**Газовая сварка цветных металлов и их сплавов**

**Особенности газовой сварки цветных металлов и их сплавов**

При сварке цветных металлов и их сплавов возникает ряд затруднений, обусловленных их физико-химическими свойствами; поглощением газов расплавленным металлом, приводящим к пористости шва; высокой теплоемкостью и теплопроводностью, что требует применения пламени повышенной мощности; значитель­ным линейным расширением при нагреве, сопровождающими деформированием изделий; склонностью к окислению с образованием тугоплавких оксидов, вынуждающей использовать при сварке активно действующие флюсы, которые защищают сварочную ванну от поступления кислорода извне, растворяют образующие­ся оксиды и удаляют их в шлак.

*Газовая сварка представляет собой универсальный способ со­единения любых цветных металлов, однако область ее примене­ния в настоящее время весьма ограниченна в связи с низкой производительностью и сложностью автоматизации процесса.* Для получения высококачественных соединений цветных металлов с помощью газовой сварки первостепенное значение имеет точное соблюдение установленного режима и техники выполнения сварки, а также применение соответствующих сварочных материалов.

**Газовая сварка меди**

Свариваемость *меди* существенно зависит от наличия в ней не­желательных примесей — висмута, свинца, серы и особенно кис­лорода. Висмут и свинец образуют легкоплавкие эвтектики в обла­сти границ зерен, придающие меди хрупкость и красноломкость, т. е. способность к разрушению при высоких температурах. Сера и кислород также образуют эвтектики с более низкими температура­ми плавления, чем у меди, повышающие хрупкость последней. Если содержание серы превышает 0,1 % (она присутствует в меди в виде соединения Cu2S), то медь становится красноломкой.

Кислород входит в состав меди в виде ее оксида Cu20. Ско­рость сварки влияет на процесс выделения этого оксида: при ее увеличении ширина зоны внутри шва, содержащей Cu20, умень­шается.

Для изготовления сварных конструкций выпускают медь марок МО и M1—M4, в которой содержание кислорода не превышает

0,01%.

Расплавленная медь, содержащая Cu20, способна поглощать водород и оксид углерода, поскольку в ней протекают реакции

Cu20 + Н2 = 2Си + Н20,

Cu20 + СО = 2Cu + С02.

Пары воды и углекислый газ образуют поры в металле шва и, не имея возможности выделиться из него, при расширении могут привести к появлению микротрещин (так называемая водородная болезнь меди).

Коэффициент теплопроводности меди в 6 —7 раз выше, чем у стали. Вследствие этого при сварке меди приходится применять более мощное пламя или одновременно две горелки. Сварку меди толщиной до 10 мм выполняют одной горелкой, обеспечивая рас­ход ацетилена 150 дм3/ч. При сварке меди толщиной более 10 мм не следует использовать мощное пламя одной горелки во избежа­ние перегрева металла, роста зерна и снижения прочности со­единения. В этом случае сварку нужно осуществлять двумя горел­ками: подогревающей, при расходе ацетилена 150...200 дм3/ч, и сваривающей, при его расходе 100 дм3/ч. В случае применения двух горелок сварку проводят одновременно с двух сторон шва, распо­лагая свариваемые листы вертикально.

Сварку меди необходимо выполнять с помощью строго нор­мального пламени. Его ядро должно находиться на расстоянии3... 6 мм от поверхности ванны. Для лучшей передачи теплоты пламени металлу мундштук держат почти под прямым углом к поверх­ности ванны. При сварке в вертикальном положении пламя направляют под углом 30° вниз от горизонтальной оси и сварку осуществляют снизу вверх.

Сварку следует проводить с максимальной скоростью, без перерывов, для уменьшения количества образующегося оксида меди. Желателен сопутствующий подогрев, ускоряющий процесс свар­ки. Прихватки швов не применяют, поскольку при повторном на­греве, во время сварки, на этих участках могут возникнуть трещи­ны. Для закрепления деталей при сварке используют соответствующие приспособления (кондукторы и др.).

При сварке необходимо обеспечить одновременное расплавление кромок и присадочной проволоки, не оставляя, во избежание окисления, расплавленные кромки не заполненными присадочным металлом даже на короткое время. Плавящуюся проволо­ку, с которой металл стекает каплями, нужно держать рядом J поверхностью сварочной ванны с целью предотвращения окисления жидкого металла.

Для лучшего заполнения зазора между разделанными кромками металлом и увеличения высоты шва свариваемые листы располагают под углом 10° к горизонтальной плоскости с зазором, расширяющимся кверху. Для предупреждения протекания жидкого металла в зазор сварку проводят на графитовой подкладке, способствующей формированию обратной стороны шва.

При наложении длинных швов сварку начинают, отступив о| края шва на расстояние, равное 1/3 его длины. После выполнения 2/3 шва оставшуюся 1/3 часть сваривают в обратном направлении от начальной точки.

Сварку следует осуществлять в один слой, так как при наложе­нии второго слоя возможно появление трещин при температуре 523...773 К.

При сварке меди необходимо выполнять в основном стыковые соединения. Допустимы угловые соединения с внешним швом. Соединения встык металла толщиной до 2 мм сваривают без приса­дочного материала, с отбортовкой кромок, на графитовой или асбестовой подкладке. При толщине металла 3 мм и более создают односторонний скос кромок под углом 45° с притуплением, со­ставляющим 1/5 толщины листа, но не менее 1,5 мм. При толщи­не свыше 10 мм проводят Х-образную разделку кромок. При свар­ке труб из меди в месте приваривания к ним патрубков осуществ­ляют вытяжку кромок основной трубы или развальцовку патруб­ков, чтобы получить стыковое соединение деталей.

Для получения высококачественного соединения при сварке меди следует применять присадочную проволоку, в состав кото­рой введены элементы-раскислители (кремний, фосфор, марганец).

Таблица 9.1 Химический состав, %, флюсов для газовой сварки меди

|  |  |
| --- | --- |
| Компонент | Номер флюса |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Прокаленная бураЬорная кислотаПоваренная сольКислый фосфорнокислый натрийКварцевый песокДревесный угольУглекислый калий (поташ)I»[карбонат натрия (сода) | 100 | 100 | 50 50 | 75 25 | 503515 | 5015 15 20 | 70 10 20 | 562222 | 78 4 135 |

Используют также проволоку, легированную оловом и се­ребром, снижающими температуру плавления присадочного ме­талла. Такую проволоку, содержащую до 1,2% серебра, выпуска­ют согласно ГОСТ 16130 — 85 двух марок — Ml и MCpl. Диаметр выбираемой присадочной проволоки зависит от толщины свари­ваемого металла:

Толщина меди, мм..........>1,5 1,5...2,5 2,5...4 4...8 8...15 >15

Диаметр проволоки, мм ... 1,5 2 3 4...5 6 8

Для раскисления металла шва применяют флюсы. Их химиче­ский состав приведен в табл. 9.1.

Флюсы № 5 и 6, содержащие соли фосфорной кислоты, реко­мендуется применять при сварке проволокой, в составе которой отсутствуют элементы- раскислители (фосфор и кремний). Можно сваривать медь с применением газообразного флюса БМ-1; при этом расход ацетилена повышают на 20...30 % для того, чтобы не снижать скорости нагрева и сварки.

Для измельчения зерен наплавленного металла и повышения плотности швов после сварки их проковывают. При толщине ме­талла до 5 мм проковку проводят в холодном состоянии, при боль­шей толщине — при температуре 473... 573 К. После проковки ме­талла шва его подвергают отжигу при температуре 823...873 К с последующим быстрым охлаждением в воде. Проковка и отжиг способствуют образованию мелкозернистой структуры, равномер­ному распределению эвтектики оксид меди — медь, что повышает пластичность металла шва.

*Медно-цинковые сплавы,* содержащие 20...55% Zn, называют латунями. Сплавы с содержанием цинка менее 20 % называются томпаками. Благодаря пластичности, довольно высокой прочнос­ти, легкой обрабатываемости давлением, удовлетворительной сва­риваемости, устойчивости к коррозии, хладостойкости и ряду других положительных свойств латуни находят широкое применение в машиностроении, особенно при изготовлении различной аппаратуры, емкостей, арматуры и других конструкций для химической промышленности.

Структура и технологические свойства латуни зависят от со«1 держания в ней цинка. При его содержании не более 37 % сплав состоит только из α-фазы. Однофазная латунь при содержаниивней не менее 20 % Zn и не более 0,03 % РЬ хорошо обрабатывается давлением как в холодном, так и в горячем состоянии.

При содержании 37...45 % Zn латунь имеет двухфазную структуру — α- и β - фазы. В холодном состоянии β - фаза обладает большей твердостью и меньшей пластичностью, чем в горячем. При содержании в латуни более 46 % Zn она снова приобретает однофазную структуру, но теперь состоит только из β - фазы.

Наличие свинца в двухфазных латунях не вызывает их горячеломкости. Такие латуни относятся к литейным сплавам и не поддаются обработке давлением в холодном состоянии вследствие их малой пластичности. Температура плавления латуни зависит от coдержания в ней цинка и составляет для латуни Л90 1223 К, а для Л62- 1103 К.

При сварке латуней основные трудности связаны с поглощением газов расплавленным металлом сварочной ванны, выгоранием цинка и повышенной склонностью металла шва и околошовной зоны к образованию трещин и пор. Для устранения причин возникновения указанных трудностей и получения высококачественных сварных соединений необходимо применять специальную технологию сварки, соответствующие присадочные материалы и флюсы.

Испарение цинка при сварке латуни зависит от его содержания в сплаве. Так, при 20 %-ном содержании Zn температура его кипения равна 1573 К, а при 40 %-ном — 1273 К. Цинк начинает испаряться при температуре около 1173 К. При испарении цинка его пары окисляются кислородом воздуха, и образуется оксид цинка, вредный для здоровья сварщика в концентрациях более 0,005 мг/м3. Это соединение цинка вызывает заболевание, назы­ваемое литейной лихорадкой. При газовой сварке угар цинка может достигать 15... 20 % его первоначального содержания в ла­туни. Испарение цинка приводит к образованию пор в наплав­ленном металле.

Другой причиной пористости металла шва при сварке латуни является поглощение расплавленным металлом водорода свароч­ного пламени, который не успевает выделяться из ванны вслед­ствие незначительного интервала между температурами солидуса и ликвидуса у латуни. При застывании металла водород образует в шве газовые пузырьки и поры, которые увеличиваются в размерах из-за проникновения и расширения в них паров цинка.

Для уменьшения испарения цинка латуни сваривают окислительным пламенем. При этом на поверхности сварочной ванны образуется пленка оксида цинка, которая препятствует его даль­нейшему испарению. Кроме того, избыток кислорода окисляет основную часть свободного водорода пламени, что резко умень­шает поглощение водорода металлом.

При сварке латуни образуются кристаллизационные (горячие) трещины из-за низкого качества нераскисленного наплавленного металла, а также трещины, обусловленные горячеломкостью латуни в интервале температур 573...873 К.

Для сварки латуней выпускают присадочную проволоку несколь­ких марок согласно ГОСТ 16130 — 85.

Проволоку Л62 применяют для сварки простых латуней (Л62, J168 и др.), но для предупреждения испарения цинка при этом рекомендуется использовать газообразный флюс БМ-1.

Проволоку ЛК62-05, легированную кремнием, применяют для сварки латуней тех же марок. Такая проволока обеспечивает луч­шие результаты и при сварке с порошкообразными флюсами, так как угар цинка не превышает 0,7... 1,0 %. При сварке этой прово­локой получают сварные соединения с хорошими механически­ми свойствами (без применения проковки металла шва) и почти полным отсутствием газовых включений и пор.

Проволока ЛО60-1, легированная оловом, предназначена для сварки изделий, работающих в морской воде и отвечающих тре­бованию повышенной коррозионной стойкости.

Проволока ЛОК59-1-03 содержит кремний и олово, что увели­чивает жидкотекучесть металла и глубину провара шва. Ее приме­няют для сварки стыков латунных труб и замыкающих кольцевых швов сосудов.

Проволока ЛКБО62-02-004-05, легированная кремнием, бо­ром и оловом, предназначена для сварки простых латуней. Она является самофлюсующей, обеспечивает благоприятные механи­ческие свойства и герметичность сварного соединения. Приме­нение этой проволоки при сварке латуни не требует использова­ния флюса.

Для проволок, не содержащих флюсующих добавок, связыва­ние оксидов при сварке латуней осуществляют порошко - и газо­образными флюсами, содержащими в качестве активного компо­нента борный ангидрид В203. Основные оксиды, возникающие при сварке, реагируют с борным ангидридом, образуя сложные бораты.

При сварке латуни осуществляют следующую подготовку кро­мок. При толщине металла до 1 мм проводят их отбортовку. Латунь толщиной 5 мм сваривают встык, без скоса кромок. При толщине металла 6... 15 мм выполняют односторонний скос кромок под углом 35...45°, с притуплением 1,5...3 мм и зазором 2...4 мм. Для сварки встык металла толщиной 15… 25 мм применяют X - образную разделку кромок с углом скоса 35...45°, с притуплением 2...4 мм и зазором 2...4 мм.

Несмотря на то что теплопроводность латуни больше чем у стали, расход ацетилена устанавливают в диапазоне 100…120 $дм^{3}$/ч во избежание перегрева латуни и повышенного испарения цинка. Для снижения испарения цинка и уменьшения поглощения водорода расплавленным металлом ядро пламени при сварке располагают на расстоянии от сварочной ванны в 2 – 3 раза большем, чем при сварке стали. Пламя направляют преимущественно на присадочную проволоку, которую держат под углом 90° к оси мундштука. Конец проволоки периодически погружают во флюс, который подсыпают так же в ванну расплавленного металла и на кромки шва. Сварку следует выполнять с максимально возможной скоростью.

Диаметр проволоки выбирают равным толщине свариваемого металла, но не превышающим 9 мм. Сварку осуществляют левым способом в один слой, проваривая кромки сразу на всю толщину шва. Для обеспечения провара при толщине металла более 3 мм с обратной стороны накладывают подварочный шов, а при толщине е более 5 мм применяют технологические подкладки: остающиеся – из меди или съемные – из жаростойкой стали. Для увеличения высоты шва свариваемые листы располагают под углом 10° к горизонтали. При многослойной сварке применяют присадочную проволоку ЛК:»-05, а в качестве флюса – прокаленную буру. Перед нанесением последующего шва тщательно очищают от шлака предыдущий слой наплавленного металла.

Значительная жидкотекучесть расплава латуни затрудняет её сварку в горизонтальном и вертикальном положениях. При сварке в вертикальном положении расход ацетилена уменьшают до 35..40 дм3/ч, а диаметр проволоки - на 1 мм по сравнению со значениями этих показателей при сварке в нижнем положении.

Временное сопротивление металла шва, сваренного в вертикальном положении, на 15…20% ниже, чем при сварке в нижнем положении, вследствие появления мелких пор. Для уплотнения металла и улучшения его механических свойств проводят проковку шва, причем при содержании в латуни менее 60 % Cu ее выполняют при температуре 923 К, тогда как при более высоком содержании меди латунь проковывают в холодном состоянии. После проковки осуществляют отжиг при температуре 873…923 К с последующим охлаждением для получения мелкозернистой структуры и снятия наклепа.

Газовую сварку бронз проводят при исправлении дефектов литья, ремонте бронзовых литых изделий, наплавке и т.д. В промышленности получили распространение оловянные и безоловянные бронзы. В зависимости от состава бронзы могут быть литейные и деформируемые, т.е. обрабатываемые давлением.

Оловянные бронзы в качестве основной легирующей добавки содержат 3…14% Sn (иногда 20 %), а также в их состав могут входить фосфор, цинк, никель и другие легирующие элементы. Наличие в бронзе олова значительно снижает температуру плавления сплава и расширяет интервал между температурами начала и окончания его кристаллизации.

При сварке оловянной бронзы обогащенная оловом легкоплавкая часть сплава под действием объемных изменений и выделяющихся в шве газов перемещается к поверхности шва. Это приводит к появлению выступов из мелких и крупных застывших капель, в которых содержание олова может достигать 15…18%. В результате механические свойства бронзы ухудшаются настолько, что деталь может разрушиться под действием собственного веса ещё в процессе сварки. Для предотвращения этих явлений деталь медленно охлаждают в песке или асбесте.

Оловянные бронзы сваривают только нормальным пламенем, так как окислительное пламя вызывает выгорание олова, а избыток ацетилена увеличивает пористость, связанную с растворением водорода в металле шва. Расход ацетилена составляет 70…120 дм3/ч.

Металл расплавляют концом восстановительной зоны пламени, располагая его ядро на расстоянии 8..10 мм от поверхности ванны. При сварке литых деталей из бронзы применяют местный или общий подогрев до температуры 773…873 К для уменьшения сварочных напряжений и деформаций. Его проводят в печах, горнах или пламенем горелки. Пламя при сварке должно быть «мягкое», т.е. давление кислорода нужно снизить для предупреждения « раздувания» жидкого металла ванны.

Кромки завариваемых дефектов тщательно зачищают и скашивают под углом 30..45° с притуплением 3…4 мм. Во избежание протекания металла с обратной стороны устанавливают подкладку из асбеста или графита; при необходимости обратную сторону шва подформовывают смесью из огнеупорной глины, песка и жидкого стекла.

Сварку проводят только в нижнем положении, так как поворачивать деталь, нагретую до температуры выше 623 К, нельзя ввиду опасности её разрушения.

Присадочная проволока должна быть выполнена из бронзы, близкой по составу к свариваемому металлу. Желательно иметь присадочную проволоку диаметром 5… 12 мм, содержащую до 0,4 % Si в качестве раскислителя. Если допустимо различие по цвету металла шва и основного металла, то в качестве присадочного материала можно применять проволоку из латуни, указанных выше составов.

Хорошие результаты обеспечивает сварка оловянных бронз с использованием проволоки из оловянной бронзы с добавлением фосфора. При сварке бронз применяют те же флюсы, что и при сварке латуней.

Для улучшения механических свойств и структуры металла свар­ного соединения деталь после сварки подвергают отжигу при тем­пературе 1023 К и последующему охлаждению в воде до темпера­туры 873... 923 К (закалке). В зависимости от размеров детали выдержка при температуре отжига составляет 3...5 ч, а скорость нагрева — не более 100 К/ч.

Безоловянные бронзы можно сваривать как дуговым, так и газовым способами. Эти бронзы содержат в качестве основных легирующих элементов марганец и никель, реже — цинк, железо, олово, алюминий. Они коррозионно-устойчивы, имеют благоприятные механические свойства, износостойки и хорошо свариваются. Наличие в них кремния и марганца улучшает свариваемость, так как кремний образует защитную пленку шлака, повышает (как и марганец) жидкотекучесть металла шва и смачиваемость и кромок при сварке.

Сварку проводят нормальным пламенем с расходом ацетилена 100... 150 дм3/ч. Химический состав присадочной проволоки такой же, как у основного металла, или близкий к нему. При сварке бронзы, меди и латуни используют одинаковые флюсы. Детали сложной формы предварительно подогревают до температуры 573...623 К. После сварки целесообразно провести отжиг и закалку.

Алюминиевые бронзы широко распространены в машиностро­ении. Они содержат железо, марганец, никель и до 10 % Аl, обла­дают хорошими механическими и антифрикционными свойства­ми, устойчивы к коррозии и действию низких температур, немагнитны, хорошо штампуются. Легирование их железом, марганцем и никелем улучшает механические, технологические и антикор­розионные свойства; никель повышает их жаростойкость.

Сварка алюминиевых бронз затруднена вследствие образова­ния тугоплавкого оксида алюминия А1203, для удаления которого следует применять флюсы, используемые при сварке алюминие­вых сплавов. Лучшие результаты обеспечивает аргонодуговая свар­ка, поэтому газовую сварку применяют как исключение. При по­догреве металла до температуры 623... 673 К процесс сварки уско­ряется, хотя его можно проводить и без подогрева.

Присадочный металл должен содержать не более 5 % А1. Рекомендуется флюс АФ-4А, используемый при сварке алюминиевых сплавов; применяется «мягкое» нормальное пламя; расход ацети­лена составляет от 100... 150 дм3/ч (при сварке с подогревом) до 125... 175 дм3/ч (без него). Скорость сварки должна быть макси­мальной. Пленку оксида алюминия удаляют концом прутка. При газовой сварке временное сопротивление сварного соединения составляет 320...400 МПа.

**Газовая сварка алюминия и его сплавов**

К газовой сварке алюминиевых сплавов прибегают крайне ред­ко, в основном при ремонте. На поверхности свариваемого алю­миния образуется тугоплавкая пленка оксида А1203, температура плавления которой составляет 2333 К. Оксид алюминия, имею­щий более высокую плотность, чем основной металл, может ос­таваться в металле шва в виде включений между кристаллитами, существенно снижая прочность и пластичность сварного соедине­ния. Полное удаление А1203 из наплавленного металла — основ­ная задача при получении высококачественного сварного соеди­нения алюминия и его сплавов. Для этой цели применяют специ­альные флюсы. Из всех способов сварки алюминия и его сплавов посредством плавления наилучшие результаты обеспечивают ар­гонодуговая сварка в непрерывном, а для тонкого металла — в импульсном режиме и плазменная сварка. Алюминий и его спла­вы хорошо свариваются контактной, точечной и шовной сваркой. При сварке алюминия и его сплавов следует учитывать следую­щие особенности этих материалов:

• относительно низкую температуру плавления и высокую теп­лопроводность, что требует точного дозирования количества вво­димой в ванну теплоты;

• высокое химическое сродство алюминия к кислороду и обра­зование тугоплавкого оксида алюминия, затрудняющего сварку;

• значительное линейное расширение при нагреве, вызываю­щее деформации и остаточные напряжения;

• пониженную прочность при высоких температурах сварки;

• повышенную вязкость расплавленного металла, затрудняю­щую формирование сварного шва.

Для сварки технического алюминия, содержащего не более 0,6 % как Fe, так и Si, применяют присадочную проволоку из чистого алюминия, а лучше из сплава АК5 или АМц. При сварке алюминиево-марганцевых сплавов используют проволоку из сплава того же состава, что и у основного металла, или из сплава АК5. Прово­лока АК5 при сварке металла толщиной около 1 мм позволяет получать соединение, равнопрочное основному металлу.

Сварку алюминиево-магниевых сплавов проводят, применяя проволоку АМг с повышенным содержанием магния с целью сни­жения температуры плавления присадочного материала и повы­шения временного сопротивления наплавленного металла. Исполь­зование при сварке алюминиево-магниевых сплавов проволоки того же состава, что и у основного металла, ухудшает механичес­кие свойства наплавленного металла по сравнению с таковыми у исходного материала.

При сварке сплавов системы алюминий—магний—кремний, склонных к образованию кристаллизационных трещин, рекомендуется применять следующие виды проволоки: для тавровых и уг­ловых соединений — АК5; для стыковых без разделки кромок — АК10.

Для сварки разнородных алюминиевых сплавов используют проволоку АК5, литейных алюминиевых сплавов (заваривание трещин, пороков литья и др.) — проволоку из сплава, представляющего собой основной металл (АК5 и СвАК12).

Для сварки алюминиевых сплавов различного назначения промышленность выпускает ряд флюсов на базе галоидных солей щелочных и щелочно-земельных металлов.

Флюс наносят на присадочную проволоку и кромки чистой кистью; можно погружать конец проволоки в разведенный флюс. После тщательной зачистки и прихватки кромок их покрывают слоем флюса шириной в 3 раза большей ширины шва. Остатки флюса удаляют после сварки промыванием в горячей и холодной воде, предварительно зачистив место сварки металлической щеткой. Сва­ривать соединения внахлест не рекомендуется ввиду трудности пocледующего удаления остатков флюса, попавшего в зазор.

При газовой сварке металла толщиной до 2,5 мм выполняют стыковое соединение с отбортовкой кромок и зазором до 1 мм. Часто отбортовку проводят только у одной кромки. При толщине металла до 1 мм зазор не требуется. Высота отбортовки равна 2 — 3 значениям толщины свариваемого металла. При таком способе со­единения повышается жесткость конструкции и уменьшается ко­робление металла при сварке. Отбортовка должна полностью рас­плавляться при сварке шва.

При толщине металла, достигающей 4 мм, проводят сварку встык со скосом и без скоса кромок, а при большей толщине (5...20 мм) — с односторонним скосом под углом 30...35°. Сварку осуществляют с одной стороны, а с другой накладывают подварочный шов. Зазор в зависимости от толщины металла составляет 1,5...5 мм, а притупление кромок — 1,5...2 мм. При толщине металла более 20 мм выполняют двусторонний скос кромок при те же углах скоса, зазорах и притуплении.

Расход ацетилена, дм3/ч, зависит от толщины металла:

Толщина ме­талла, мм........ 1,5 1,5...3 3...5 5...10 10...15 15...25

Расход

ацетилена,

дм3/ч............50...100 100...200 200...400 400...700 700...1200 900...1200

Значительный избыток ацетилена приводит к пористости шва,| поэтому используют нормальное или слегка науглероживающее пламя. Его ядро должно находиться на расстоянии 3... 5 мм от по­верхности ванны. Угол наклона пламени к поверхности листового металла в начале сварки должен быть равен 90°, а затем его уменьшают до 20...45°. При сварке отливок из алюминиевых сплавов нот угол по мере прогрева изделия снижают до 45...60°. Приса­дочную проволоку держат под углом 40...60° к поверхности ме­талла. При его толщине менее 5 мм применяют левый способ свар­ки, при большей толщине — правый.

Сварку следует проводить в нижнем положении, в исключи­тельных случаях — в горизонтальном и вертикальном. Не допуска­ется потолочное положение швов. Сварку нужно выполнять быст­ро и по возможности непрерывно. Многослойных швов необходи­мо избегать, так как их наложение приводит к повышению пори­стости металла шва.

Сварку литых деталей из силумина осуществляют с общим или местным подогревом до температуры 623...673 К, из других алю­миниевых сплавов — до 523...573 К.

Трещины разделывают до получения необходимого угла рас­крытия; заваривание проводят от середины трещины к ее концам. На концах трещин должны быть просверлены отверстия. Длинные трещины заваривают участками длиной 60...70 мм.

Охлаждение отливки после сварки должно быть медленным, поэтому ее закрывают асбестом или засыпают песком. Для прида­ния шву мелкозернистой структуры и устранения внутренних на­пряжений литые изделия после сварки подвергают отжигу в печи при температуре 573... 623 К в течение 2... 5 ч с последующим мед­ленным охлаждением.

**Газовая сварка бронзы и латуни**

Сварка бронз. Бронзы — это сплавы меди с другими элементами—оловом, кремнием, марганцем, фосфором, бериллием и др. По наименованию основного легирующего элемента их называют оловянистые (от 3 до 14% олова), кремнистые, фосфористые и др.

Сварку бронзы применяют при ремонте, исправлении брака литья или механической обработки, а также при наплавке. Бронзовые детали можно сварить с предварительным подогревом до 350—400° С (крупных изделий 500—600° С) и без него. Прочность



бронзы при высоких температурах снижается, поэтому деталь перед сваркой следует тщательно закреплять, чтобы не повредить ее в результате толчков и ударов.

После сварки литые бронзовые детали подвергают отжигу нагревом до 600—700° С с выдержкой при этой температуре 3—5 ч. Нагрев отливок с температуры 200°С производится со скоростью не более 100 град/ч. Для ответственных отливок из высокооловянистых бронз, подвергающихся знакопеременным нагрузкам и ударам, применяют отжиг при 750° С и последующую закалку при 600—650° С. Прокатанную бронзу проковывают в холодном состоянии для повышения плотности и прочности металла шва.

При быстром нагревании и последующем также быстром охлаждении оловянистых бронз на поверхности детали выделяются включения хрупкого сплава, богатого оловом, что резко снижает прочность детали и может явиться причиной ее разрушения.

Дуговая сварка бронз производится металлическим или угольным электродом в нижнем положении.

При сварке угольным электродом применяют постоянный ток прямой полярности; величина тока 25—35 а на 1 мм диаметра электрода, который берут равным от 5 до 12 мм (обычно 6—8 мм), напряжение дуги 40—45 в, длина дуги 20—26 мм. При сварке алюминиевых бронз следует применять флюсы, активные в отношении окиси алюминия (А120з), например флюс ВАМИ (табл. 29). Флюсом покрывают присадочный пруток, как обмазкой. Для удаления окислов из ванны электродом и прутком делают поперечные зигзагообразные движения. Рекомендуется применять предварительный подогрев до 300—350° С для повышения качества сварки.

Для сварки оловянистой бронзы берут прутки состава: 8% цинка, 3% олова, 6% свинца, 0,2% фосфора, 0,3% никеля, 0,3% железа, остальное — медь. Для других бронз используют пруток того же состава, что и основной металл. Временное сопротивление наплавленного металла при сварке угольным электродом составляет: оловянистых и кремнистых бронз — 35—40 кгс/см2, алюминиевых бронз — 40—45 кгс/см2.

Сварка бронз металлическим электродом находит широкое применение. Лучшие результаты дает сварка на постоянном токе обратной полярности; величина тока 30—40 а На 1 мм диаметра электрода. При использовании переменного тока для повышения устойчивости горения дуги повышают величину тока до 75—80 а на 1 мм диаметра электрода или применяют осциллятор.

Электродная проволока берется того же состава, что и основной металл. Для большинства марок литейных бронз, если это допускается требованиями в отношении прочности и коррозионной стойкости, применяют электроды из бронзы марки Бр.КМцЗ-1 (3% кремния, 1% марганца, остальное — медь). Сварку алюминиевых бронз выполняют электродами из бронз, содержащих 10% алюминия и 3—5% железа. При сварке алюминиевых бронз сложного состава хорошие результаты дают электроды с дополнительным легированием никелем или марганцем. Марганец уменьшает возможность появления трещин при сварке.

При сварке бронз применяют покрытия различных составов (см. табл. 28).

Хорошие результаты дают электроды с дополнительным легированием никелем или марганцем. Марганец уменьшает возможность появления трещин при сварке.

При сварке бронз применяют покрытия различных составов (см. табл. 28).

Состав покрытий,%

|  |  |
| --- | --- |
| Состав покрытия | Марки бронзы |
| Бр. ОФ10-1Бр. АМц 9-2Бр. АЦМц 9-5-2Бр. КМц 3-1 | Бр. ОЦС 5-5-5Бр. ОЦС 6-6-3 | Бр. АЖМц10-3-1,5 |
| Алюминий (порошок)ГрафитФерромарганецКриолитПлавиковый шпатФерросилицийФерротитанМраморПолевой шпат | 2655151453-- | -55-387-45- | --62,5--10-12,515 |

Для сварки прокатанных никелевых бронз используют покрытие состава: ферромарганец — 28%, ферросилиций — 41%, полевой шпат — 28%, магнезия —3%. Обычно никелевая бронза толщиной до 6 мм сваривается электродами диаметром 3,4 и 5 мм, током 25—35 а/мм диаметра электрода.

Сварку бронзы Бр.Мц5 производят медными электродами с покрытием «Комсомолец-100» при предварительном подогреве до 400—500° С.

Сварку бронз ведут без перерывов в один слой. Электрод держат почти перпендикулярно к поверхности металла. Для лучшего удаления газов электродом делают зигзагообразные движения. Для получения максимальной высоты наплавки ее ведут с предварительной заформовкой места наплавки при наклоне до 15 град к горизонтали. Режим уточняют путем сварки образцов. При сварке без подогрева применяют больший ток.

При правильном выполнении сварки бронз плавящимися металлическими электродами механические свойства металла шва получаются, примерно, равными (или несколько ниже) свойствам основного металла.

Для прокатанных бронз малой толщины наилучшие результаты дает сварка в аргоне неплавящимся вольфрамовым электродом.

Газовую сварку бронзы применяют при ремонте литых деталей и наплавке поверхностей трения. В случае необходимости сварку ведут с подогревом до 450° С для предупреждения появления трещин. Сварочное пламя должно быть восстановительным, так как при окислительном пламени усиливается выгорание олова, кремния, алюминия. Пламя во избежание перегрева несколько удаляют от ванны (как при сварке латуни). В качестве присадочного прутка используют проволоку или стержни, близкие по составу к основному металлу. Учитывая выгорание олова при сварке, его содержание в прутке желательно иметь на 1—2% больше, чем в основном металле; в качестве раскислителя в проволоку вводится до 0,4% кремния. Разделка кромок должна быть V-образная с углом раскрытия шва 60—90 град. При сквозных дефектах снизу ставят подкладку из асбеста или графита для предупреждения вытекания металла шва. Мощность пламени 100—150 дмл/ч ацетилена на 1 мм толщины свариваемого металла. Применяют флюсы того же состава, что и для сварки меди и латуни. Сварку алюминиевых бронз ведут с флюсами, используемыми для газовой сварки алюминиевых сплавов. При газовой сварке алюминиевых бронз не всегда обеспечивается хорошее устойчивое качество сварного соединения вследствие влияния тугоплавкого окисла алюминия — Аl203, для удаления которого требуется соответствующий флюс. Более устойчивые и качественные соединения получают при сварке угольным электродом и аргоно-дуговым способом.

Термическая обработка бронз после газовой сварки выполняется на режимах, применяемых для термообработки бронз тех же марок после дуговой сварки.

При газовой сварке бронз прочность сварного соединения получают равной 80-100% прочности основного металла.

*Сварка латуни.* Латунь представляет сплав меди с цинком, имеющий температуру плавления 1060—1100° С. При дуговой сварке происходит интенсивное испарение цинка из латуни, а также поглощение расплавленным металлом водорода, который не успевает выделиться при застывании жидкого металла, в результате чего образуются газовые пузырьки и поры.

Водород попадает в жидкий металл из покрытия или флюса.

При дуговой сварке латуни металлическим электродом применяют постоянный ток прямой полярности. Сварка ведется в нижнем положении короткой дугой. Ток для электрода диаметром 5 мм берется 250—275 а. Сварку выполняют со скоростью не менее 0,3—0,4 м/мин. После сварки шов проковывают, а затем отжигают при 600—650° С. Если в латуни содержится меди менее 60%, то ее проковывают при температуре 650° С, если более 60%, то в холодном состоянии. Латунь следует сваривать в один слой, так как многослойная сварка приводит к трещинам.

В качестве электрода используется проволока из латуни состава: 38,5—42,5%) Цинка, 4—5% марганца, 0,5% алюминия, 0,5— 1,5% железа, 1% прочих примесей, остальное — медь. Покрытие состоит из 30% марганцевой руды, 30% титанового концентрата, 15% ферромарганца, 20% мела, 5% сернокислого калия, 35% жидкого стекла — к весу сухих частей обмазки. Покрытие наносится слоем 0,2—0,3 мм. После затвердевания покрытия на него наносят слой флюса толщиной 0,9—1,1 мм. В качестве флюса применяют борный шлак, замешанный на жидком стекле.

При сварке латуни угольным электродом используют такие же флюсы и режимы, как и при сварке меди.

Хорошие результаты дает сварка латуни угольной дугой проволокой ЛЦМ-40-4,5, содержащей 40% цинка и 4,5% марганца. В качестве флюса применяют борный шлак или прокаленную буру.

Латуни трудно поддаются дуговой сварке, поэтому их обычно сваривают газовой сваркой. Для уменьшения испарения цинка сварку латуни ведут окислительным пламенем с избытком кислорода 30—40%, т. е. на 1 м3 ацетилена в горелку подается 1,3— 1,4 м3 кислорода. В этом случае на поверхности сварочной ванны образуется жидкая пленка окиси цинка, которая уменьшает его испарение. Избыток кислорода окисляет основную часть водорода пламени, вследствие чего поглощение водорода жидким металлом уменьшается.

Для удаления окислов меди и цинка используют флюсы того же состава, что и при сварке меди.

В качестве флюса чаще всего применяют прокаленную буру, которую разводят водой и в виде пасты наносят кистью на кромки металла. От испарения цинка хорошо защищает также флюс из 20% прокаленной буры и 80% борной кислоты.

Кромки латуни перед сваркой зачищают до блеска шкуркой, напильником или металлической щеткой. Если на поверхности имеется слой окислов, то латунь травят в 10%-ном растворе азотной кислоты, а затем тщательно промывают горячей водой. Кромки скашивают под таким же углом, как при сварке стали. Поэтому и мощность пламени должна быть такой же, как при сварке стали— 100—120 дм3/ч ацетилена на 1 мм толщины листа.

С целью уменьшения испарения цинка и поглощения металлом водорода конец ядра пламени должен находиться от свариваемого металла на расстоянии в 2—3 раза больше, чем при сварке стали. Пламя при этом следует направлять на сварочную проволоку, которую держат под углом 90° к оси мундштука. Конец проволоки время от времени погружают во флюс, который подсыпают также в сварочную ванну и на края шва. Сварка выполняется быстро.

Для повышения плотности и прочности шов после сварки иногда проковывают, заглаживая усиление заподлицо с основным металлом. Проковку ведут в холодном или нагретом состоянии, в зависимости от содержания меди в латуни.

Для придания металлу шва мелкозернистой структуры и уничтожения влияния наклепа шов после проковки отжигают при 600—650° С, а затем медленно охлаждают. Отжиг при температуре свыше 650° С не допускается, так как при такой температуре возможно частичное испарение цинка. Применяют также отжиг при температуре 260—280° С, который не меняет структуры металла, но уничтожает остаточные внутренние напряжения в латуни, что предохраняет ее от последующего растрескивания.

Выделяющиеся при сварке латуни белые пары окиси цинка вредны для организма человека. Поэтому при сварке латуни обычной проволокой следует пользоваться защитной маской (респиратором), а также устанавливать около сварочного поста местные вентиляционные отсосы. Допускаемая концентрация цинка не должна превышать 0,005 мг/дм3.

При газовой наплавке латуни на стальные детали с целью повышения их стойкости хорошие результаты дает применение пропан-бутан-кислородного пламени. Наплавку производят с предварительным подогревом детали до 700—800° С, латунью ЛЖМц59-1-1 с применением флюса из 50% буры и 50% борной кислоты. При этом выгорание цинка не превышает 2%. Предел прочности наплавленного металла равен 36 кгс/мм2, угол загиба 180°, ударная вязкость 7 кгс-м/см2. Уменьшается пористость наплавки и повышается производительность по сравнению с наплавкой ацетилено-кислородным пламенем.