) 0,12 (1,2) 0,3 (3) 0,3 (3)	0,5 (5) 0,1 (1) 0,15 (1,5) 0,15 (1,5)	1,8
РКЗ-250 РКЗ-500	250 500	20 (200) 20 (200)	1,6 (16) 1,6 (16)	13,0 13,0
РАО-3 РАД-30	30 30	2,5 (25) 2,5 (25)	0,1 (1) 0,1 (1)	8 10
РПО-25 РПД-25	25 25		0,3 (3) 0,3 (3)	8 10

Корпуса редукторов окрашиваются в тот же цвет, что и баллоны: кислородный - в голубой, ацетиленовый - в белый, пропановый - в красный. Ацетиленовые редукторы по принципу действия подобны кислородным. Отличие их состоит в способе присоединения к вентилю баллона. Этим же отличаются и редукторы, используемые для других горючих газов. Перед присоединением редуктора к вентилю баллона необходимо продуть штуцер вентиля; убедиться в исправности прокладки на штуцере редуктора и резьбы накидной гайки редуктора, в

отсутствии на них загрязнений. Присоединив редуктор к вентилю, полностью ослабляют регулирующий винт редуктора, а затем открывают вентиль баллона, следя за показаниями манометра высокого давления. Рабочее давление устанавливают вращением регулирующего винта по часовой стрелке. Когда давление достигнет заданной величины, можно пустить газ в горелку. Последовательность действий в обращении с редукторами: (1) снятие клапана; (2) продувка вентиля; (3) закрепление накидной гайки; (4) установка рабочего давления по манометру. При перерывах в работе необходимо ослабить пружину редуктора, выпустить газ из горелки и вращать регулирующий винт редуктора против часовой стрелки до тех пор, пока давление газа по манометру низкого давления не будет равно нулю. После этого закрывают вентиль баллона. Манометры редуктора должны быть исправны и проверены (смотрите клеймо ГОСПОВЕРИТЕЛЯ). Ремонт редукторов и манометров осуществляют только специализированные мастерские или лаборатории КИП предприятий, имеющие специальное оборудование, обученных и аттестованных специалистов и разрешение на проведение ремонтных работ от Государственной метрологической службы. При значительном расходе кислорода его следует подавать в сварочный цех по трубопроводу от батареи кислородных баллонов. Для этой цели применяют газораспределительные рампы. Баллоны устанавливаются в одну или две группы, подсоединяются гибкими медными трубками к трубам - коллекторам через вентили. Каждый коллектор имеет по главному запорному вентилю. Когда из одного коллектора отбирают газ, то ко второму присоединяют новые баллоны, наполненные газом. Вентили позволяют отсоединять каждый баллон от рампы, не прерывая отбора газа от остальных баллонов. Рампа имеет центральный редуктор для понижения давления газа, подаваемого в цех по трубопроводу. Рампы устанавливают в отдельном изолированном помещении. Баллоны с кислородом на давление до 15 МПа (150 кгс/см²) присоединяют к рампе медными трубками с наружным диаметром 8 мм, с толщиной стенки 1,5 мм и внутренним диаметром 5 мм. Распределительные рампы существуют и для ацетиленовых баллонов.

Хомуты ацетиленовых редукторов крепятся к коллекторной стальной трубе через бронированные гибкие резинотканевые шланги. На коллекторе устанавливают запорный вентиль и рамповый ацетиленовый редуктор. Рукава (шланги) служат для подвода газа в горелку или резак. Рукава резиновые для газовой сварки и резки металлов изготавливаются по ТУ или по требованиям международного стандарта. ТУ распространяются на резиновые рукава с нитяным каркасом, применяемые для подачи под давлением ацетилена, городского газа, пропана, бутана, жидкого топлива и кислорода к инструментам для газовой сварки или резки металлов. Рукава работоспособны в районах с умеренным и тропическим климатом при температуре окружающего воздуха от -35 до $+70$ °С и в районах с холодным климатом - от -55 до $+70$ °С. В зависимости от назначения резиновые рукава подразделяются на следующие классы: для подачи ацетилена, городского газа, пропана и бутана под давлением 0,63 МПа (6,3 кгс/см²); для подачи жидкого топлива: бензина А-72, уайт-спирита, керосина или их смеси под давлением 0,63 МПа (6,3 кгс/см²); для подачи кислорода под давлением 2 МПа (20 кгс/см²) и 4 МПа (40 кгс/см²). Основные размеры и минимальный радиус изгиба рукавов указаны в табл. 55.

Таблица 55

Основные размеры и минимальный радиус изгиба рукавов

Внутренний диаметр, мм		Наружный диаметр, мм		
Номинал.	Пред. откл.	Номинал.	Пред. откл.	Минимальный радиус изгиба, мм
6,3	$\pm(0,2-0,8)$	12,0	$\pm 0,5$	60
8,0	$\pm 0,5$	16,0	$\pm 1,0$	80
9,0	$\pm 0,5$	18,0	$\pm 1,0$	90
10,0	$\pm 0,5$	19,0	$\pm 1,0$	100
12,0	$\pm 1,0$	22,5	$\pm 1,0$	120
12,5	$\pm 1,0$	23,0	$\pm 1,0$	120
16,0	$\pm 1,0$	26,0	$\pm 1,0$	160

Пример условного обозначения: Рукав 1-16-0,63 ГОСТ 9356—75 (I - класс; 16 - диаметр внутренний в мм; 0,63 МПа - рабочее давление; для работы в умеренном климате). Если перед словом ГОСТ стоит буква Т, то такие рукава применяют для работы в районах с тропическим климатом, если буквы ХЛ - для работы в районах с холодным климатом. В зависимости от назначения рукава его наружный слой должен быть

подкрашен около места маркировки в соответствующий цвет: красный цвет - рукав класса I для ацетилена, городского газа, пропана и бутана; желтый цвет - рукав класса II для жидкого топлива; синий цвет - рукав класса III для кислорода. Допускается наружный слой черного цвета для рукавов всех классов, работающих в районах с тропическим, умеренным и холодным климатом, а также обозначение класса рукава двумя резиновыми цветными полосами на наружном слое для всех климатических районов или двумя рисками. На кислородные рукава с наружным слоем черного цвета обозначение класса рукавов не наносится. На каждый рукав по всей длине с интервалами наносится маркировка методом тиснения и цветной краской. Трубопроводы для подачи ацетилена прокладывают из стальных бесшовных труб соединяемых сваркой. Ацетиленовый трубопровод окрашивают в белый цвет. Размеры труб для ацетилена низкого давления приведены в табл. 56.

Таблица 56

Размеры труб для трубопровода ацетилена низкого давления, подводимого к сварочным постам

Общая длина трубопровода, м	Внутренний диаметр трубы, мм, при расходе ацетилена, м ³ /ч					
	1	2	4	6	8	10
10	19	25	32	38	45	45
20	19	32	38	45	45	50
30	25	32	38	45	50	65
50	25	38	45	50	65	65
100	32	38	50	65	65	65
150	32	45	50	65	76	76
200	38	45	65	76	76	76

Внутренний диаметр ацетиленопровода среднего давления 0,01–0,15 МПа (0,1–1,5 кгс/см²) не должен превышать 50 мм; ацетиленопровода высокого давления свыше 0,15 МПа (1,5 кгс/см²) - не более 20 мм. При большом расходе газа прокладывают два и более параллельных трубопровода. По стенам и колоннам трубопровод прокладывают на высоте не менее 2,5 м от пола. Для стока конденсата трубопроводу придают уклон 0,002 в сторону влагосборника. Отводы от главной трубы к постовым затворам делают из труб с внутренним

диаметром 13 мм (1/2 дюйма). Трубопроводы для кислорода под давлением 1,50 МПа (15 кгс/см²) изготавливают из стальных газовых шовных (усиленных), бесшовных или электросварных труб. При давлении 1,5—6,4 МПа (15—64 кгс/см²) применяют только стальные бесшовные трубы. При давлении свыше 6,4 МПа (64 кгс/см²) применяют медные или латунные цельнотянутые трубы, так как при высоком давлении может произойти загорание стальной трубы в кислороде от искры при трении частиц окалины о стенки трубы, случайного попадания и самовоспламенения масла, загорания прокладок и других явлений, связанных с местным выделением тепла. Кислородопроводы окрашивают в голубой цвет. При прокладке кислородопровода в земле применяют стальные бесшовные трубы независимо от давления газа. Трубы для кислорода соединяют между собой сваркой, для медных труб применяют пайку стыков твердым медно-цинковым припоем в раструб или на муфтах. Все трубы для подачи кислорода после монтажа, перед сдачей в эксплуатацию, обязательно обезжиривают промывкой растворителем (четырёххлористым углеродом) с последующей продувкой паром или сухим, очищенным от паров масла воздухом до полного удаления растворителя (исчезновения запаха). При совместной прокладке кислородопровод располагают ниже ацетиленопровода, с расстоянием между ними не менее 250 мм и высотой от уровня пола не менее 2,5 м. Для подачи кислорода к сварочным постам под низким давлением 0,5—1,0 МПа (5—10 кгс/см²) диаметр кислородопровода выбирают по табл. 57.

Таблица 57

Размеры труб для кислородопровода низкого давления, подводимого к сварочным постам

Общая длина трубопровода, м	Внутренний диаметр трубы, мм при расходе кислорода, м ³ /ч					
	1	2	4	6	8	10
10	3	4	5	6	7	8
20	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5
30	4	5	6	7	8	9
50	4,5	5,5	7	8	9	10
100	5	6	7,5	9	10	11
200	6	7	9	10	11	12
500	7	9	11	12	13	15

Контрольные вопросы:

1. Каково назначение редукторов и принципы работы постового однокамерного редуктора?
2. Чем отличается двухкамерный редуктор от однокамерного?
3. Как расшифровываются марки редукторов?
4. Какие требования предъявляются к редукторам по климатическим условиям?
5. В какие цвета окрашивают редукторы и почему?
6. Расскажите правила обращения с редукторами.
7. Расскажите о рампах кислородных баллонов.
8. Чем отличаются рампы ацетиленовых баллонов от кислородных?
9. Расскажите о рукавах (шлангах).
10. Что вы знаете о кислородных и ацетиленовых трубопроводах?

4. Сварочные горелки

Сварочная горелка служит основным инструментом при ручной газовой сварке. В горелке смешивают в нужных количествах кислород и ацетилен. Образующаяся горючая смесь вытекает из канала мундштука горелки с заданной скоростью и, сгорая, дает устойчивое сварочное пламя, которым расплавляют основной и присадочный металл в месте сварки. Горелка служит также для регулирования тепловой мощности пламени путем изменения расхода горючего газа и кислорода. По способу подачи кислорода, горючего газа и конструкции узла их смешения применяют два типа горелок: инжекторные и безынжекторные (рис. 94). В инжекторной горелке смесительная камера начинается небольшим участком цилиндрической формы, плавно переходящим в более удлиненный конусный участок. Инжекторные горелки работают на ацетилене низкого и среднего давлений. Подачи ацетилена в смесительную часть инжекторной горелки осуществляется за счет подсоса его струей кислорода выходящего с большой скоростью из отверстия сопла называемого инжектором. Процесс подсоса газа более низкого давления струей газа подводимого под более высоким давлением, называется инъекцией.

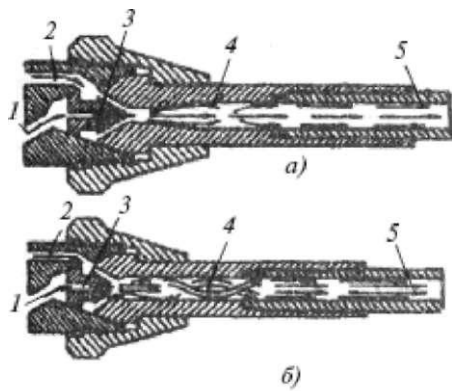


Рис. 94. Устройство узла смешения газов в горелках: а - инжекторной; б - безинжекторной; 1 - кислородный канал; 2 - ацетиленовый канал; 3 - сопло инжектора; 4 - смешительная камера; 5 - трубка горючей смеси

Схема узла или камеры смешения инжекторной горелки показана на рис. 94, а. Кислород под давлением поступает по каналу (1) в сопло инжектора (3). При истечении кислорода с большой скоростью из сопла создается разрежение в канале (2), по которому подсасывается ацетилен. Кислород и ацетилен поступают в смешительную камеру (4), имеющую конически расширяющийся канал (диффузор), где смешиваются и образуют горючую смесь, которая по трубке (5) идет в мундштук горелки, образуя на выходе из него при сгорании сварочное пламя. Схема узла смешения безинжекторной горелки изображена на рис. 94, б. В этой горелке кислород по каналу (1) и горючий газ (ацетилен) по каналу (2) поступают под одинаковым давлением в цилиндрический канал смесителя (4), соединяются в нем в горючую смесь, которая по трубке (5) направляется в мундштук горелки, образуя на выходе пламя. Для нормальной работы инжекторной горелки давление поступающего в нее кислорода должно быть 0,2—0,4 МПа (2—4 кгс/см²), а ацетилена - от 0,001 до 0,01 МПа (0,01—0,1 кгс/см²). Для создания необходимого разрежения в горелке существенное значение имеет расстояние между концом сопла инжектора и входом в смешительную камеру. При увеличении этого расстояния до инжекторного предела подсос возрастает, а при уменьшении - снижается. Устойчивое горение пламени при нормальном составе смеси

для ацетилено-кислородных горелок и мундштуков обеспечивается при скорости истечения смеси из сопла мундштука в пределах 50—170 м/с (для мундштуков с диаметром выходного канала 0,6—3,5 мм). При этом избыточное давление смеси в трубке перед мундштуком должно быть в пределах 0,003—0,027 МПа (0,03—0,27 кгс/см²). При скорости истечения смеси 20—40 м/с возникают хлопки и обратные удары пламени, а при скорости до 140- 240 м/с возможен отрыв пламени от мундштука горелки. Инжекторные горелки могут работать при среднем давлении ацетилена до 0,15 МПа (1,5 кгс/см²). Однако при работе от ацетиленового баллона инжекторной горелкой давление ацетилена перед ней должно поддерживаться в пределах 0,02—0,05 МПа (0,2—0,5 кгс/см²), что снижает возможность возникновения хлопков и обратных ударов пламени. Для лучшего отвода тепла мундштуки изготавливают из высокотеплопроводных материалов - меди марки МЗ или хромистой бронзы Бр.Х0,5. К этим материалам в меньшей степени прилипают брызги расплавленного металла. Мундштуки горелок малой мощности, имеющие водяное охлаждение, изготавливают из свинцовистой латуни ЛС59-1.

Для устойчивого горения и правильной формы пламени требуется тщательная обработка поверхности выходного канала мундштука. Заусенцы, вмятины и другие повреждения могут вызывать отрыв пламени, хлопок или обратный удар. Снаружи мундштуки полируют до зеркального блеска для предупреждения налипания брызг металла. Инжекторное устройство горелки обеспечивает некоторый «запас ацетилена», т. е. увеличение его расхода при полном открытии ацетиленового вентиля горелки по сравнению с паспортным расходом газа для данного номера мундштука. Горелки обеспечивают запас ацетилена до 15 %, а резак - до 10 % от максимального расхода газа. На производстве применяют различные горелки, отличающиеся конструктивным исполнением, мощностью и назначением. Наибольшее распространение имеют сварочные универсальные горелки средней мощности, а для ремонтных кузовных работ - малой мощности. Горелки снабжают набором сменных наконечников различных размеров,

различающихся расходом газов и предназначенных для сварки металла различной толщины. Номер наконечника выбирается в соответствии с толщиной свариваемого металла и требуемым удельным расходом ацетилена в дм³/ч на 1 мм толщины. В табл. 58—62 приведены технические характеристики наиболее распространенных горелок малой и средней мощности.

Таблица 58

Технические характеристики инжекторных горелок

Параметр	№ номер наконечника									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Толщина свариваемой низкоуглеродистой стали, мм	0,2–0,5	0,5–	1–2	2–4	4–7	7–11	11–17	17–30	30–50	Свыше 50
Расход, дм ³ /ч:										
ацетилена	40–50	65–90	130–180	250–350	420–600	700–950	1130–1500	1800–2500	2500–4500	4500–7000
кислорода	45–55	70–100	140–200	270–330	450–650	750–1000	1200–1650	2000–2800	3000–5600	4700–9300
Давление, МПа на входе в горелку:										
ацетилена			0,001–0,1					0,01–0,1	0,03–1	0,3–1
кислорода	0,15–0,3		0,2–0,3				0,2–0,35		0,25–0,5	0,25–0,5

Таблица 59

Горелки сварочные для газов - заменителей ацетилена

Марка горелки*	Номер наконечника	Расход, дм ³ /ч			Давление, МПа		Толщина свариваемого металла, мм
		пропана	природного газа	кислорода	горючего газа	кислорода	
ГЗУ-4	1	25–60	70–170	105–260	0,003	0,1–0,4	0,5–1,5
	2	60–125	170–360	260–540	0,003	0,15–0,4	1,5–2,1
	3	125–200	360–560	540–840	0,003	0,2–0,4	2,5–4
	4	200–335	560–940	840–1400	0,003	0,2–0,4	4–7
ГЗУ-3	5	400–650	1020–1650	1350–2200	0,02	0,2–0,4	–
	6	650–1050	1650–2700	2200–3600	0,02	0,2–0,4	–
	7	1050–1700	2700–4500	3600–5800	0,02	0,2–0,4	–

* Горелка ГЗУ-3 - универсальная; ГЗУ-4 - для сварки чугуна и цвет металлов (кроме меди), а также наплавки, пайки, нагрева.

Таблица 60

Показатели	Номера наконечников						
	0	1	2	3	4	5	6
Примерная толщина свариваемого металла (сталь), мм	0,3–0,6	0,5–1,5	1–2,5	2,5–4	4–7	6–11	0–18
Расход, дм ³ /ч:							
ацетилена	25–60	50–135	120–240	230–400	400–700	660–1100	1050–1750
кислорода	28–70	50–135	130–260	250–430	430–750	740–1200	1150–1950
Диаметр канала, мм: инжектора смесительной камеры мундштука	0,18 0,6 0,6	0,25 0,85 0,85	0,35 1,15 1,15	0,45 1,5 1,5	0,6 1,9 1,9	0,75 2,3 2,3	0,95 2,8 2,8
Давление кислорода, кгс/см ² (МПа)	0,8–4 (0,08–0,4)	1–4 (0,1–0,4)	1,5–4 (0,15–0,4)	2–4 (0,2–0,4)	2–4 (0,2–0,4)	2–4 (0,2–0,4)	2–4 (0,2–0,4)
Скорость истечения смеси из мундштука, м/с	40–135	50–130	65–135	75–135	80–140	90–150	100–160

Таблица 61

Универсальные ацетилено-кислородные горелки

Тип горелки*	Модель** горелки	Номера наконечников	Масса, кг. не более	Внутренний диаметр присоединительного рукава, мм
Г1 (микромощности)	ГС-1	000; 00; 0	0,4	4
Г2 (малой мощности)	Г2-04	0; 1; 2; 3; 4	0,7	6
Г3 (средней мощности)	Г3-03	1, 2; 3; 4; 5; 6, 7	1,2	9
Г4 (большой мощности)	ГС-4	8; 9	2,5	9

* Горелка типа Г1 - безыжекторная, остальных типов - инжекторные. ** Горелка ГС-4 предназначена для подогрева, горелка Г2-04 по конструкции подобна ранее выпускавшимся горелкам Г2-02, «Звездочка», «Малютка»; горелка Г3-03 заменила выпускавшиеся горелки «Звезда», «Москва», ГС-3, ГС-3А.

Таблица 62

Техническая характеристика безыжекторных горелок типа Г1

Номер наконечника	Г1	Г2	Г
Толщина свариваемой низкоуглеродистой стали, мм	До 0,1	0,1–0,2	0,2–0,6
Расход дм ³ /ч: ацетилен кислород	5–10 6–11	10–25 11–28	20–60 28–85
Давление на входе в горелку, МПа: ацетилена кислорода		0,01–0,1 0,01–0,1	

Горелки однопламенные универсальные для ацетилено-кислородной сварки, пайки и подогрева изготавливаются в соответствии с существующими нормативными документами, которыми предусматривается четыре типа горелок: Г1 - горелки микромощности, безинжекторные; Г2 - горелки малой мощности, инжекторные; Г3 - горелки средней мощности, инжекторные; Г4 - горелки большой мощности, инжекторные. Горелка малой мощности Г2 поставляется с наконечниками № 0; 1; 2; 3; 4. В комплект горелок средней мощности Г3 входит ствол и семь наконечников, присоединяемых к стволу горелки накидной гайкой. Горелка малой мощности предназначена для сварки тонких металлов и работает с рукавом диаметром 6 мм. Сварщику приходится, как правило, работать с горелками разной мощности, поэтому необходимо предусмотреть разъем шланга для перехода с горелки малой мощности на горелку средней мощности. Рукава имеют внутренний диаметр под штуцер горелки 6 и 9 мм. При смене горелок производится смена шлангов, для этого применяют переходники - ниппели 6 и 9 мм. Для пропан-бутан-кислородной смеси выпускают горелки типов ГЗУ-3 и ГЗМ-4. Первая предназначена для сварки стали 0,5—7 мм, вторая - для подогрева металла. Для газопламенной очистки поверхности металла от ржавчины, старой краски и т. д. выпускаются ацетилено-кислородные горелки ГАО-2. Ширина поверхности, обрабатываемой горелкой за один проход, составляет 100 мм. На производстве широко применяют горелки различных типов: ацетиленовые «Искра — 6М», ацетиленовые Г-3 «Донмет», пропановые «Искра-6ВП», ГВ «Термика-10» и др. Исправная, правильно собранная и отрегулированная горелка должна давать нормальное устойчивое сварочное пламя. Если горение неровное, пламя отрывается от

мундштука, гаснет или дает обратные удары и хлопки, следует тщательно отрегулировать вентилями подачу кислорода и ацетилена. Если после регулировки неполадки не устраняются, то причиной их являются неисправности в самой горелке: неплотности в соединениях, повреждение выходного канала мундштука или инжектора, неправильная установка деталей горелки при сборке, засорение каналов, износ деталей и т. д. Перед началом работы проверяют исправность горелки. Для проверки инжектора на кислородный ниппель надевают шланг, а в корпус горелки вставляют наконечник, накидную гайку которого плавно затягивают ключом. Установив давление кислорода в соответствии с номером наконечника, пускают в горелку кислород, открывая кислородный вентиль. В ацетиленовом ниппеле горелки должно образоваться разрежение, которое легко обнаружить, приложив к отверстию ниппеля палец, который должен присасываться. Если подсос есть, горелка исправна. При отсутствии подсоса следует проверить: достаточно ли плотно прижимается инжектор к седлу корпуса горелки. При обнаружении неплотности следует сместить инжектор до упора его в седло при вставленном в ствол наконечнике; не засорены ли каналы мундштука, смесительной камеры и ацетиленовой трубки. При засорении необходимо прочистить каналы тонкой медной проволокой и продуть. После проверки горелки следует подсоединить оба шланга, закрепить их на ниппелях хомутиками и зажечь горючую смесь. Если при зажигании смеси горелка дает хлопок или при полном открытии ацетиленового вентиля в пламени не появляется избытка ацетилена (черная копоть), необходимо проверить, хорошо ли затянута накидная гайка наконечника, достаточно ли давление кислорода и нет ли препятствий поступлению ацетилена в горелку (вода в шланге, перегиб шланга, придавливание шланга деталями, перекручивание шланга и т. д.). При прекращении работы горелки, а также при частых хлопках или обратных ударах необходимо закрыть сначала ацетиленовый вентиль, затем - кислородный. Иногда частые хлопки и обратные удары вызываются перегревом мундштука после продолжительной работы. В этом случае необходимо погасить пламя горелки в упомянутом порядке и

охлаждать мундштук горелки в подручном сосуде с водой. Инжекторная горелка нормально и безотказно работает, если соотношения диаметров каналов инжектора, смесительной камеры и мундштука выбраны правильно. Если мундштук обгорел, с забоинами и отверстие его сильно разработано, следует конец мундштука аккуратно опилить мелким напильником, слегка зачеканить или осадить ударами молотка, а затем прокалить сверлом соответствующего диаметра (см. табл. 60). Поверхность мундштука необходимо заполировать. Пропуски газа через сальники вентиля горелки устраняются заменой набивки сальников или подтягиванием гаек сальников.

Контрольные вопросы:

1. Каково назначение сварочной горелки?
2. Чем различаются инжекторные и безинжекторные горелки?
3. Каково назначение инжектора?
4. Что происходит с пламенем горелки при чрезмерном увеличении скорости истечения горючей смеси?
5. Почему происходят хлопки и обратные удары?
6. Почему требуется тщательный уход за мундштуком?
7. Какие существуют типы горелок?
8. Чем комплектуются горелки Г2 и ГЗ?
9. Расскажите о наладке горелок в случае их неисправности.

Глава 4 ТЕХНОЛОГИЯ ГАЗОВОЙ СВАРКИ

1. Состав сварочного пламени

Внешний вид, температура и влияние сварочного пламени на расплавленный металл зависят от состава горючей смеси, т. е. соотношения в ней кислорода и ацетилена. Изменяя состав горючей смеси, сварщик изменяет свойства сварочного пламени. При сгорании ацетилена в воздухе без добавления кислорода пламя имеет желтоватый цвет и длинный факел без светлого ядра. Такое пламя не пригодно для сварки, так как имеет низкую температуру и коптит, выделяя много сажи (несгоревшего углерода). Если в та кое пламя добавить кислород, открывая кислородный вентиль горелки, то резко изменятся цвет и форма пламени, температура его повысится. Изменяя соотношение кислорода и ацетилена в горючей смеси, можно получать три основных вида сварочного пламени (рис. 95): науглероживающее (с избытком ацетилена); нормальное (называемое восстановительным); окислительное (с избытком кислорода). Для сварки большинства металлов применяют нормальное (восстановительное) пламя. Теоретически оно получается, если в смесь на один объем ацетилена подается один объем кислорода. Ацетилен сгорает за счет кислорода смеси по реакции: $C_2H_2 + O_2 = 2CO + H_2$ (1 фаза горения) Дальнейшее горение происходит за счет кислорода, который поступает из окружающего воздуха, по реакции: $2CO + H_2 + 1,5O_2 = 2CO_2 + H_2O$.

(2 фаза горения) Окись углерода и водород, образующиеся в пламени, раскисляют металл, восстанавливая из окислов металл в сварочной ванне. При использовании смеси с соотношением объемов кислорода и ацетилена 1:1 металл шва получается достаточно однородный, без пор, газовых пузырей и включений окислов. Практически нормальное восстановительное пламя получается при избытке кислорода в смеси до 30 % против теоретического за счет поступления его из окружающего воздуха. Таким образом, соотношение ацетилена и кислорода изменяется от 1:1 до 1:1,3. Нормальное пламя имеет светлое ядро, несколько темную восстановительную зону и факел.

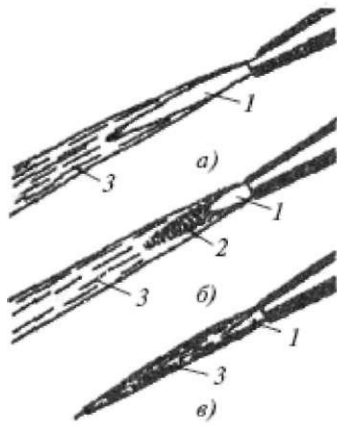


Рис. 95. Разновидности ацетилено-кислородного пламени: а - науглероживающее; б - нормальное; в - окислительное; 1 - ядро; 2 — восстановительная зона; 3 - факел

Ядро имеет четко очерченную форму, близкую к форме цилиндра с закругленным концом, и ярко светящуюся оболочку, которая состоит из раскаленных частиц углерода. Сгорание этих частиц происходит в наружном слое оболочки. Размерами ядра пламени являются его диаметр и длина. Диаметр ядра пламени определяется диаметром канала мундштука и расходом горючей смеси. Горелки комплектуются набором мундштуков нескольких номеров. Чем больше номер мундштука и расход горючей смеси, тем больше диаметр ядра. Длина ядра пламени определяется скоростью истечения газовой смеси. Скорость истечения газовой смеси является основным фактором, определяющим устойчивость горения пламени. При малой скорости истечения газовой смеси пламя склонно к образованию хлопков и обратных ударов. При повышенной скорости истечения газовой смеси пламя выдувает расплавленный металл из сварочной ванны. Восстановительная зона имеет более темный цвет, отличающийся от цвета ядра и остальной части пламени. Она занимает пространство в пределах 20 мм от конца ядра, в зависимости от номера мундштука. Восстановительная зона состоит из окиси углерода и водорода и имеет наиболее высокую температуру в точке, отстоящей на 2—6 мм от конца ядра. Этой зоной пламени нагревают и расплавляют металл в процессе сварки. Остальная часть пламени, расположенная за восстановительной зоной, называется

факелом и состоит из углекислого газа, паров воды и азота, которые появляются в пламени при сгорании окиси углерода и водорода восстановительной зоны за счет кислорода окружающего воздуха. Температура факела значительно ниже температуры восстановительной зоны. Таким образом, в восстановительной зоне, в точке, отстоящей чуть дальше от конца ядра, достигается максимальная температура ацетилено-кислородного пламени 3150 °С. При метан-кислородном пламени максимальная температура, равная 2150 °

С, может быть достигнута на расстоянии 3—3,5 длины ядра от среза мундштука горелки. Пропан-бутан-кислородное пламя достигает максимальной температуры 2400 °С на расстоянии 2,5 длины ядра от среза мундштука. Эти ориентировочные данные позволяют сварщику наиболее рационально использовать пламя горелки при сварке металла заданной толщины. Окислительное пламя получается при увеличении подачи кислорода или уменьшении подачи ацетилена до величины объема кислорода в смеси, превышающей в 1,3 раза объем ацетилена. Окислительное пламя имеет укороченное заостренное ядро с менее резкими очертаниями и бледным цветом. Температура окислительного пламени выше температуры нормального восстановительного пламени. Такое пламя сильно окисляет свариваемый металл, что приводит к получению хрупкого и пористого шва и выгоранию полезных примесей кремния и марганца. Можно применять окислительное пламя при сварке сталей, но при этом необходимо пользоваться присадочной проволокой, в которой повышено содержание марганца и кремния, являющихся раскислителями. Науглероживающее пламя получается при уменьшении подачи кислорода или увеличении подачи ацетилена. Оно образуется при подаче в горелку 0,95 и менее объема кислорода на один объем ацетилена. В науглероживающем (ацетиленистом) пламени размеры зоны сгорания увеличиваются, ядро теряет резкие очертания, становится расплывчатым, а на конце ядра появляется зеленый венчик, по которому судят о наличии избытка ацетилена. Восстановительная зона светлеет и почти сливается с ядром, пламя принимает желтоватую окраску. При большом избытке ацетилена пламя коптит, так как

кислорода недостаточно и не получается полного сгорания ацетилена. Избыточный ацетилен разлагается на водород и углерод. Углерод переходит в металл шва, поэтому ацетиленистое пламя будет науглероживать металл шва. Температура этого пламени ниже температуры нормального пламени. Если уменьшать подачу ацетилена в горелку до полного исчезновения зеленого венчика на конце ядра, ацетиленистое пламя можно превратить (перевести) в нормальное. Пламя с избытком ацетилена применяют при наплавке твердых сплавов, а также при сварке алюминиевых и магниевых сплавов. Качество наплавленного металла и прочность сварного шва зависят от состава сварочного пламени. Поэтому сварщик должен обращать особое внимание на характер и правильность регулирования сварочного пламени. Характер пламени определяется сварщиком на глаз по форме и цвету пламени. При формировании шва учитываются два основных фактора: угол наклона мундштука; скорость истечения газовой смеси. Сварочное пламя должно обладать достаточной тепловой мощностью, которую выбирают в зависимости от толщины свариваемого металла и его физических свойств. Изменяя тепловую мощность пламени, можно в довольно широких пределах регулировать скорость нагрева и расплавления металла, что является одним из положительных качеств процесса газовой сварки. Однако следует помнить, что КПД использования теплотворной способности горючего при газовой сварке равен всего 7 %. Тепло, выделяющееся при сгорании ацетилена, расходуется следующим образом, %: Полезно используется на сварку для расплавления металла Потери тепла: 6-7 от неполноты сгорания 55-63 с отходящими газами 13-15 на излучение и конвекцию 9-10 на нагрев прилегающих к шву участков 15-18 от угара и разбрызгивания металла 1-2

Контрольные вопросы:

1. Охарактеризуйте три вида сварочного пламени.
2. Какие две фазы существуют при горении сварочного пламени?

3. Расскажите о строении сварочного пламени. Каковы особенности восстановительного пламени?

4. В каких случаях применяется окислительное пламя?

5. Чем отличается науглероживающее пламя от окислительного?

6. Какие факторы влияют на формирование шва при газовой сварке?







7. Как расходуется тепло при сгорании горючих газов в процессе газовой сварки?

2. Способы ручной газовой сварки

С целью обеспечения полного провара металла по всей толщине перед ручной газовой сваркой производится предварительная подготовка кромок свариваемых деталей. В табл. 63 приведены формы подготовки кромок в обобщенном виде для газовой сварки листового проката углеродистых сталей встык.

Таблица 62

Размеры конструктивных элементов кромок при газовой сварке стыковых соединений листового проката ОСТЗ—5479—83

Название шва	Схема шва	Размерк. мм		
		толщина металла	зазор а	притупление α1
С отбортовкой кромок, без присадочного металла		0,5–1		1–2
Без скоса кромок: односторонний двусторонний		1–3 3–6	0,5–2	– –
V-образный		3–16	2–4	2–3
X-образный		16–25	2–4	2–3
V-образный при листах разной толщины		5–20	2–4	1,5–2,5
X-образный при листах разной толщины		12–30	3–4	2–4

При ручной газовой сварке сварщик держит в одной руке сварочную горелку, а в другой - присадочную проволоку. Пламя горелки

сварщик направляет на свариваемый металл так, чтобы кромки находились в восстановительной зоне пламени на расстоянии 2—6 мм от конца ядра пламени (точка достижения максимальной температуры в восстановительной зоне). Нельзя касаться поверхности расплавленного металла концом ядра пламени, так как это вызывает науглероживание металла сварочной ванны. Конец присадочной проволоки должен находиться также в восстановительной зоне пламени или быть погруженным в сварочную ванну. Скорость нагрева металла регулируется изменением угла наклона мундштука к поверхности свариваемого металла. Чем больше этот угол, тем больше тепла передается от пламени металлу. Металл будет быстрее нагреваться и будет обеспечено более глубокое проплавление металла (рис. 96). При сварке толстого или теплопроводного металла (например, меди) угол наклона мундштука должен быть больше, чем при сварке металла тонкого или с низкой теплопроводностью. На рис. 97 показаны углы наклона мундштука, которые следует выдержать при сварке сталей. Распределения жидкого металла по шву, а также регулирования скорости плавления кромок и присадочной проволоки достигают соответствующим перемещением сварочного пламени по шву. На рис. 98 показаны способы перемещения конца мундштука по шву. Перемещение пламени горелки вдоль кромок является основным движением при получении сварного шва. Поперечные или круговые движения концом мундштука являются дополнительными или вспомогательными и служат для регулирования скорости прогрева и расплавления кромок, способствуя образованию шва нужной формы.



Рис. 96. Влияние угла наклона мундштука горелки на глубину проплавления: а- сварка при малом угле; б - сварка при большом угле



Рис. 97. Углы наклона мундштука горелки в зависимости от толщины свариваемого металла

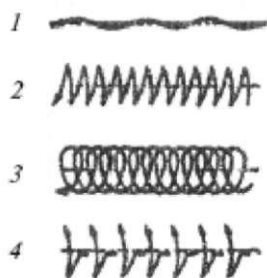


Рис. 98. Способы перемещения мундштука горелки при газовой сварке: 1 - незначительными колебаниями при сварке малых толщин; 2—полумесяцем; 3 — петлеобразно; 4 - полумесяцем с задержкой вдоль шва

Способ 1 применяют для сварки тонких листов, способ 2 для сварки листов средней толщины.

Необходимо стремиться к такому перемещению горелки, чтобы металл ванны всегда был защищен от действия окружающего воздуха газами восстановительной зоны пламени (способ 3). Способ 4, при котором пламя периодически отводится в сторону, применяется редко, так как это вызывает излишнее окисление металла кислородом воздуха. По способу перемещения горелки вдоль шва различают сварку левую и правую. Наиболее распространенным является способ левой сварки, который применяется при сварке тонких деталей, а также деталей из легкоплавких металлов и сплавов (рис. 99). Горелку перемещают справа налево присадочная проволока находится перед пламенем, которые, подогревают несваренный участок и присадочную проволоку. При левой сварке мощность пламени принимают 100—130 дм³ ацетилена в час на 1 мм толщины металла.

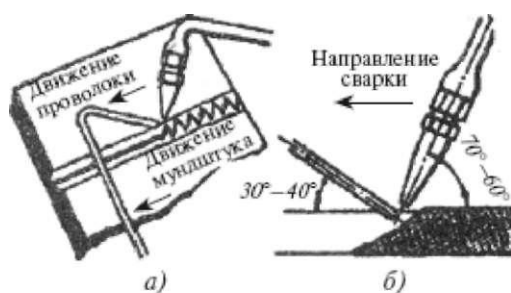


Рис. 99. Левая сварка: а - схема движений мунштука и горелки; б - углы наклона мунштука и проволоки

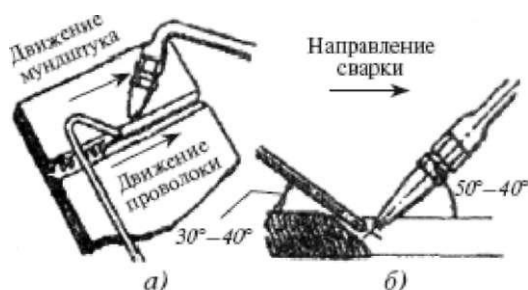


Рис. 100. Правая сварка: а - схема движения мунштука и горелки; б - углы наклона мунштука и проволоки

При правой сварке (рис. 100) горелку ведут слева направо, а присадочная проволока перемещается вслед за горелкой. Пламя направляют на конец проволоки и сваренный участок шва. Мунштуком производят незначительные поперечные колебания. При сварке толщин менее 8 мм мунштук перемещают вдоль оси шва без колебаний. Конец присадочной проволоки держат погруженным в сварочную ванну и спиралеобразными движениями перемешивают им жидкий металл для облегчения удаления окислов и шлаков. Тепло пламени при правой сварке рассеивается в меньшей степени, чем при левой сварке. В этом случае угол раскрытия кромок деталей можно уменьшить, особенно при больших толщинах. При меньшем угле разделки кромок снижается количество наплавленного металла и расход присадочной проволоки, а также уменьшается коробление изделия от усадки металла шва. Правую сварку применяют при толщине металла свыше 5 мм с разделкой кромок. Качество шва при правой сварке выше, так как металл лучше защищен факелом пламени. Пламя одновременно сжигает наплавленный металл и замедляет его охлаждение. Естественно, что правая сварка больших толщин оказывается более производительной, чем левая. Скорость

правой сварки в среднем на 10—20 % выше скорости левой сварки. Экономия газов составляет 10—15 %. Мощность пламени при правой сварке сталей принимают 120—150 дм³ ацетилена в час на 1 мм толщины металла. Диаметр присадочной проволоки для сварки низкоуглеродистых сталей принимают в зависимости от способа сварки: для левого способа $d = S + 1$ (мм); для правого способа $d = S$ (мм), где d - диаметр присадочной проволоки, мм; S - толщина свариваемой детали, мм. В практике газовой сварки существует множество различных способов и приемов, особенно при ремонтных и монтажных работах.



Рис. 101. Сварка ванночками

Одним из способов, который позволяет получить высокое качество сварного шва, является сварка ванночками (рис. 101). Она применяется при сварке тонких листов и труб из низкоуглеродистых и низколегированных сталей облегченными швами, при сварке стыковых и угловых соединений при толщине деталей до 3 мм. Расплавив ванночку, диаметром 4—5 мм, сварщик вводит в нее конец проволоки и, расплавив небольшое количество ее, перемещает конец проволоки в восстановительную зону пламени. В это время мундштуком делаются круговые движения с небольшим перемещением для образования соседней ванночки. Новая ванночка должна перекрывать предыдущую на 1/3 диаметра. Конец проволоки необходимо держать в восстановительной зоне пламени, чтобы избежать окисления проволоки. Ядро не должно погружаться в ванночку во избежание науглероживания металла шва. Для сварки низкоуглеродистых сталей можно применять и окислительное пламя с небольшим избытком кислорода, в результате чего несколько увеличивается температура пламени. В этом случае для раскисления металла рекомендуется применять сварочную проволоку Св12ГС, Св08Г или Св08Г2С. При этом способе повышается производительность сварки на 10—15 %. Некоторый избыток кислорода допускается также и при сварке пропан-бутан-кислородным пламенем. В

этом случае повышается температура пламени и увеличивается глубина провара. Соотношение газов принимается следующим:

$$\frac{\text{кислород}}{\text{пропан-бутан}} = 3,5.$$

Для раскисления металла шва при сварке тройной смесью применяют проволоку Св12ГС, Св08ГС, Св08Г2С, а также проволоку Св10ГА или используют проволоку Св08, но с раскисляющим покрытием. Сварка городским газом (СН₄) производится горелкой ГЗУ-2 с использованием проволоки Св12ГС. Производительность сварки такая же, как и при сварке пропан-бутаном. Этот способ применяется для сварки неответственных конструкций.

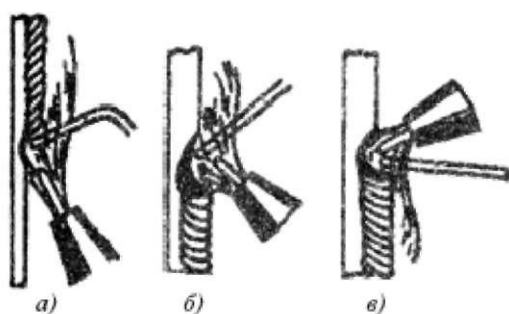


Рис. 102. Сварка вертикальными швами: а - сверху вниз; б, в - снизу вверх

Необходимо отметить некоторые особенности формирования сварного шва при его вертикальном расположении (рис. 102). Вертикальные и наклонные швы сваривают сверху вниз только правым способом, а снизу вверх - и левым, и правым способами. Эти способы сварки применяются при толщине металла до 5 мм. Объем сварочной ванны мал и металл можно удерживать от отекания давлением газов пламени. Сварка тонкого металла (до 3 мм) по отбортовке кромок без присадочной проволоки производится зигзагообразными движениями мундштука вверх-вниз в вертикальной плоскости.

Контрольные вопросы:

1. Какие способы перемещения пламени по шву вы знаете?
2. В чем сущность левой сварки и когда она применяется?
3. В чем достоинства правой сварки и ее особенности?

4. Как выбрать необходимый диаметр присадочной проволоки при сварке низкоуглеродистых сталей?

5. Расскажите о сварке ванночками.

6. Каковы особенности сварки окислительным пламенем? Расскажите об особенностях сварки пропан-бутаном.

7. В чем особенности сварки вертикальных швов?

3. Термическая обработка и правка изделий после сварки

Термическую обработку применяют для устранения напряжений, остающихся в изделии после сварки, а также для улучшения структуры металла сварного шва. После сварки или в процессе сварки применяют такие виды термической обработки, как отжиг, нормализация, отпуск. Нагрев при отжиге изделия в предварительной печи ведут постепенно. Для низко- и среднеуглеродистых сталей температура достигает 600—680 °С. При этой температуре сталь становится пластичной и напряжения снижаются. После нагрева следует выдержка при достигнутой температуре из расчета 2,5 мин на 1 мм толщины свариваемой детали, но не менее 30 мин. Затем изделие охлаждается вместе с печью. Существуют и другие виды отжига: местный и полный отжиг. Режимы отжигов выбирают по справочной литературе. Для разных сталей применяют свои технологические параметры отжига. Нормализация отличается от отжига тем, что после отжига сваренную конструкцию охлаждают на спокойном воздухе. После нормализации сохраняется мелкозернистая структура металла, что позволяет обеспечить его относительно высокую прочность и твердость, но без напряженного состояния. Стали с высоким содержанием углерода в процессе сварки закаляются, возрастает их твердость и хрупкость. Такие изделия из углеродистых сталей подвергают нормализации с последующим отпуском. В этом случае нагревание производят до 400—700 °С и после этого сваренные детали медленно охлаждают. При газовой сварке сталей термическая обработка служит средством повышения пластичности металла шва. В некоторых случаях, участки шва нагревают до светло-красного цвета каления и в этом состоянии

проковывают. Зерна металла измельчаются, пластичность и вязкость повышаются. Во избежание появления наклепа (новое напряженное состояние) проковку следует прекратить при остывании металла до темно-красного цвета. После проковки необходимо провести повторную нормализацию. Для правки изделий часто используют местный нагрев пламенем горелки. Нагревают выпуклую часть изделия, которое надо выправить (рис. 103). При нагревании металл стремится расшириться, но так как этому препятствуют холодные участки, возникают напряжения сжатия, вызывающие пластическую деформацию сжатия. При охлаждении в этом участке возникают напряжения растяжения, которые и выправляют изделие.



Рис. 103. Правка изделий местным нагревом

При необходимости повторной операции правки нагревают следующий участок, не затрагивая соседнего, который уже подвергался нагреву. В табл. 64 приведены ориентировочные режимы правки листов углеродистой стали ацетилено-кислородным пламенем.

Таблица 64

Режимы правки листов углеродистой стали ацетилено-кислородным пламенем

Толщина листа, мм	Номер наконечника	Скорость нагрева, мм/мин	Ширина зоны нагрева, мм	
			видимая при температуре выше 600 °С	фактическая
2	3	420	15	20
3	4	360	15	20
4	5	270	20	35
5	6	240	20	35
6	6	180	30	55

Толстолистовой металл после резки его на заготовительных ножницах всегда имеет ярко выраженную выпуклость. Правка осуществляется нагревом по схеме, показанной на рис. 104.

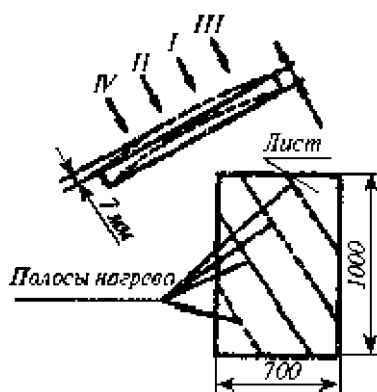


Рис. 104. Схема правки стального листа толщиной 15 мм

Контрольные вопросы:

1. В чем заключаются отжиг и нормализация?
2. Какие виды отжига применяются при правке?
3. При каких условиях можно заниматься проковкой швов?
4. Что необходимо предпринять при сварке закаливающих сталей?
5. В чем достоинства местного нагрева?
6. Каким образом осуществляют правку изделий из толстолистового металла?

4. Особенности сварки труб

Газовая сварка достаточно широко применяется при монтаже труб небольшого диаметра до 100—150 мм, при изготовлении угольников, тройников, отводов и других конструктивных элементов трубопроводов. Трубы сваривают стыковыми швами с допустимой выпуклостью шва до 1—3 мм в зависимости от толщины стенки. Перед сваркой трубы выравнивают, чтобы их оси совпадали, затем прихватывают в нескольких местах по окружности и приступают к сварке. Для центровки труб во время сварки используют различные приспособления, одно из которых показано на рис. 105. Если трубу можно поворачивать, то сварку лучше вести в нижнем положении (рис. 106). Неповоротный стык сваривают последовательно нижним, вертикальным и потолочным швами. Этот случай является наиболее трудным для сварщиков, так как

требует умения выполнять разные швы по ориентации их в пространстве. В неповоротных стыках труб диаметром до 150 мм сначала сваривают нижнюю половину, затем в обратном направлении - верхнюю. Начало и конец верхнего шва сваривают перекрытием на участках А и Б (рис. 107). При сварке труб диаметром до 300 мм и более сварку начинают с какой-либо точки окружности и выполняют четырьмя участками (рис. 108).

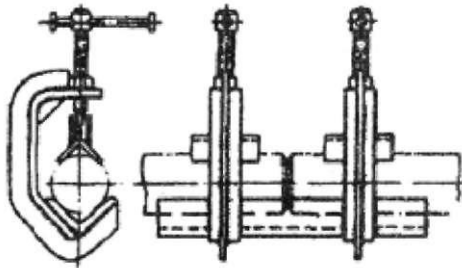


Рис. 105. Струбциновый центратор для труб диаметром 60—100 мм

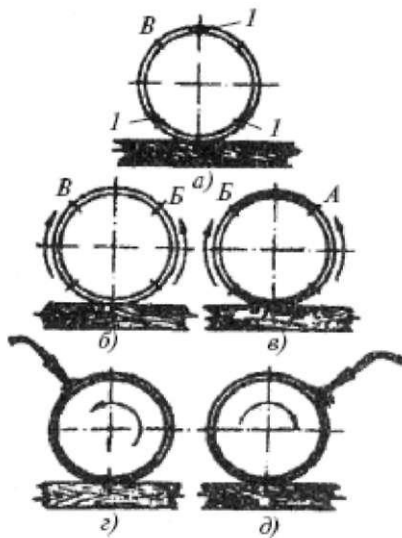


Рис. 106. Порядок сварки стыков труб с поворотом: а - места размещения прихваток (1) и участков шва (А, Б, В, Г); б - выполнение первого слоя на участках А—Б и Г—В; в - поворот стыка и выполнение первого слоя на участках Г—А и В—Б; г - выполнение второго слоя шва, д - выполнение третьего слоя шва

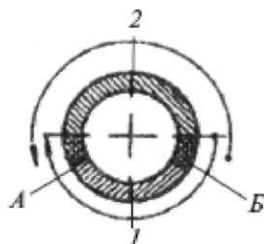


Рис. 107. Последовательность сварки неповоротного стыка труб диаметром до 150 мм

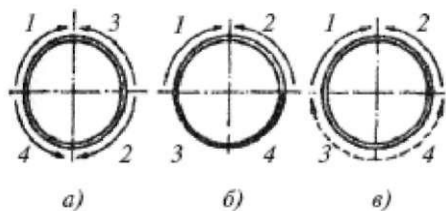


Рис. 108. Последовательность сварки труб большого диаметра: а - (200—300) мм; б - (500—600) мм; в - сварка без поворота трубы

При сварке промышленных и бытовых газопроводов с давлением газа до 1,2 МПа (12 кгс/см²), трубы предварительно сваривают в производственных условиях в секции, длина которых выбирается исходя из возможности транспортировки. Секции труб очищают и грунтуют противокоррозионной изоляцией, после чего производят подготовительные работы. На сварочную проволоку должен быть сертификат. При отсутствии сертификата сваривают специальные образцы с последующим испытанием по определенной методике (3 образца для испытания на разрыв и 3 - на угол загиба). После окончания подготовительных работ поверхность кромок и прилегающие к ним наружную и внутреннюю поверхности труб зачищают до металлического блеска на ширину не менее 10 мм по окружности. Сборка и сварка торцов труб с продольным изготовительным швом должна производиться со смещением продольных швов на 50 мм по окружности по отношению к шву предыдущей трубы. К сварке труб допускаются сварщики, сдавшие экзамен по специальности в соответствии с Правилами Госгортехнадзора и имеющие удостоверение на право сварки газопроводов. Каждому сварщику присваивается номер или шифр, который он обязан наплавлять на расстоянии 30—50 мм от стыка. Ручная газовая сварка труб выполняется только в один слой. При выполнении работ в зимних условиях необходимо обеспечить надежную защиту сварщика и места сварки в соответствии с требованиями работы в полевых условиях. После сварки стыка проводится внешний осмотр для выявления дефектов: шлаковых включений, подрезов, пор, трещин и пр. Внешнему осмотру подлежат все сваренные стыки после их очистки

от шлака, брызг металла и окалины. Поверхность наплавленного металла по всей окружности должна быть слегка выпуклой с плавным переходом к основному металлу без подрезов и незаваренных мест. Высота выпуклости шва допускается 1—3 мм, но не более 40 % от толщины стенки трубы. Ширина шва не должна превышать толщину стенки трубы более чем в 2,5 раза. Не допускаются наплывы и грубая чешуйчатость. Стыки, не удовлетворяющие по внешнему виду перечисленные требования, бракуются или подлежат исправлению. Не допускается исправление стыков методом повторного наложения шва. Существует способ газовой сварки в условиях, когда невозможно приблизиться с горелкой к объекту. Например, трубы для горячей или холодной воды в помещениях располагают вблизи стен, что создает сложные условия для сварки. В этих случаях применяется способ сварки с козырьком. Подготовка стыка под сварку требует определенных профессиональных навыков. Сваренный стык обладает высокой надежностью (рис. 109).



Рис. 109. Порядок сварки стыков труб с козырьком

Контрольные вопросы:

1. В чем заключаются трудности сварки труб?
2. В каких случаях требуется подготовка стыка труб и в чем она выражается?
3. Чем различаются приемы газовой сварки поворотных и неповоротных стыков?
4. Каковы особенности сварки промышленных и бытовых газопроводов?
5. Где и при каких обстоятельствах применяется сварка с козырьком?

Глава 5

ОСОБЕННОСТИ ГАЗОВОЙ СВАРКИ РАЗЛИЧНЫХ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

1. Сварка сталей

Низкоуглеродистые стали можно сваривать любым способом газовой сварки. Пламя горелки при сварке стали должно быть нормальным, мощностью 100—130 дм³(л)/ч ацетилена на 1 мм толщины металла при левой сварке и 120—150 дм³(л)/ч - при правой сварке.

При газовой сварке толщиной до 6 мм в качестве горючих газов применяют: ацетилен, пропан-бутановую смесь или природный газ (ограниченное применение). Сварочная проволока выбирается в зависимости от марки стали и должна удовлетворять требованиям существующих нормативных документов (табл. 65). Режимы газовой сварки сталей приведены в табл. 66, 67.

Таблица 65

Выбор присадочной проволоки и номера флюса для газовой сварки углеродистых и легированных сталей

Марка свариваемой стали:	Марка присадочной проволоки	Расход ацетилена на 1 мм толщины свариваемого материала. дм ³ /ч	Номер флюса
25, 30, 35, 40	Св08А, Св08ГА, Св10ГА, Св12ГС СВ08Г2С	75–100 для левой сварки	№ 1, № 2, № 3 (табл. 67)
20ХГСА, 25ХГСА, 30ХГСА	Св08, Св08А, Св18ГСА, Св18ХГСА	70–75 для левой сварки	Без флюса
09Г2СД, 10ХСНД, 15ХСНД	Св08, Св08А, Св10Г2	90–120 для левой сварки; 120–150 для правой сварки	Без флюса

Таблица 66

Выбор режимов газовой сварки изделий из сталей с использованием ацетиленовой смеси

Толщина свариваемого металла, мм	Предварительный зазор стыка сварного соединения, мм	Угол скоса кромок	Расстояние между прихватками, мм	Диаметр сварочной проволоки, мм	Номер наконечника горелки		Расход, дм ³ /ч	
					типа Г3	типа Г2	ацетилена	кислорода
От 0,3 до 0,6 вкл.	—	—	20–30	1,0	—	0	20–60	28–65
Св. 0,5÷1,5	—	—	20–30	1,5–2,0	1	1	50–125	55–135
1,0÷2,5	0,8–1,5	—	30–50	2,0–2,5	2	2	120–240	130–260
2,5÷4,0	1,5–2,5	60–65°	50–80	2,5–3,5	3	3	230–430	250–440
4,0÷7,0	2,5–4,0	70–90°	80–100	3,5–5,5	4	—	400–700	430–750
7,0÷10,0	3,0–6,0	70–90°	100–120	5,0–6,0	5	—	560–1100	740–1200

Примечание. Режимы сварки уточнять в каждом конкретном случае.

Таблица 67

Выбор режимов газовой сварки изделий из сталей с использованием пропан-бутановой смеси

Толщина свариваемого материала, мм	Величина зазора стыка, мм	Угол разделки кромок	Диаметр сварочной проволоки, мм	Номер наконечника горелок	Расход, дм ³ /ч	
					пропан-бутановой смеси	кислорода
От 0,5 до 1,0 вкл.	1,0–1,5	Без скоса кромок	1–1,5	1–2	30–90	105–315
Св. 1,0 до 2 вкл.	1,5–2,0		1,5–2	2–3	60–180	210–680
Св. 2,0 до 3 вкл.	2,0–3,0		2–2,5	3–4	120–270	420–950
Св. 3,0 до 5,0 вкл.	3,0–4,0	60–90°	2,5–4	4–5	180–540	630–1900

Примечание. Давление рабочих газов при входе в горелку пропан-бутановой смеси 0,2–0,5 кгс/см² (0,02–0,05 МПа), кислорода 0,2–0,4 кгс/см² (0,02–0,04 МПа).

Флюсы для газовой сварки в соответствии с отраслевыми стандартами маркируют номерами. По номерам определяют компоненты флюсов, которые приведены в табл. 68.

Флюсы, применяемые при газовой сварке сталей

Наименование компонентов флюса	Этажер флюса				
	1	2	3	4	5
	Химический состав, %, по массе				
Бура	100				
Калий углекислый		50			
Натрий двууглекислый		50			
Кислота борная			70	55	
Натрий углекислый			30		
Кремний двуокись				10	
Ферромарганец				10	10
Феррохром				10	
Ферротитан				5	10
Концентрат рутиловый				5	
Шпат плавиковый				5	
Мрамор					28
Фосфор красный четырёхкратный					
Ферросилиций					6
Титан двуокись					20

При сварке пламенем большой мощности во избежание перегрева металла уменьшают угол наклона мундштука к основному металлу, а пламя преимущественно направляют на конец проволоки.

При сварке следует стремиться к одновременному расплавлению кромок шва и конца проволоки, чтобы капли расплавленного присадочного металла не попадали на недостаточно нагретую кромку основного металла. С целью уплотнения и повышения пластичности шва можно применять проковку. При сварке листов большой толщины, а также сварке ответственных изделий применяют термическую обработку сварного шва или изделия в целом.

При сварке сталей важное значение имеет чистота поверхности кромок, так как загрязнения вызывают в шве поры, непровар, шлаковые включения. Подготовка кромок должна соответствовать существующим стандартам (табл. 69).

Прихватку деталей под газовую сварку необходимо производить той же присадочной проволокой и тем же наконечником горелки, каким выполняется основная сварка. Расположение прихваток, их количество, длину устанавливают согласно существующим стандартам. Прихватки необходимо производить в местах наименьшей концентрации








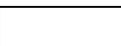
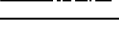
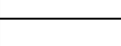




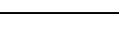
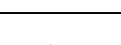
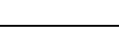
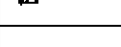
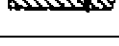

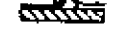

напряжений. Не рекомендуется производить прихватку в острых углах, в местах резких переходов, на окружностях с малым радиусом.

Удовлетворительно свариваются газовой сваркой низколегированные строительные стали 10ХСНД и 15ХСНД. Данные о мощности наконечника и других необходимых параметрах режима сварки этих сталей представлены в табл. 65, 66 и 67. Для улучшения качества шва целесообразно проковать шов при температуре 800—850 °С с последующей нормализацией.

При ремонте паровых котлов и трубопроводов применяют газовую сварку низколегированных молибденовых теплоустойчивых сталей. Мощность при сварке этих сталей выбирают из расчета 100 дм³/ч ацетилена на 1 мм толщины металла. Сварочную проволоку применяют следующих марок: Св08ХНМ, Св10НМ, Св18ХМА, Св10ХМ. Сварку необходимо производить небольшими участками длиной 15—25 мм, поддерживая весь свариваемый участок нагретым до светло-красного каления.

Широко применяют низколегированные хромокремнемарганцовые стали (хромансилы) для изготовления нагревающих устройств и трубопроводов, работающих в области невысоких температур. При газовой сварке этих сталей выгорают легирующие элементы, что вызывает появление в шве включений окислов и шлаков. Для предупреждения этого явления сварку ведут нормальным пламенем, мощностью 75—100 дм³/ч ацетилена на 1 мм толщины металла. Рекомендуется применять низкоуглеродистую сварочную проволоку Св08 и Св08А или легированную Св18ХГСА и Св18ХМА. Сварку производят только в один слой. Большое значение для качества шва при сварке этих сталей имеют тщательная очистка и подгонка кромок, а также точное соблюдение зазора между ними, который, должен быть одинаковым по всей длине. Эти стали при резком охлаждении склонны к образованию трещин, поэтому горелку необходимо отводить медленно, подогревая конечный участок сварки. Сварку необходимо производить по возможности быстро, без перерывов и не останавливаясь.

Подготовка кромок при газовой сварке сталей

Вид соединения	Условное обозначение	Форма подготовленных кромок	Характер выполнения шва	Конструктивные элементы		Размеры, мм				
				подготовленных кромок свариваемых деталей	шва сварного соединения	<i>S</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>e</i>	<i>a</i>
Стыковое	С1	С отбортовкой двух кромок	Односторонний			От 0,5 до 2	—	—	От 3	До 8
	С2	Без скоса кромок				Св. 1,0 по 3,5	0,5–2,0	—	6–10	1–2,5
	С3		Двусторонний			Св. 3,5 до 5	1–2	—	7–8	1,5–2,0
	С4	Св скосом двух кромок	Односторонний			Св. 5 по 10	2–4	1,5–3,0	10–20	2,0–2,5
	С5	С двумя симметричными скосами двух кромок	Двусторонний			Св. 10 по 25	2–4	2–4	18–26	2–3
Угловое	У1	С отбортовкой одной кромки	Односторонний			От 1,0 до 4,0	0–2	—	5–12	—
	У2	Без скоса кромок				До 1,5 1,6–3,0	0,3–1 0,5–1,5	—	S+3	—
	У3	Со скосом кромок				Св. 3,0 до 5,0	0,8–1,5	1,0–1,1	10–12	1–2
Тавровое	Т1	Без скоса кромок				До 1,5 Св. 1,6–3,0	0,3–1 0,5–1,5	—	4–5 4–7	4–7 4–9
	Т2	Со скосом одной кромки				Св. 3 по 5	0,8–1,5	1–2	12–14	5+2
Нахлесточное	Н1	Без скоса кромок				До 2	—	—	3–8	—

Стали типа «хромансиль» после сварки подвергают закалке с последующим отпускком.









Контрольные вопросы:

1. Какими горючими газами можно пользоваться при сварке углеродистых сталей?
2. Как осуществляется выбор номера флюса?
3. Каким критерием пользуются при выборе сварочной проволоки?

Размеры конструктивных элементов кромок стыковых соединений под газовую сварку изделий из меди и бронзы приведены в табл. 71.

Таблица 71

Размеры конструктивных элементов кромок стыковых соединений под газовую сварку меди и бронзы

Вид соединения	Условное обозначение	Форма подготовленных кромок	Характер выполнения шва	Конструктивные элементы		Размеры, мм:				
				подготовленных кромок свариваемых деталей	шва сварного соединения	S	b	c	e	q
Стыковое	C1	С отбортовкой двух кромок	Односторонний			До 2			3-6	1-2
	C2	Без скоса кромок				До 4	1-2		6-10	1-2
	C3	Со скосом двух кромок				Св. 4 до 10	1-2	2-3	10-25	1,5-2,0
	C4	С двумя симметричными скосами двух кромок	Двусторонний			Св. 10 до 25	1-2	2-3	20-30	2-3

Выбор присадочной проволоки, номера флюса и температуры подогрева осуществляется по данным табл. 72.

Таблица 72

Выбор присадочной проволоки и номера флюса для сварки меди

Марка свариваемого металла	Марка присадочной проволоки	Номер или марка флюса	Температура подогрева
M1	M1, M1p, M3p, Пор-1	1, 2,	Предварительный в со- путствующий 150-200 °С
M2	MНЖКТ-5-1-0,2-0,2	3, 4,	
M3		5	

При сварке меди и медных сплавов прихватки не применяют. Из-за высокой жидкотекучести меди зазор между кромками не оставляют и детали стараются плотнее припасовывать друг к другу. При толщине деталей свыше 3 мм кромки скашивают под углом 45°. Притупление кромок составляет 0,2 от толщины деталей. Кромки зачищают до металлического блеска или протравливают в растворе азотной кислоты с

последующей промывкой в воде. Для уменьшения окисления меди при сварке применяют восстановительное пламя, ядро которого держат почти под прямым углом к кромкам листов, на расстоянии 3—6 мм от поверхности сварочной ванны. Сварку ведут быстро, без перерывов. После сварки деталей толщиной до 4 мм швы проковываются без предварительного подогрева. При толщине деталей от 5 до 15 мм применяют подогрев до 500—600 °С с последующей проковкой. Выбор режимов газовой сварки для меди и ее сплавов (бронзы и латуни) осуществляется по табл. 73, 74.

Таблица 73

Режимы газовой сварки для бронзы

Толщина свариваемых деталей, мм	Диаметр присадочной проволоки, мм	Номер наконечника	Расход, дм ³ /ч			
			ацетилена	кислорода	пропан-бутановой смеси	кислорода
До 1,5	1,6	2-3	150-225	180-250	90-140	315-490
Св. 1,6 до 2,5 вкл.	2,0	3-4	225-375	250-450	140-225	490-800
Св. 2,6 до 4,0 вкл.	3,0	4-5	375-700	450-850	225-420	800-1470
Св. 4,0 до 8,0 вкл.	4,0-5,0	5-6	700-1600	850-1960	420-960	1470-3360
Св. 8,0 до 15,0 вкл.	6,0	6-7	1600-3000	1960-3600	-	-

Таблица 74

Режимы газовой сварки для латуни

Толщина свариваемых деталей, мм	Диаметр присадочной проволоки, мм	Номер наконечника	Расход, дм ³ /ч			
			ацетилена	кислорода	пропан-бутановой смеси	кислорода
До 0,5	-	1	30-90	40-130	20-50	200
Св. 1,0 до 1,0 вкл.	2,0	2-3	180-360	250-630	100-230	400-600
Св. 2,0 до 3,0 вкл.	3,0	4	350-580	600-810	215-350	600-1200
Св. 3,0 до 0,4 вкл.	4,0	4-5	580-920	810-1300	350-550	1200-2000
Св. 5,0 до 0,6 вкл.	5,0	5-6	790-1400	1100-1920	475-800	2000-3500
Св. 7,0 до 10,0 вкл.	9,0	7	1270-2 000	1780-2 800	-	-

Газовую сварку широко применяют для сварки латуни, так как она трудно сваривается электродуговой сваркой.

Главная трудность при сварке латуни состоит в том, что при 900 °С начинается активное испарение (выгорание) цинка. Швы получаются пористыми. Поры возникают и по причине поглощения жидким металлом водорода из сварочного пламени, так как водород не успевает выделиться при быстром охлаждении латуни и образует в шве газовые пузырьки. Пары цинка, попадая в газовые пузырьки и расширяясь в них, увеличивают их размеры, образуя крупные поры. Для уменьшения испарения цинка сварку латуни необходимо производить с избытком кислорода до 30 —40 %, т. е. на 1 м³ ацетилена подается 1,3—1,4 м³ кислорода. Для сварки наиболее распространенных латуней выбор присадочной проволоки и флюса осуществляется по табл. 75.

Таблица 75

Выбор присадочной проволоки и номера флюса для сварки латуни






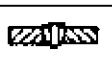




Марка свариваемого металла	Марка присадочной проволоки	Номер или марка флюса	Температура подогрева
Л62, Л68, Л70, Л80, Л96	Л62, ЛО60-1 ЛК62-0,5, ЛОК59-1-0,3	1, 2, 3, 4, 5, 6	500–550 °С предварительный при толщине детали более 5 мм

В качестве флюса можно применять одну буру, которую разводят водой и в виде пасты наносят кистью на свариваемые кромки. Для сварки всех видов латуни и большинства бронз можно применять любые горючие газы: ацетилен, пропан-бутановую смесь, природный газ.

Размеры конструктивных элементов подготовки кромок стыковых соединений под газовую сварку изделий из латуни приведены в табл. 76.

Таблица 76

Размеры конструктивных элементов кромок стыковых соединений под газовую сварку латуней

Вид соединения	Условное обозначение	Форма подготовленных кромок	Характер выполнения шва	Конструктивные элементы		Размеры, мм:				
				подготовленных кромок свариваемых деталей	шва сварного соединения	<i>S</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>e</i>	<i>q</i>
Стыковое	C1	С отбортовкой двух кромок	Односторонний			Св. 0,5 до 1,0	—	—	2–4	2–4
	C2	Без скоса кромок				Св. 1,0 до 6,0	0,5–2,0	—	4–12	1–2
	C3	Со скосом кромок				Св. 3,0 до 5,0	2,0–3,0	1–1,5	6–10	1–2
	C4	Со скосом двух кромок				Св. 6,0 до 15,0	1–2	1–1,5	10–25	2–3
	C5	С двумя симметричными скосами двух кромок	Двусторонний			Св. 15 до 25,0	—	2–4	15–30	2–3

В кромки металла перед сваркой латуни зачищают шкуркой, напильником или карцовочной щеткой до металлического блеска. Иногда применяют травление в 10%-ном растворе азотной кислоты с последующей промывкой в горячей воде и просушкой. Теплопроводность латуни выше, чем у стали, на 70 %, но применять мощное пламя нельзя из-за увеличения испарения цинка, поэтому мощность пламени выбирают такую же, как при сварке сталей 100–120 дМЗ/ч на 1 мм толщины детали. Для снижения испарения цинка и уменьшения поглощения водорода металлом конец ядра пламени держат от свариваемого металл на расстоянии, в 2–3 раза большем, чем при сварке сталей. Проволоку держат по углом 90° к оси мундштука. Периодически конец проволоки погружают во флюс или подсыпают его в сварочную ванну и на края шва. Сварку ведут по возможности быстро. Выбор режимов газовой сварки латуни осуществляется из данных табл. 74. После сварки латуни шов для повышения плотности и прочности иногда проковывают, иногда применяют проколотку или выглаживание неровностей шва «заподлицо». После этого производят отжиг при

температуре 600—650 °С с последующим медленным охлаждением вместе с печью для снятия наклепа и получения мелкозернистой структуры. При сварке латуней наилучшие результаты дает применение флюса БМ-1. При ремонте изделий из бронзы, при наплавке работающих на трение поверхностей деталей слоем антифрикционных бронзовых сплавов также применяют газовую сварку. Подготовка кромок и общие принципы технологии сварки сохраняются такими же, как при сварке меди или латуни. Выбор присадочной проволоки и флюса для наиболее широко применяемых бронз осуществляется по данным табл. 77. При газовой сварке оловянистых и кремнистых бронз применяют флюсы, состав которых приведен в табл. 70.

Таблица 76

Выбор присадочной проволоки и номера флюса для сварки бронз

Марка свариваемого металла	Марка присадочной проволоки	Номер или марка флюса	Температура подогрева
Бр О10Ц2	Бр ОЦ4-3	1, 2	400–500 °С предварительный подогрев литых бронз
Бр ОФ6-0.15			
Бр О5Ц5С5 Бр АЖ9-4 Бр АМц9-2	Бр ОФ6,5-0,15 Бр АЖМц-10-3-1,5 Бр АМц9-2	3, 4 АФ-4А	

Сварочное пламя должно иметь восстановительный характер, так как при окислительном пламени увеличивается выгорание из бронзы ее компонентов: олова, кремния и алюминия. При этом образующиеся окислы затрудняют сварку, шов получается пористым, с большим количеством шлаков в качестве присадочного материала применяют прутки или проволоку. Размеры конструктивных элементов кромок стыковых соединений под газовую сварку бронз приведены в табл. 71. Выбор режимов при сварке бронз осуществляется по данным табл. 73. Для раскисления металла в процессе сварки в присадочную проволоку вводят до 0,4 % кремния. Для защиты металла от окисления и удаления окислов в шлаки применяют флюсы тех же составов, что и при сварке меди и латуни. Для алюминиевых бронз применяют флюсы, содержащие хлористые и фтористые соединения натрия, бария, калия и лития. После сварки детали подвергают отжигу при температуре 750 °С, охлаждению

до 600° и дальнейшему охлаждению в воде. После сварки проковке подвергают только прокатную бронзу, но не литую.

Контрольные вопросы:

1. Каковы свойства меди, влияющие на процесс ее газовой сварки?
2. Каковы особенности газовой сварки меди?
3. Каковы особенности газовой сварки латуни?
4. Каковы особенности газовой сварки бронзы? За счет чего можно пополнять выгорающие элементы при газовой сварке цветных металлов и сплавов?

3. Сварка алюминия и его сплавов

Алюминий и его сплавы относительно хорошо свариваются газовой сваркой. Особенность, которую следует учитывать при сварке алюминия, состоит в том, что поверхность алюминия и его сплавов покрыта очень тугоплавкой пленкой окиси алюминия Al_2O_3 (температура плавления выше 2060 °C), которую полностью удалить невозможно. В процессе сварки она мгновенно образуется на жидком металле и препятствует сплавлению частиц металла, ослабляя прочностные характеристики шва. Частично оксидную пленку удаляют с металла путем химического травления в процессе подготовки изделия под сварку, частично удаляют за счет применения флюсов. Газовую сварку алюминия целесообразно применять для деталей толщиной 1–5 мм. Сварка дает хорошие результаты при правильном выборе режимов и выборе флюсов, хорошо растворяющих окись алюминия. Состав флюсов для газовой сварки алюминия, алюминиевых сплавов и алюминиевых бронз приведен в табл. 78.

Таблица 78

Флюсы, применяемые при газовой сварке алюминия и его сплавов

Наименование компонентов флюса	Номер флюса				Марка флюса		
	1	2	3	4	ЗАМИ	УН-1	АФ-4А
	Химический состав %, по массе						
Натрий хлористый	30	19	41	16	30	20	28
Калий хлористый	45	29	51	44	50	45	50
Литий хлористый	15	–	–	–	–	–	14
Барий хлористый	–	48	–	20	–	20	–
Натрий фтористый	–	–	8	20	–	15	8
Калий фтористый	7	–	–	–	–	–	–
Кальций фтористый	–	4	–	–	–	–	–
Натрий кислый сервокислый	3	–	–	–	–	–	–
Криволит	–	–	–	–	20	–	–

Размеры конструктивных элементов кромок сварных соединений под газовую сварку изделий из алюминия и алюминиевых сплавов определяются по данным из табл. 79. Особое значение имеет правильный выбор мощности пламени, так как пленка окиси алюминия полностью закрывает сварочную ванну и мешает сварщику контролировать начало расплавления металла. При мощном пламени этот момент может быть упущен и тогда в этом месте может возникнуть сквозное проплавление или провис целого участка шва, которые трудно поддаются исправлению. Присадочная проволока выбирается по данным табл. 80. Выбор режимов газовой сварки алюминия и алюминиевых сплавов осуществляется по табл. 81.

Размеры конструктивных элементов кромок стыковых соединений под газовую сварку алюминия и его сплавов



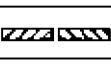
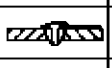












Вид соединения	Условное обозначение	Форма подготовленных кромок	Характер выполнения шва	Конструктивные элементы		Размеры, мм				
				подготовленных кромок свариваемых деталей	шва сварного соединения	s	b	c	e	q
Стыковое	C1	С отбортовкой двух кромок	Односторонний			От 0,5 до 2,0	—	—	6–10	1,0–2,5
	C2	Без скоса кромок				От 0,8 до 4,0	0–2	—	6–10	1,0–1,5
	C3	С скосом двух кромок				От 4 до 10	2,5–4,0	1,5–3,0	14–20	1,5–2,0
	C4	Двумя симметричными скосами двух кромок	Двусторонний			Св. 10 до 20	3,5–5,0	3,0–4,0	17–25	3–4
Угловое	У1	Без скоса кромок	Односторонний			До 1,5 Св. 1,5 до 3,0	0,3–0,5 0,5–1,0	—	2–5 4–7	—
	У2	С скосом двух кромок				Св. 3,0 до 5,0 Св. 5,0	0,8–1,5 0,1–2,0	1,0–1,2 1,2–1,5	8–15 12–20	1+1
Тавровое	T1	Без скоса кромок	Односторонний			До 1,5 Св. 1,5 до 3,0	0,3–0,5 0,5–1,0	—	3–6 3–10	1+1
	T2	С скосом одной кромки				Св. 3,0 до 5,0 Св. 5,0	0,8–1,5 0,1–2,0	—	5–12 12–16	5±3

Таблица 80

Выбор присадочной проволоки алюминия и его сплавов

Марка свариваемого металла	Марка присадочной проволоки
АД, АД1, АД0	Св АК5, Св А97
АМц	СвАМц
АМг2, АМг3, АМг4	Св АМг3, Св АМг6
АМг5	Св АМг5, Св АМг6
АМг6	Св АМг6, Св АМг61
МВ, АД31, АД33	Св АК5, Св 1557
АЛ2, АЛ4, АЛ6	Св АК5

Выбор режимов газовой сварки алюминия и его сплавов

Толщина свариваемого материала, мм	Величина зазора, мм	Расстояние между прихватками, мм	Диаметр присадочной проволоки, мм	Расход, дм ³ /ч			
				ацетилена	кислорода	пропан-бутановой смеси	кислорода
От 1,0 до 1,5 вкл.	0,5–1,0	20–30	1,5–2,5	50–125	55–135	90–120	250–350
Св. 1,6 до 3,0 вкл.	0,8–2,0	30–50	2,5–3,0	120–240	130–260	120–250	420–900
Св. 3,1 до 5,0 вкл.	1,8–3,0	50–80	3,0–4,0	200–400	250–440	250–600	900–1200
Св. 5,1 до 10,0 вкл.	2,5–4,0	80–120	4,0–6,0	400–700	430–750	600–1200	2100–4000
Св. 10,0 до 15,0 вкл.	3,5–5,0	120–210	6,0–8,0	700–1 200	740–1 400	1200–800	4500–5400

Все флюсы для сварки алюминия, особенно содержащие соединения лития, гигроскопичны. Они активно поглощают влагу, поэтому должны храниться в стеклянных, герметично закрывающихся банках, небольшими порциями, по фактическому расходу флюса на сварку. Оставшийся после сварки на изделии флюс вызывает коррозию шва, поэтому флюсы после сварки необходимо удалять промывкой изделий в горячей воде. Для создания защитной пленки на поверхности шва его промывают в течение 5 мин 5%-ным раствором азотной кислоты с добавлением 2%-ного хромпика. Удалять пленку окиси алюминия из сварочной ванны можно и без помощи флюса, пользуясь специальным скребком. Но в этом случае требуется большой навык, иначе можно не столько удалить пленку, сколько скомкать ее на поверхности шва и получить крупный дефект. Для сварки алюминия и его сплавов предусмотрено 12 марок присадочной проволоки диаметром от 1 до 12 мм. Проволока поставляется как в бухтах, так и в кассетах по установленным требованиям стандартов. Алюминий и его сплавы сваривают левой сваркой, восстановительным пламенем или с небольшим избытком ацетилена. Угол наклона мундштука к поверхности

металла должен быть не более 45°. Для закрепления кромок делают предварительную прихватку. Допускается легкая проковка шва в холодном состоянии. Литой алюминий сваривают участками по 50—60 мм с предварительным подогревом до 250 °С. После сварки для получения мелкозернистой структуры литые детали подвергают отжигу при 350 °С с последующим охлаждением.

Контрольные вопросы:

1. Какие трудности существуют при газовой сварке алюминия?
2. В чем сложность при выборе мощности пламени горелки при сварке алюминия?
3. Какова роль флюса при газовой сварке алюминия?
4. Расскажите об особенностях технологии сварки алюминия.

4. Пайка мягкими и твердыми припоями

Пайкой называется технологический процесс получения неразъемных соединений, выполняемый с применением припоя - проволоки из сплава, имеющего температуру плавления более низкую, чем температура плавления основного металла. В результате взаимодействия расплавленного при определенной температуре припоя с кромками основного металла и последующего остывания образуется спай. Кромки основного металла соединяются (спаиваются) вследствие эффекта смачивания их поверхностей, взаимного растворения и диффузии (проникновения) припоя и основного металла в зоне шва (спая). В связи с развитием современных ресурсосберегающих технологий процесс пайки находит широкое применение при изготовлении продукции машиностроения, приборостроения, электротехнической и электронной промышленности. По сравнению с другими методами получения неразъемных соединений (в том числе и по сравнению со сваркой) пайка имеет ряд преимуществ: простота выполнения операции, сохранение размеров и формы соединяемых деталей, сохранение неизменного химического состава и физико-механических свойств паяемых материалов. Кроме того, при пайке отпадает необходимость в последующей механической и термической

обработке, легче получаются соединения в труднодоступных местах и есть возможности для механизации и автоматизации процесса пайки. Процесс получения паяного соединения газопламенной горелкой состоит из нескольких стадий. Подготовка деталей перед пайкой аналогична подготовке под сварку. Перед предварительным нагревом для защиты металла от окисления на детали наносят флюс. При пайке применяют горелку, как правило, малой мощности. Состав пламени, присадочную проволоку и флюсы подбирают в зависимости от паяемого металла. Восстановительным пламенем производят пайку меди, бронз, латуни и различных сталей. Нейтральным пламенем паяют, как правило, сплавы цветных металлов специального назначения. Пламенем горелки осуществляют общий или местный нагрев до температуры пайки. Обычно температура пайки превышает температуру плавления припоя на 30—50 °С. Затем расплавляют припой, который смачивает соединяемые поверхности и заполняет зазор соединения. Исходя из условий образования соединения, припои должны удовлетворять следующим основным требованиям: иметь температуру плавления ниже температуры плавления паяемых материалов; хорошо смачивать поверхность соединяемых материалов, хорошо растекаться по ним и заполнять капиллярные зазоры; не вызывать в последующем химическую эрозию, не подвергаться старению; не изменять свои физико-механические свойства в процессе эксплуатации изделия. Припои классифицируют по следующим основным признакам: температуре плавления - особолегкоплавкие до 145 °С, легкоплавкие до 450 °С, среднеплавкие до 1100 °С, высокоплавкие до 1850 °С, тугоплавкие свыше 1850 °С; способу образования - готовые, образующиеся в процессе пайки; химическому составу (основному компоненту) - оловянные, медные, никелевые, марганцевые, железные, титановые, серебряные, золотые и т. д.; способности к флюсованию - флюсуемые и самофлюсующиеся; виду полуфабриката - листовые, ленточные, проволочные, порошковые и др. Выбор марки припоя и метода нанесения определяется конструкцией и требованиями, предъявляемыми к соединению. В настоящее время разработано большое количество всевозможных

припоев и флюсов. Различают два основных вида пайки: мягкими и твердыми припоями. Мягкие припои имеют невысокую механическую прочность и их плавление осуществляется при температуре до 400 °С. Прочность твердых припоев значительно выше, а температура плавления - свыше 550 °С. Пайку мягкими припоями применяют главным образом для получения плотного соединения деталей, не подверженных значительным нагрузкам. Широко известны припои оловянно-свинцовые (ПОС). Химический состав, температура плавления и примерное назначение некоторых мягких припоев приведены в табл. 82.

Таблица 82

Химический состав, температура плавления и примерное назначение некоторых мягких припоев

Марка	Химический состав, %, по массе					Температура плавления, °С	Примерное назначение
	Sn	Sb	Pb	Bi	Cd		
ПОС90	89–90	Не более 0,15	Остальное	Не более 0,1	–	222	Для пищевой промышленности и внутренних швов хозяйственной посуды
ПОС40	39–40	1,5–2,0	Остальное	Не более 0,1	–	235	Для радиаторов, электро- и радиоаппаратуры, физико-технических приборов
ПОС18	17–18	2,0–2,5	Остальное	Не более 0,1	–	277	Для изделий из цинка, оцинкованного железа, меди и ее сплавов, лужения подшипников
Легкоплавкий сплав	13	–	27	50	10	70	Для пайки изделий из легкоплавких металлов сплавов

При пайке железа мягким припоем применяют в качестве флюсов хлористый цинк $ZnCl_2$ или хлористый аммоний NH_4Cl (нашатырь). Эти флюсы, как все хлориды, ускоряют последующее ржавление и поэтому после пайки поверхность необходимо тщательно промыть. Для пайки меди и латуни часто применяют канифоль, а для пайки легкоплавких сплавов и металлов - стеарин; они хорошо растворяют оксидные пленки. Пайка твердыми припоями дает возможность получить соединение,

приближающееся по прочности к сварным, и поэтому широко применяется в производстве. Соединения могут быть внахлестку, встык или в «ус». Наиболее прочное соединение получается при пайке внахлестку. Подготовка кромок состоит в их точной подгонке, в обезжиривании горячей щелочью и в фиксации деталей, чтобы обеспечить заданный зазор. Чем меньше зазор, тем прочнее спай. Наиболее приемлемый и широко применяемый на практике зазор составляет 0,01—0,02 мм. Стальные детали обычно паяют электролитической медью. Кроме меди для пайки различных сталей и особенно сплавов цветных металлов применяют различные припои: медно-цинковые, медно-никелевые, серебряные, палладиевые, марганцевые, марганцово-никелевые, никелевые, германиевые, титановые, алюминиевые. Наиболее широко применяемые припои стандартизованы. Можно применять в качестве припоев латунь Л62 и Л68, силумины и др. Наиболее известные в практике припои приведены в табл. 83.

Таблица 83

Химический состав, температура плавления и назначение некоторых твердых припоев

Марка	Химический состав, %, по массе					Температура плавления, °С	Примерное назначение
	Cu	Zn	Ag	Si	Al		
ПМЦ36*	34–38	Остальное	–	–	–	825	Для пайки изделий из латуни с содержанием меди не более 68 %
ПМЦ48	46–50	Остальное	–	–	–	865	Для пайки мелких сплавов, содержащих более 68 % меди
ПСр45**	30(0,5)	Остальное	45(0,5)	–	–	720	То же, что и ПМЦ48, но при более тонких работах, когда требуется высокая чистота места спая
ПСр72	28(0,5)	Остальное	72(0,5)	–	–	780	Для пайки проводников, когда место спая не должно резко уменьшать электропроводность
АЛ2 (силумин)	–	–	–	10–13	80–87	577	Для пайки алюминиевых изделий

* ПМЦ - припой медно-цинковый. ** ПСр - припой серебряный.

В качестве флюса при пайке твердыми припоями используют традиционную обезвоженную буру ($\text{Na}_2\text{B}_2\text{O}_7$). Широко известны флюсы ПВ200, ПВ201, ПВ209, ПВ284; для пайки алюминия применяется флюс типа 34А на основе щелочных и щелочноземельных металлов.

Контрольные вопросы:

1. В чем сущность пайки?
2. Какие преимущества пайки вы знаете?
3. Каким требованиям должны удовлетворять припои?
4. В чем сущность пайки мягкими припоями?
5. Какими достоинствами обладает пайка твердыми припоями?

Глава 6

КИСЛОРОДНАЯ РЕЗКА МЕТАЛЛОВ

1. Сущность и основные условия резки

Кислородная резка стали основана на свойстве железа гореть в струе чистого кислорода, будучи нагретым до температуры, близкой к температуре плавления. Температура загорания железа в кислороде зависит от состояния, в котором оно находится. Например, железный порошок загорается при 315 °С, тонкое полосовое и листовое железо - при 930 °С, а поверхность крупного куска стали - при 1200—1300 °С. Горение железа происходит с выделением тепла и резка может поддерживаться за счет теплоты сгорания железа. При резке нагревание производят газокислородным пламенем. В качестве горючих газов при резке используют ацетилен, пропан-бутан, пиролизный, природный, коксовый, городской газ, а также керосин. Кроме подогрева металла до температуры горения в кислороде, подогревающее пламя выполняет и некоторые дополнительные функции: подогревает переднюю кромку реза впереди струи режущего кислорода до температуры воспламенения, что обеспечивает непрерывность резки; вводит в зону реакции окисления дополнительное тепло; создает защитную оболочку вокруг режущей струи кислорода. Мощность пламени зависит от толщины и состава разрезаемой стали и температуры металла перед резкой. Металл нагревают на узком участке в начале реза, а затем на нагретое место направляют струю режущего кислорода, одновременно передвигая резак по размеченной линии реза. Металл сгорает по всей толщине листа, в котором образуется узкая щель. Интенсивное горение железа в кислороде происходит только в слоях, приграничных с поверхностью режущей струи кислорода, который проникает в металл на очень малую глубину. Чтобы ускорить процесс резки, желательно применить подогрев. Для заготовительной резки стали применяют чистый кислород (98,5—99,5 %). Скорость резки, толщина металла, расход ацетилена в подогревающем пламени и эффективная мощность пламени связаны между собой определенной зависимостью. Для процесса резки металла кислородом необходимы следующие условия: температура горения

металла в кислороде должна быть ниже температуры плавления, иначе металл будет плавиться и переходить в жидкое состояние до того, как начнется его горение в кислороде; образующиеся окислы металла должны плавиться при температуре более низкой, чем температура горения металла, и не быть слишком вязкими (в противном случае необходимо применять флюсы); количество тепла, выделяющееся при сгорании металла в кислороде, должно быть достаточным, чтобы обеспечить поддержание процесса резки; теплопроводность металла не должна быть высокой, иначе процесс резки может прерваться из-за интенсивного теплоотвода. Разрезаемость сталей при их резке ацетилено-кислородным пламенем условно подразделяется на 4 группы (табл. 84).

Таблица 84

Классификация сталей по разрезаемости их ацетилено-кислородным пламенем

Группа	Сэ, в % эквивалент углерода	% углерода в марке стали	Марка стали	Условия резки
I	До 0,6	До 0,3	10–25; МСт.1–МСт.4; 15Г; 20Г; 10Г2; 15М; 15НМ 30–35;	Режутся хорошо в любых условиях и не требуют термообработки
II	0,61–0,8	До 0,5	30Г–40Г; 15Х; 20Х; 20ХФ и др. 30–35; 30Г–40Г; 15Х; 20Х; 20ХФ и др.	Режутся удовлетворительно. Летом – резка без подогрева. Зимой при резке больших сечений – подогрев до 120 °С
III	0,81–1,1	До 0,8	50–70; 50Г–70Г; 12М–35ХМ; 18ХГМ; 20ХГС и др.	Режутся ограниченно, склонны к закалке и трещинам при резке; резку ведут в горячем виде при температуре листа 200–300 °С
IV	Более 1,1	Более 0,8	25ХГС–50ХГС; 33ХС–40ХС; 40ХГМ; 50ХГА и др.	Режутся плохо, склонны давать трещины, требуют дополнительного подогрева до 300–450 °С и замедленного остывания после резки

Контрольные вопросы:

1. В чем сущность и условия резки металла?
2. Какие функции выполняет подогревающее пламя?
3. Какие условия необходимы для процесса резки металла газокислородным пламенем?
4. Расскажите о разрезаемости сталей кислородом.

2. Резаки для ручной резки

Резаки можно классифицировать по следующим признакам: по виду резки - для разделительной, поверхностной, кислородно-флюсовой; по назначению - для ручной резки, механизированной резки, специальные; по роду горючего - для ацетилена, газов-заменителей, жидких горючих; по принципу действия - инжекторные, безынжекторные; по давлению кислорода - высокого, низкого; по конструкции мундштуков - щелевые, многосопловые. Наибольшее применение имеют универсальные инжекторные ручные резаки для разделительной резки со щелевыми мундштуками. Конструкция резака состоит из рукоятки, газоподводящих трубок, корпуса с вентилями и головкой, в которую ввертываются мундштуки. Применяются два основных типа мундштуков: с кольцевым подогревательным пламенем или щелевые и многосопловые. Щелевые мундштуки состоят из внутреннего и наружного мундштуков, которые ввертывают на резьбе в головку резака или присоединяют к ней накидной гайкой. По кольцевому зазору между наружным и внутренним мундштуками поступает горючая смесь подогревательного пламени. По центральному каналу внутреннего мундштука подается струя кислорода, в которой сгорает разрезаемый металл. Многосопловые мундштуки изготавливают цельными из одного куска металла или составными. Они имеют ряд каналов (сопел) диаметром 0,7—1,0 мм, расположены вокруг центрального канала для подачи режущей струи кислорода и крепятся к головке резака накидной гайкой. Многосопловые мундштуки применяют при работе на газах-заменителях: природном, нефтяном, коксовом и других газах, обладающих низкими скоростями горения. Эти мундштуки более трудоемки в изготовлении, чем щелевые, поэтому щелевые мундштуки нашли более широкое применение. В современных конструкциях резаков применяют самоцентрирующиеся щелевые мундштуки. Резаки, как правило, при резке устанавливают на опорную каретку с двумя роликами. Благодаря этому выдерживается постоянное расстояние от конца мундштука до поверхности металла и отпадает необходимость держать резак на весу во время работы. Давление

кислорода устанавливается в пределах 0,3—1,4 МПа (3—14 кгс/см²), давление ацетилена - в пределах 0,2—1 МПа (2—10 кгс/см²). Безынжекторные резаки объективно лучше по своим технологическим качествам, так как сопла их мундштуков не забиваются каплями расплавленного металла и шлака при резке. Перед началом работы следует проверить, плотны ли все соединения резака и есть ли разрежение в ацетиленовом канале инжекторного резака. При зажигании подогревающего пламени слегка открывают вентиль подогревающего кислорода, затем открывают вентиль ацетилена. Когда в ацетиленовом канале создается разрежение, зажигают горючую смесь у выходного отверстия мундштука и регулируют пламя кислородным и ацетиленовым вентилями. Ядро должно иметь правильную, очерченную форму. Если при зажигании смеси и пуске режущей струи кислорода последняя находится не в центре, то это указывает на неправильную посадку внутреннего мундштука в головке; в этом случае необходимо выправить мундштук. Причиной неправильной формы подогревающего пламени являются также заусенцы, царапины, забоины на кромках мундштуков. Эти дефекты следует исправлять перешлифовкой кромок мундштуков и калибровкой каналов. Если резак при зажигании смеси начинает давать хлопки, значит, имеется пропуск режущего кислорода в месте посадки внутреннего мундштука в головку. В этом случае необходимо притереть место посадки. Для определения плотности соединений в головку ввертывают мундштук с заглушенным выходным отверстием для кислорода, резак погружают в воду и в каналы подают кислород или воздух под давлением 1 МПа (10 кгс/см²) через шланг, надетый на кислородный ниппель. Наличие пропусков проявится при выделении пузырьков. Для раскроя металла и правки конструкций в условиях монтажа применяются керосинорезы, так как они менее взрывоопасны.

Керосин подается в резак под давлением 0,05—0,2 МПа (0,5—2 кгс/см²) из бачка емкостью 5 дм³, снабженного ручным воздушным насосом, манометром и запорным вентиляем.

Контрольные вопросы:

1. Какие резки применяются для ручной резки металла?
2. В чем различие щелевых мунштуков и многосопловых?
3. Каков порядок обращения с резаками при подготовке их к работе?
4. Расскажите основные правила обращения с керосинорезом.
5. Какие неисправности встречаются чаще всего в резаках керосинорезов?

Глава 7

МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ГАЗОВОЙ СВАРКЕ И РЕЗКЕ

1. Правила обращения с оборудованием и аппаратурой

При работе с ацетиленовыми генераторами прежде всего следует учитывать взрывоопасность смеси ацетилена с воздухом. Исходя из этого условия необходимо строго соблюдать следующие требования безопасности. К обслуживанию ацетиленовых генераторов допускаются лица, достигшие 18-летнего возраста, знающие устройство и работу генератора. Генератор предназначен для работы на открытом воздухе. Для временных сварочных работ допускается устанавливать аппарат в жилых и производственных помещениях объемом не менее 300 м³. Генератор необходимо устанавливать на расстоянии не менее 10 м от места работы горелки или резака, а также от любого другого источника пламени или нагреваемых приборов. Для вскрытия барабанов с карбидом кальция нельзя применять обычные слесарные инструменты (молоток, зубило, ножи), так как при работе с ними может возникнуть искра. Допускается пользоваться омедненным инструментом или изготовленным из сплавов меди. Барабан разрешается вскрывать на открытом воздухе под навесом. Для хранения карбида кальция следует пользоваться герметически закрывающимися емкостями.

Запрещается:

загружать карбид кальция в мокрые ящики или корзины; применять карбид тех грануляций, которые не указаны в эксплуатационной характеристике генератора; пользоваться удлиненными рукоятками винта для увеличения усилия при уплотнении крышки генератора; работать от генераторов без предохранительных затворов. При работе генераторов необходимо постоянно следить за тем, чтобы не было утечки газа из кранов, пробок и других соединений. Запрещается оставлять работающий генератор без надзора. Прежде чем подойти к работающему генератору, необходимо убедиться, не тлеют ли рукавицы или спецодежда. При неисправной работе генератора запрещается открывать крышку и вынимать корзину с горячим, неразложившимся карбидом. Это можно будет сделать только после

остывания генератора по истечении 2—3 ч и выпуска газа через горелку или резак. После окончания работы генератор необходимо разгрузить. Очистку корзины и корпуса от ила необходимо производить только скребками из цветных металлов или сплавов. Карбидный ил необходимо выносить в специально отведенные для него ямы или специальные ящики. Генератор после очистки должен быть установлен в такое место, чтобы исключить доступ к нему посторонних лиц. При выполнении газосварочных работ приходится иметь дело с баллонами со сжатыми, сжиженными и растворенными газами. В процессе эксплуатации этих баллонов во избежание взрывов следует соблюдать крайнюю осторожность. Наиболее частыми причинами взрывов баллонов являются механические удары. Опасность взрыва возникает также при нагреве баллонов до высокой температуры, вследствие того что внутри баллонов возрастает давление газа.

При эксплуатации баллонов необходимо соблюдать следующие меры безопасности:

1. Не допускать падения баллонов, а также ударов их друг о друга или с различными предметами.

2. Тщательно закреплять баллоны на рабочем месте, чтобы они случайно не упали.

3. Хранить баллоны следует в вертикальном положении, с плотно навинченными предохранительными колпаками, вентилями вверх. Для хранения баллонов должны быть оборудованы специальные гнезда или клетки с барьерами, которые предохраняют баллоны от падения.



Рис. 111. Носилки для переноски одного баллона к месту работы

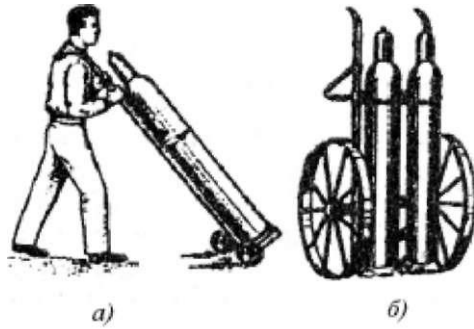


Рис. 110. Тележки для транспортировки баллонов: а - для перевозки одного баллона к месту работы; б - для перевозки двух баллонов

4. Устанавливать баллоны следует на расстоянии не менее 5 м от очагов с открытым огнем. В летнее время их необходимо защищать от нагрева солнечными лучами.

5. Перемещать баллоны на небольшие расстояния разрешается путем перекачивания в слегка наклоненном положении, переносить баллоны на руках или на плечах запрещается.

6. Перемещать баллоны из одного помещения в другое только на специальных ручных тележках (рис. 110) или на специальных носилках (рис. 111).

7. Отбор газа из баллона следует производить через редуктор, предназначенный для данного газа и окрашенный в соответствующий цвет.

8. Перед присоединением редуктора необходимо продуть штуцер вентиля, на короткое время открыв баллон поворотом маховичка на 0,5 оборота; при этом нельзя находиться напротив штуцера вентиля (рис. 112), а также пробовать струю газа рукой.

9. Открывать вентиль баллона рекомендуется плавно, без рывков. Если открыть вентиль от руки не удастся, следует пользоваться специальным ключом. Неоткрывшиеся баллоны следует сдавать на склад, предварительно прикрепив к ним этикетки с надписью «Неисправен». Закрывать вентиль при помощи ключа не рекомендуется.

10. Если редукторы и вентили баллонов замерзли, их следует отогревать смоченной в горячей воде ветошью. Открытым пламенем отогревать редукторы и вентили категорически запрещается.

11. Особая осторожность требуется при эксплуатации кислородных баллонов. Необходимо защищать их от загрязнений и всегда помнить, что в струе кислорода горят многие вещества (включая некоторые металлы), а легковоспламеняющиеся жидкости, масла, жиры, нефть и т. д. горят или воспламеняются со взрывом, поэтому спецодежда сварщика или помощника должна быть чистой, на руках и на инструменте не должно быть даже следов масел и жиров.

12. При воспламенении кислородного вентиля или какой-либо части заградительного приспособления необходимо немедленно перекрыть кислородный вентиль, после чего тушить огонь при помощи огнетушителя и песка.

В процессе работы с аппаратурой для газовой сварки необходимо соблюдать следующие меры безопасности:

1. Перед началом работы сварочная горелка или резак должны быть проверены на исправность работы и герметичность.

2. При зажигании пламени необходимо сначала открывать кислородный вентиль, а затем - ацетиленовый.

3. При гашении пламени необходимо первым закрывать ацетиленовый вентиль, а затем кислородный.

4. Шланги следует предохранять от попадания на них искр, огня, раскаленных или тяжелых предметов. Нельзя допускать перегибов и загрязнений шлангов масляными или жирными веществами. Сварку и резку необходимо производить обязательно в специальных очках с защитными светофильтрами, выбираемыми в зависимости от мощности пламени. Для газовой сварки используются I очки шоферского типа с защитными светофильтрами марок Г-1; Г-2; Г-3. Все сварочные работы следует производить только в спецодежде.

При работе с керосинорезом необходимо соблюдать ряд следующих требований безопасности:

1. Давление в бачке с керосином не должно быть выше давления кислорода после редуктора.

2. При перерывах в работе необходимо плотно закрывать вентиль подачи керосина в испаритель и вентиль для подогревающего кислорода, а резак керосинореза класть головкой вниз.

3. Для защиты кислородного шланга от обратных ударов пламени требуется применять предохранительный клапан, который устанавливается на кислородном ниппеле керосинореза.

4. Перед подкачкой воздуха в бачок следует открыть вентиль на пол-оборота. При этом вентили резака на линиях керосина и кислорода должны быть перекрыты, а инжектор керосинореза открыт. Зажигать пламя следует только убедившись в исправности резака. Сначала пускается горючее, затем подогревающий кислород, зажигается пламя; только после прогрева испарителя пускают режущий кислород.

5. Запрещается работать резаком с перегретым испарителем.

6. При прекращении работы сначала необходимо закрыть вентиль режущего кислорода, затем вентиль горючего газа, затем вентиль подогревающего кислорода. И только после этого открывают спускной кран на бачке для снижения давления в нем до атмосферного.

7. Для устранения хлопков пламени необходимо увеличить поступление в резак горючего и кислорода или прочистить мундштук, прекратив работу.

8. При обратном ударе пламени необходимо немедленно закрыть сначала вентиль подачи кислорода на резаке, затем перекрыть подачу кислорода от баллона, после чего закрыть вентиль подачи горючего на резаке и бачке.

9. При засорении сопла необходимо прекратить работу, вывернуть сопло из головки резака и прочистить канал медной проволокой.

10. Необходимо прочищать испаритель резака не реже 1 раза в неделю, промывая асбестовую оплетку в горячей воде.

11. Применять керосин как горючее целесообразно при окружающей температуре не ниже -15°C и резке стали толщиной не более 200 мм. При более низких температурах окружающего воздуха и необходимости резать сталь большей толщины в качестве горючего можно использовать бензин А-66, соблюдая повышенные меры

предосторожности. Резак в этом случае должен иметь мундштуки, рассчитанные для работы на бензине. Следует помнить, что применение этилированного бензина запрещается.

12. Запрещается подходить с зажженным резаком к бачку с горючим.

13. Токоведущие провода следует располагать не ближе 3 м от места резки и открытого огня.

Контрольные вопросы:

1. В каких помещениях допускается устанавливать ацетиленовый генератор при газосварочных работах?

2. Какими инструментами разрешается вскрывать барабаны с карбидом кальция?

3. Почему запрещается работать от генераторов без предохранительных затворов?

4. По истечении какого времени и при каком условии разрешается вскрывать неисправный заряженный генератор? . Какими инструментами разрешается производить очистку генератора после работы?

6. Какой порядок закрывания вентилях при зажигании пламени и гашении пламени?

7. Как необходимо обращаться с керосинорезом при перерывах в работе?

8. В каком порядке необходимо открывать вентиля на керосинорезе перед зажиганием пламени?

9. Какой порядок закрывания вентилях керосинореза при обратном ударе?

10. При какой температуре окружающего воздуха можно работать керосинорезом?

2. Противопожарные мероприятия

Для предупреждения пожаров необходимо соблюдать следующие противопожарные мероприятия. Постоянно следить за наличием и исправным состоянием противопожарных средств (огнетушителей,

ящиков с сухим песком, лопат, пожарных рукавов, асбестовых покрывал и т. д.). Нельзя хранить вблизи от места сварки легковоспламеняющиеся или огнеопасные материалы (паклю, ветошь, бензин, керосин, различные краски и растворители).

Пламя горелки или резака нельзя направлять в сторону газопитателя. Не разрешается перемещение рабочего с зажженной горелкой или резаком за пределами рабочего места. При перерывах в работе пламя горелки или резака должно гаситься, а вентили плотно закрываться. Заправка жидким горючим бачка керосинореза должна производиться в специальном помещении, надежно оборудованном и безопасном в пожарном отношении. При работе с керосинорезом бачок должен быть расположен так, чтобы на него не попадали искры. После окончания сварочных работ необходимо выключить электрические установки, перекрыть подачу газов и убедиться в отсутствии горящих или тлеющих предметов. При тушении горящих нефтепродуктов, помещений с карбидом кальция, электрических установок запрещается применять воду и пенные огнетушители. В этих случаях необходимо применять только углекислотные огнетушители или сухие порошковые огнетушители.

Контрольные вопросы:

1. Какой противопожарный инвентарь должен быть в установленном месте для обеспечения пожаробезопасных мероприятий при производстве сварочных работ?
2. Как следует обращаться с горелкой или резаком в пределах рабочего места?
3. В каком помещении следует заправлять бачок керосинореза?
4. Какими средствами пожаротушения следует пользоваться при тушении очагов загорания, где имеются электроустановки, нефтепродукты и карбид кальция?

Раздел четвертый

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ ШВОВ

Глава 1

Наиболее распространенные виды дефектов в сварных швах

Надежность эксплуатации сварных соединений зависит от их соответствия нормативно-технической документации, которая регламентирует конструктивные размеры и форму готовых сварных швов, прочность, пластичность, коррозионную стойкость и свойства сварных соединений. Сварные соединения, выполненные в производственных условиях, могут иметь отступления от заданных размеров, формы и свойств. В процессе эксплуатации изделий эти отступления могут привести к разрушению сварных швов и даже всей конструкции. Каждое такое несоответствие требованиям, установленным нормативной документацией, называется «дефектом». Задача контроля сварки заключается в выявлении причин возникновения дефектов и разработке мероприятий, направленных на устранение этих причин. Наиболее часто встречающиеся типы дефектов сварных соединений можно условно разделить на четыре группы: по их расположению - наружные, внутренние и сквозные; по форме - компактные и протяженные, плоские и объемные, острые и округлые; по размерам - мелкие, средние и крупные; по количеству - единичные и групповые. К наружным дефектам относятся нарушения формы, размеров и внешнего вида швов: неравномерная ширина шва по длине, неравномерная высота шва, неравномерные катеты угловых швов, подрезы, наплывы, прожоги, незаваренные кратеры, свищи. Подрезы - это дефекты сварного соединения, представляющие собой местные уменьшения толщины основного металла в виде продольных канавок. Подрезы относятся к наиболее часто встречающимся дефектам, чаще всего они образуются при сварке угловых швов в случае смещения электрода или при несколько завышенном напряжении дуги. Одна из кромок проплавляется глубже, жидкий металл стекает на горизонтально расположенную деталь и его не хватает для заполнения канавки. Обычно при повышенном напряжении дуги и завышенной скорости сварки на стыковых

соединениях образуются двусторонние подрезы. Такие же дефекты могут образовываться в случае увеличения угла разделки при механизированной и автоматической сварке. Односторонние подрезы всегда образуются при сварке горизонтальных швов на вертикальной плоскости. Подрезы выявляют внешним осмотром, и если их глубина и протяженность превышают допустимые нормы, то эти дефекты зачищают и заваривают. Наплывы - дефекты сварного соединения, получающиеся, когда жидкий металл шва натекает (наплывает) на основной металл, но с ним не сплавляется. Чаще всего наплывы образуются при заниженном напряжении дуги, наличии на свариваемых кромках толстого слоя окислы, излишнего количества присадочного металла, который в расплавленном состоянии не уместается в разделке кромок или в зазоре. При сварке кольцевых поворотных стыковых швов появление наплывов вызывается неправильным расположением электрода относительно оси шва. Наплывы не имеют большой ширины, но вдоль шва в некоторых случаях располагаются по всей длине. Прожоги - дефекты, которые заключаются в том, что жидкий металл сварочной ванны вытекает через сквозное отверстие в шве с образованием ярко выраженного углубления или отверстия. Первопричиной появления прожогов является завышенный сварочный ток или внезапная остановка сварочного автомата. Кроме этого следует учитывать и другие причины: неоправданно увеличенный зазор между кромками, недостаточная толщина подкладки или неплотное прилегание ее к основному металлу вдоль кромок. При сварке поворотных кольцевых швов появлению прожогов способствует смещение электрода в сторону вращения изделия, что вызывает отекание жидкого металла из-под конца электрода и более активное прожигающее воздействие дуги. Дефектные места должны быть зачищены и заварены. Кратеры - это дефекты сварных швов. В местах неправильного обрыва дуги образуется углубление, в котором могут быть усадочные рыхлости, приводящие к образованию трещин. Поэтому эти дефекты чаще всего вырубают, зачищают и заваривают. При механизированных и автоматизированных процессах сварки применяют выводные планки, на которых начинают

или заканчивают швы. После сварки эти выводные планки вместе с кратерами удаляются. При правильной настройке автомата кратеры завариваются автоматически за счет плавного снижения сварочного тока. Свищи - дефекты, которые образуются из канальных пор в виде полостей, выходящих на поверхность. Все основные виды наружных дефектов показаны на рис. 113. Образование внутренних дефектов при сварке связано с металлургическими, термическими и гидродинамическими явлениями, происходящими при формировании сварного шва. К внутренним дефектам относятся трещины (горячие и холодные), непровары, поры, шлаковые включения, вольфрамовые и оксидные.

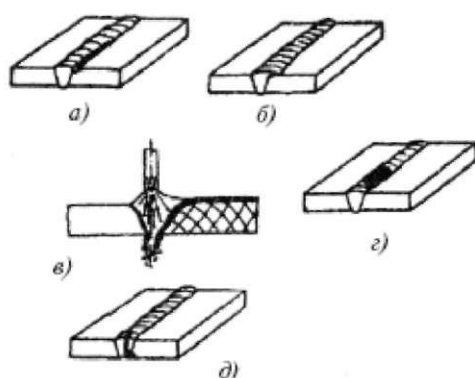


Рис. 113. Наружные дефекты сварных швов, выявляемые внешним осмотром: а - подрез; б - наплыв; в - прожог; г - незаваренный кратер; д - свищ

Трещины - это дефекты сварных швов, представляющие собой макроскопические и микроскопические межкристаллические разрушения, образующие полости с очень малым начальным раскрытием. Под действием остаточных или последующих рабочих напряжений трещины могут распространяться с большой скоростью (соизмеримой со скоростью звука). Разрушения происходят почти мгновенно и представляют собой большую опасность целостности всей конструкции. Различают холодные и горячие трещины в зависимости от температуры, при которой происходит их возникновение. Горячие трещины представляют собой разрушения кристаллизующегося металла, происходящие в жидких прослойках вокруг зерен под действием растягивающих напряжений. Эти напряжения появляются вследствие

несвободной усадки металла шва и примыкающих к нему неравномерно нагретых участков основного металла. Образование горячих трещин связано с совокупным действием двух факторов. Во-первых, по мере кристаллизации сокращается количество жидкой фазы, что приводит к уменьшению деформационной способности сплава. Во-вторых, в температурном интервале хрупкости пластические свойства сплавов наиболее низкие. Кристаллизационные (горячие) трещины образуются, если пластическая деформация за время пребывания металла в температурном интервале хрупкости превзойдет запас пластичности его в этом интервале температур. Именно поэтому характерным для горячих трещин является межкристаллитный вид разрушения, развивающегося по границам зерен при наличии между ними жидкой прослойки или за счет межзеренного проскальзывания, происходящего при повышенных температурах после окончания процесса кристаллизации. Горячие трещины возникают как в металле шва (чаще), так и в зоне термического влияния. Они бывают продольными, поперечными, продольными с поперечными ответвлениями, могут выходить на поверхность шва или оставаться скрытыми. Вероятность образования горячих трещин зависит от химического состава металла шва, скорости нарастания и величины растягивающих деформаций и напряжений, формы сварочной ванны и шва, размера первичных кристаллов. Вероятность появления трещин увеличивается с повышением содержания в металле шва углерода, кремния, никеля и особенно вредных примесей серы и фосфора. Заметно снижают возможность образования горячих трещин в сварном шве марганец, хром и отчасти кислород. Для снижения величины и скорости нарастания растягивающих напряжений, в процессе сварки применяют порошкообразный присадочный металл в виде крупки (ППМ). Снижение жесткости закрепления узлов в процессе сварки и применение предварительного подогрева также частично снижают напряжения. Холодные трещины образуются в большинстве случаев в зоне термического влияния, реже в металле шва сварных соединений средне-легированных и высоколегированных сталей. Появление холодных

трещин объясняется действием многих причин. Одна из них - влияние высоких внутренних напряжений, возникающих в связи с объемным эффектом при структурных превращениях, происходящих в условиях снижения пластичности металла. Поэтому холодные трещины наблюдаются как при температурах 120 °С и ниже, так и при комнатной температуре через несколько минут после окончания сварки, а иногда и через несколько часов. Высокие внутренние напряжения могут также развиваться вследствие присутствия водорода в металле и на поверхностях внутренних дефектов, накопления его в микронесплошностях. На рис. 114 приведены наиболее характерные трещины. Непровары - это участки сварного соединения, где отсутствует сплавление между свариваемыми деталями, например, в корне шва, между основным и наплавленным металлом (по кромке) или между смежными слоями наплавленного металла. Поверхности непроваров обычно покрыты тонкими оксидными пленками и другими загрязнениями. Чаще всего непровары заполняются расплавленным шлаком. Непровары уменьшают рабочее сечение сварного шва, что приводит к снижению работоспособности сварного соединения и узла в целом. Они являются концентраторами напряжений и могут вызвать появление трещин, уменьшить коррозионную стойкость сварного шва и привести к коррозионному растрескиванию.

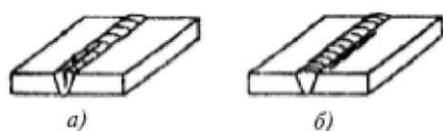


Рис. 114. Трещины в сварном шве и околошовной зоне: а - продольная горячая трещина; б - холодная трещина в околошовной зоне

Непровары могут быть вызваны: малым углом раскрытия кромок; малым зазором; большим притуплением нижних кромок деталей и при заниженном сварочном токе; большой скоростью сварки; смещением электрода от оси шва (особенно при сварке двухсторонних швов); плохой зачисткой от шлака перед наложением последующих слоев шва; излишним количеством ППМ при заниженном сварочном токе и большой скорости сварки; низкой квалификацией сварщика. Непровары не всегда

удается определить внешним осмотром, но это очень опасный дефект в сварном шве. Следует помнить, что при наличии непроваров могут возникать незначительные трещины в процессе эксплуатации изделия. Эти трещины порой очень трудно обнаружить, но трещины постепенно разрастаются и доходят до критического размера - в следующее мгновение происходит разрушение узла. Поры - это полости в металле шва, заполненные газами. Обычно поры имеют округлую форму, в углеродистых сталях встречаются поры, имеющие трубчатую форму. Они возникают в жидком металле шва из-за интенсивного газообразования, при котором не все газовые пузырьки успевают подняться на поверхность металла и выйти в атмосферу. Размеры остающихся в металле пор колеблются от микроскопических, до 2—3 мм в диаметре. В результате диффузии газов (ив первую очередь водорода) поры могут увеличиваться в размерах. В этом случае образуются раковины или свищи, выходящие на поверхность. Кроме одиночных пор в сварных швах появляются цепочки или отдельные скопления пор. К основным причинам, вызывающим появление пор, относятся: плохая зачистка свариваемых кромок от ржавчины, масел и различных загрязнений; повышенное содержание углерода в основном и присадочном металле; большая скорость сварки, при которой не успевает произойти нормальное газовыделение и поры остаются в металле шва; высокая влажность электродных покрытий, флюса, сварка при сырой, влажной погоде. Шлаковые включения - это полости в металле сварного шва, заполненные шлаками, не успевшими всплыть на поверхность шва. Шлаковые включения образуются при завышенной скорости сварки, при загрязнении кромок деталей и при многослойной сварке, если плохо зачищены от шлака поверхности предыдущих швов, особенно между слоями. Размеры шлаковых включений могут достигать нескольких десятков миллиметров по длине шва. Форма их может быть весьма разнообразной, поэтому эти дефекты более опасны, чем поры. Некоторые виды дефектов приведены на рис. 115—117.

Вольфрамовые включения появляются в металле шва при аргонодуговой сварке неплавящимся электродом, например, при сварке

алюминиевых сплавов, в которых вольфрам не растворим. Частицы вольфрама попадают в шве вследствие нарушений режима сварки, они погружаются в расплавленную ванну из-за большей плотности. На рентгеновских снимках вольфрамовые включения выглядят светлыми пятнами неправильной формы и располагаются изолированно или группами. Окисные включения могут возникать в металле сварных швов, если они труднорастворимы (например, Al_2O_3) и металл шва очень быстро охлаждается. Оксидные включения располагаются в виде раздробленных пленок и образуют несплошности металла шва. Резко снижаются механические свойства шва, даже больше, чем при порах и шлаковых включениях, так как плотность оксидных пленок выше, чем у алюминия; они проникают внутрь шва через расплавленную ванну.

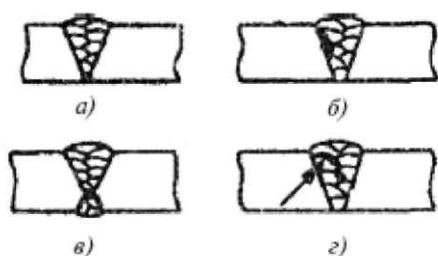


Рис. 115. Непровары в сварном шве: а - в корне одностороннего стыкового шва; б - по кромке между основным и наплавленным металлом; в - в корне двустороннего шва; г - между слоями сварного шва



Рис. 116. Расположение пор по сечению сварного шва



Рис. 117. Расположение шлаковых включений по сечению сварного шва

Контрольные вопросы:

1. От каких основных факторов зависит надежность сварных соединений в процессе эксплуатации?

2. По каким группам подразделяются дефекты?
3. Перечислите наружные дефекты.
4. Охарактеризуйте дефект подреза. Чем отличаются наплывы от подрезов?
5. Охарактеризуйте влияние прожогов и кратеров на качество сварного шва.
6. Каковы причины появления свищей?
7. В чем причины появления горячих трещин?
8. Расскажите о причинах появления холодных трещин.
9. Каковы причины появления непроваров и их характеристика?
10. Объясните причины появления пор и шлаковых включений.
11. В чем особенности влияния на прочность сварного шва оксидных пленок?

Глава 2

МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ ШВОВ

Методы контроля качества сварных соединений могут быть разделены на две основные группы: методы контроля без разрушения образцов или изделий - неразрушающий контроль; методы контроля с разрушением образцов или производственных стыков - разрушающий контроль. Обе группы методов контроля регламентируются соответствующими стандартами. Группа методов контроля, объединенная общими физическими характеристиками, составляет вид контроля. Все виды неразрушающего контроля классифицируются по следующим основным признакам: по характеру физических полей или излучений, взаимодействующих с контролируемым объектом; по характеру аналогичных взаимодействий веществ с контролируемым объектом; по различным видам информации о качестве контролируемого объекта. Существуют десять видов неразрушающего контроля: акустический, капиллярный, магнитный, оптический, радиационный, радиоволновой, тепловой, течеисканием, электрический, электромагнитный. Для контроля качества сварных соединений могут быть применены все перечисленные виды, однако наиболее широкое применение на практике нашли методы: акустический, капиллярный, магнитный, радиационный и течеисканием. Каждый вид контроля имеет свою оптимальную область применения, отличается определенными достоинствами и недостатками. Поэтому наиболее полную информацию о качестве изделия или сварного шва можно получить только при сочетании различных видов контроля. Наиболее распространенным видом неразрушающего контроля является внешний осмотр и обмер сварных швов, который имеет существенное значение для получения качественных сварных конструкций. Широкое применение получил радиационный вид контроля, осуществляемый с помощью рентгеновского и гамма-излучений, которые проникают через контролируемый объект и изменяют интенсивность излучения в местах наличия дефектов. Это изменение регистрируется на рентгеновской пленке или на пластине (радиографический метод). Радиационные

методы позволяют выявить скрытые внутренние дефекты в стыковых швах практически любых материалов. Невозможно обнаружить дефекты только в угловых швах. Из акустических методов контроля наибольшее распространение, получила ультразвуковая дефектоскопия. Хорошо обнаруживаются дефекты с малым раскрытием, типа трещин, газовых пор и шлаковых включений, в том числе и те, которые невозможно определить радиационной дефектоскопией. Среди магнитных методов контроля следует отметить магнитографический и магнитопорошковый. Наибольшее распространение имеет магнитопорошковый метод, так как он позволяет визуально наблюдать расположение ферромагнитного порошка вокруг дефекта. Однако этот метод применим только для контроля ферромагнитных материалов (углеродистые стали). В капиллярном виде контроля используют движение индикаторного вещества, т. е. проникновение индикатора по микропорам и микротрещинам вглубь дефектов как бы по капиллярам. После нанесения индикаторов на поверхность шва и выдержки излишний индикатор удаляют. Оставшийся в дефектах индикатор под воздействием облучения начинает высвечиваться, и тем самым обнаруживаются дефекты сварного шва. При контроле течеисканием также используют движение контрольного вещества для обнаружения течей - сквозных несплошностей в сварных соединениях. С помощью этого вида контроля проверяют герметичность свариваемого изделия. Как правило, это сосуды и трубопроводы, работающие под давлением. Он основан на регистрации специальными приборами или счетчиками утечки индикаторных жидкостей или газов через сквозные дефекты в сварных швах. Контроль герметичности течеисканием может быть применен для любых материалов любой толщины. К основным методам контроля относятся: пневматический, гидравлический, керосиновый, галоидный, химический и люминесцентно-гидравлический. Выбор метода контроля связан с определением возможностей различных методов выявить опасные для работы данного сварного соединения дефекты, их производительностью и стоимостью. Из всего многообразия методов и видов контроля представляется необходимым подробно рассмотреть

только основные, широко применяемые в производственных условиях. Осмотр и обмер готового сварного изделия является первым и наиболее важным этапом приемочного контроля. Прежде всего осматривают все сварные швы и поверхность изделий в зонах термического влияния. Внешний осмотр позволяет обнаружить такие наружные дефекты, как подрезы, незаваренные кратеры, выходящие на поверхность трещины, непровары, наплывы и т. д. При осмотре предварительно очищенной от шлака и брызг поверхности швов и околошовных зон применяют лупы и при необходимости - дополнительное местное освещение. Размеры швов - ширину, выпуклость, плавность перехода шва к основному металлу, катет шва - проверяют с помощью специальных приборов или шаблонов. Из наиболее известных и широко применяемых методов неразрушающего контроля следует кратко описать гидравлические и пневматические испытания, рентген-контроль, испытание керосином. Гидравлическим испытаниям подвергают трубопроводы, резервуары, технологические аппараты и другие объекты с целью проверки плотности и прочности сварных швов. Гидравлические испытания регламентируются стандартом, который предусматривает осуществление их тремя способами: гидравлическим давлением, наливом воды и поливом водой. При испытании гидравлическим давлением изделие заполняют водой, герметизируют и с помощью насоса создают в замкнутой системе необходимое заданное давление (по манометру), выдерживают установленное время, остукивают молотком с круглым бойком вдоль швов и осматривают сварные швы с целью выявления мест утечек. Испытания наливом воды проводятся для контроля соединений (швов) открытых сосудов, резервуаров и т. д. Сварные швы протирают и сушат, обдувая воздухом. Заполняют изделие водой и по истечении времени все швы подвергают внешнему осмотру. Этот контроль проводят, как правило, при положительных температурах. Испытания поливом водой проводят в тех случаях, когда есть возможность доступа к сварным швам с двух сторон, но изделия очень громоздкие. С одной стороны поливают водой из брандспойта (давление до 1 МПа), а с другой стороны

производят внешний осмотр с целью выявления течей. Вертикальные соединения поливают снизу вверх. Это метод применяется при сварке и проверке корпусов судов, резервуаров и т. д. Пневматические методы испытаний применяют для контроля сварных швов замкнутых систем - трубопроводов, сосудов и аппаратов. Испытания сжатым воздухом проводятся путем создания испытательного давления, приблизительно на 10—20 % выше рабочего. Швы покрывают пенообразующими составами. В местах, где имеются сквозные дефекты, под действием выходящего воздуха образуются пузырьки, по которым и определяют место нахождения дефекта. Пенообразующие вещества наносят на поверхность швов кистью или пульверизатором. Составы пенообразующих веществ различают и применяют для летнего пользования и для соответствующей работы при отрицательных температурах до $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Контроль рентгеновским излучением в технике известен как контроль радиационным методом и основан на способности рентгеновских лучей проникать через сварное соединение и воздействовать на регистрирующее устройство (фотопленку). В зависимости от способа регистрации результатов различают три метода радиационного контроля: радиографический, радиоскопический и радиометрический. Наибольшее распространение получил радиографический метод контроля сварных соединений, поскольку снимок является документом, подтверждающим качество сварного шва. Рентгеновский снимок на фотопленке хранится столько времени, сколько по техническим условиям должно работать изделие. Например, рессивер вагона метро должен работать 10 лет - столько же лет хранится в архиве рентгеновская пленка продольного шва рессивера. Образцы рентгеновских снимков на рис. 118.

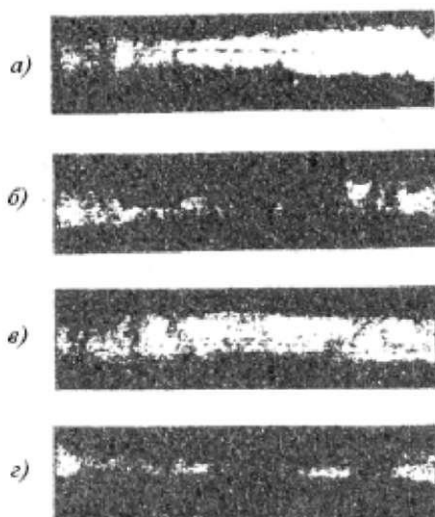


Рис. 118. Дефекты сварных швов, выявленные рентген-контролем:
а - продольная трещина; б - непровар; в - поры; г - шлаковое включение

Среди известных смесей жидких углеводородов, применяемых для контроля непроницаемости, наиболее широко используется керосин. Это объясняется его свойствами (высокой жидкотекучестью, высокой смачивающей способностью и т. д.), которые обеспечивают четкое обнаружение дефектов. Контроль керосином отличается простотой и общедоступностью, не требует сложного и дорогого оборудования, дефицитных материалов. Различают четыре способа испытания керосином: керосиновый, керосинопневматический, керосиновакуумный и керосиновибрационный. При керосиновом способе сварное соединение простукивают молотком на расстоянии 30—40 мм от шва и тщательно очищают швы от шлака, масла и других загрязнений. Для лучшего удаления шлака и развития несквозных дефектов в сквозные целесообразно в течение 10—15 мин подвергнуть вибрации сварное соединение. После очистки на поверхность шва наносят тонкий равномерный слой меловой суспензии. Меловую суспензию готовят из расчета 350—450 г молотого просеянного мела на 1 дм³ воды. После высыхания суспензии противоположную сторону сварного шва смачивают керосином 5—10 раз. В местах течей на меловой суспензии появляются темные пятна, обозначающие наличие дефектов. Описывать

другие методы контроля (как неразрушающего, так и разрушающего) не представляется возможным, так как их на сегодняшний день более сотни, разрабатываются и внедряются все более современные (быстродействующие и более точные). Необходимо отметить некоторые виды испытаний при контроле качества сварных соединений разрушающими методами. Механическим испытаниям подвергаются как отдельные образцы, вырезанные из сварных швов, так и детали и узлы. Эти испытания подразделяются на статические и динамические. Статические испытания подразделяются на следующие виды: растяжение, изгиб, смятие, ползучесть. Динамические испытания - на ударный изгиб, усталость. Проводятся и металлографические исследования для выявления изменений, происходящих в металле при различных режимах сварки и термообработки; различают макроанализ и микроанализ. Кроме указанных методов разрушающего контроля проводят измерение твердости, коррозионные испытания, химический и спектральный анализ сварных соединений. Более подробное ознакомление с различными видами и методами контроля сварных соединений представляется самим читателям при самостоятельном углубленном изучении сварочных процессов.

Контрольные вопросы:

1. Какие виды неразрушающего контроля вы знаете?
2. Какие радиационные виды контроля вы знаете?
3. Какие дефекты обнаруживаются внешним осмотром?
4. В чем суть гидроиспытаний?
5. Расскажите о физической сущности испытания керосином.
6. Перечислите основные виды разрушающего контроля.

Список литературы

1. Маслов В.И. Сварочные работы. -М.: Академия, 1999. - 240 с.: ил.

2. Некрасов Ю.И. Справочник молодого газосварщика и газорезчика. - М.: Высш. шк., 1984. - 168 с.: ил.

3. Никифоров Н.И., Нешумова С.П., Антонов И.А. Справочник молодого газосварщика и газорезчика. -М.: Высш. шк., 1990. - 239 с.: ил.

4. Рыбаков В.М. Сварка и резка металлов. -М.: Высш. шк., 1977, - 319 с.: ил.

5. Сварка разнородных металлов и сплавов / В.Р. Рябов, Д.М. Рабкин, Р.С. Курочко, Л.Г. Стрижевская. -М.: Машиностроение, 1984. - 239 с.: ил.

6. Шебеко Л.П. Оборудование и технология дуговой автоматической и механизированной сварки. -М.: Высш. шк., 1986. - 279 с.: ил.