

Предисловие

Развитие человечества на последнем этапе (с окончанием последнего ледникового периода) насчитывает почти 12000- летнюю историю.

Если углубиться в историю, то можно заметить, что с древних времен успехи человеческого общества в целом и отдельных племен и народов в отдельности в большой степени зависели от возможностей существовавших в это время технологических процессов. Важное место из множества технологий занимают способы соединения. Человек стал разумным существом (*Homo sapiens*) лишь тогда, когда стал создавать орудия труда и оружие.

Пользоваться палками и камнями могут и обезьяны, но догадаться привязать камень к палке может только существо, обладающее сознанием. Поэтому первым технологическим процессом была разновидность соединения – связывание.

Первобытный человек имел достаточно камней и много времени для совершенствования методов изготовления каменных орудий. Американские индейцы, например, использовали вулканическое стекло (обсидиан), которое легко раскалывается на пластины и обрабатывается. У первобытных людей камень постепенно стал уступать место меди – сначала самородной, которой в природе было не мало, а потом и выплавленной из медной руды.

По сравнению с раскалыванием, обтесыванием, шлифовкой, сверлением, привязыванием камней, литье и ковка меди оказались более сложными технологическими процессами. Возросло количество и значимость факторов или параметров процесса, которые нужно было контролировать, чтобы добиться хороших результатов при изготовлении изделий высокого качества. Одним из таких параметров было - поддержание необходимой для технологии температуры на костре.

Еще более сложным стал технологический процесс получения искусственного сплава, например, бронзы ($\text{Cu} + \text{Sn}$), требующий контроля

количественного соотношения (1:0,83) компонентов меди и олова. Но так как она обладает высокими потребительскими свойствами по сравнению с исходными материалами, то трудности получения ее не останавливала людей. И все же, лучшими материалами для изготовления изделий были железо и его сплавы.

Все больше материалов входило в сферу жизнедеятельности населения, совершенствовалась и технология их обработки. Но историкам еще долго не удавалось установить зависимость между созданием новых технологий и изменением быта людей.

Свой вклад в изучение этих закономерностей внес в начале 19 века датский исследователь К. Томсен.

Исторические факты

В представлении античного общества наиболее прославленными достопримечательностями являются, так называемые - «Семь чудес света»:

1. Древние египетские пирамиды.
2. Храм Артемиды в Эфесе около 550 до н.э. (в греч. Мифологии дочь Зевса – богиня охоты, покровительница рожениц. Изображалась с луком и стрелами. Ей соответствовала римская Диана).
3. Мавзолей в Галикарнасе середина 4 в. до н.э. (гробница правителя Кари Мавсола в г. Галикарнасе – монументальное погребальное сооружение. Отсюда и произошло название - Мавзолей).
4. Террасные (висячие) сады Семирамиды в Вавилоне 7 в. до н.э.
5. Статуя Зевса в Олимпии 430 лет до н.э.
6. Статуя Гелиоса в Родосе 292 – 280 лет до н.э. (Колосс Родосский)
7. Александрийский маяк - 280 лет до н.э.

Как показывают археологические исследования и исторические хроники – «Колосс Родосский» был снаружи покрыт тонкими медными листами, которые были соединены между собой с использованием холодной сварки. То есть технология сварки была применена и при создании шедевров античного периода.

Латунь (от нем. Latun) – сплав меди с цинком (до 50%), часто с добавками Al, Fe, Mn, Ni, Pb и др. элементов в сумме до 10%. Хорошо обрабатывается давлением, обладает хорошей пластичностью, достаточной прочностью, коррозионностойкая.

Мельхиор (исходит от имен изобр. Француз. Майо (Maillot) и Шарье (Charier)) – сплав меди с никелем (5 - 30%) иногда с добавлением железа (до 0,8%) и марганца до 1%. Обладает хорошей коррозионностойкостью, обрабатывается в горячем и холодном состоянии.

Нейзильбер (с нем. новое серебро) – сплав меди с никелем (5 - 35%) и цинка (13 – 43%)

Сварка – процесс получения неразъемного соединения посредством установления межатомных (металлических) связей между соединяемыми частями при их нагреве и расплавлении или пластическом деформировании, или того и другого вместе.

Пайка – процесс образования соединения с межатомными связями путем нагрева соединяемых материалов ниже температуры их плавления, смачивания их припоем, затекания припоя в зазор и последующей его кристаллизацией.

Сын датского купца и судовладельца Кристиан Томсен (в нач. 19 века), занимаясь бухгалтерским делом, он, одновременно, начал изучение археологических сокровищ национального музея в Копенгагене, в котором хранится богатейший материал собранных со всего света различных, том числе, и уникальных находок. Он установил следующее соответствие - чем примитивнее обработка изделия, тем «старше» оно по возрасту, то есть более древнее по времени его изготовления.

Он предложил разделить историю материальной культуры на три периода:

1. каменный – энеолит до 4 век до н.э.;
2. бронзовый – 4 век до н.э. – 1 век до н.э.;
3. железный век с 1 века до н.э. до настоящего времени.

Только в 60 годах 19 века идея К. Томсена, которому к тому времени было уже за 70 лет, получила международное признание. Классификация эта связана с тем, что в качестве критерия была принята технология обработки материалов.

В тоже время, если за основу принять технологию изготовления составного изделия, то по распространенным в то время способам соединения историю материальной культуры можно разделить на век связывания, век античной сварки, век клепки и современный период сварки. Однако эта классификация не совсем точна, т.к. кроме неразъемных соединений были и разъемные, такие как привязывание, а также шарнирные, клиновые, резьбовые и др. соединения.

Сварка металлов плавлением.

Содержание:

1. Сварка. Понятие, сущность процесса.....	3
2. Сварка плавлением.....	4
3. Классификация электрической дуговой сварки....	6
4. Ручная дуговая сварка и оборудование для неё....	8
5. Технология ручной дуговой сварки.....	10
6. Технология газовой сварки.....	14
7. Приложение.....	17
8. Литература.....	18

Сварка. Понятие, сущность процесса.

Сварка - это один из ведущих технологических процессов обработки металлов. Большие преимущества сварки обеспечили её широкое применение в народном хозяйстве. С помощью сварки осуществляется производство судов, турбин, котлов, самолётов, мостов, реакторов и других необходимых конструкций.

Сваркой называется технологический процесс получения неразъёмных соединений посредством установления межатомных связей между свариваемыми частями при их местном или общем нагреве, или пластическом деформировании, или совместным действием того и другого.

Сварное соединение металлов характеризует *непрерывность структур*. Для получения сварного соединения нужно осуществить межмолекулярное сцепление между свариваемыми деталями, которое приводит к установлению атомарной связи в пограничном слое.

Если зачищенные поверхности двух соединяемых металлических деталей при сжатии под большим давлением сблизить так, чтобы могло возникнуть общее электронное облако, взаимодействующее с ионизированными атомами обоих металлических поверхностей, то получаем прочное сварное соединение. На этом принципе основана холодная сварка пластичных металлов.

При повышении температуры в месте соединения деталей амплитуды колебания атомов относительно постоянных точек их равновесного состояния увеличиваются, и тем самым создаются условия более легкого получения связи между соединяемыми деталями. Чем выше температура нагрева, тем меньшее давление требуется для осуществления сварки, а при нагреве до температур плавления необходимое давление становится равным нулю.

Кусок твёрдого металла можно рассматривать как гигантскую молекулу, состоящую из атомов, размещённых в строго определённом, зачастую очень сложном порядке и прочно связанных в одно целое силами межатомного взаимодействия.

Принципиальная сущность процесса сварки очень проста. Поверхностные атомы куска металла имеют свободные, ненасыщенные связи, которые захватывают всякий атом или молекулу, приблизившуюся на расстояние действия межатомных сил. Сблизив поверхности двух кусков металла на расстояние действия межатомных сил или, говоря проще, до соприкосновения поверхностных атомов, получим по поверхности соприкосновения сращивание обоих кусков в одно монолитное целое с прочностью соединения цельного металла, поскольку внутри металла и по поверхности соединения действуют те же межатомные силы. Процесс соединения после соприкосновения протекает самопроизвольно (спонтанно), без затрат энергии и весьма быстро, практически мгновенно.

Объединение отдельных объёмов конденсированной твёрдой или жидкой фазы в один общий объём сопровождается уменьшением свободной поверхности и запаса энергии в системе, а потому термодинамически процесс объединения должен идти самопроизвольно, без подведения энергии извне. Свободный атом имеет избыток энергии по сравнению с атомом конденсированной системы, и присоединение свободного атома сопровождается освобождением энергии. Такое самопроизвольное объединение наблюдается на объёмах однородной жидкости.

Гораздо труднее происходит объединение объёмов твёрдого вещества: приходится затрачивать значительные количества энергии и применять сложные технические приёмы для сближения соединяемых атомов. При комнатной температуре обычные металлы не соединяются не только при простом соприкосновении, но и при сжатии значительными усилиями. Две стальные пластинки, тщательно отшлифованные и пригнанные, подвергнутые длительному сдавливанию усилием в несколько тысяч килограммов, по снятии давления легко разъединяются, не обнаруживая никаких признаков соединения. Если соединения возникают в отдельных точках, они разрушаются действием упругих сил при снятии давления. Соединению твёрдых металлов мешает, прежде всего, их твёрдость, при их сближении действительное соприкосновение происходит лишь в немногих физических точках, и расширение площади действительного соприкосновения достаточно затруднительно.

Металлы с малой твёрдостью, например, свинец, достаточно прочно соединяются уже при незначительном сдавливании. У более важных для техники металлов твёрдость настолько велика, что поверхность действительного соприкосновения очень мала по сравнению с общей кажущейся поверхностью соприкосновения, даже на тщательно обработанных и пригнанных поверхностях.

На процесс соединения сильно влияют загрязнения поверхности металла - окислы, жировые плёнки и пр., а также слои адсорбированных молекул газов, образующиеся на свежезачищенной поверхности металла под действием атмосферы почти мгновенно. Поэтому чистую поверхность металла, лишенную слоя адсорбированных газов, можно сколько-нибудь длительно сохранить лишь в высоком вакууме. Такие естественные условия имеются в космическом пространстве, где металлы получают способность довольно прочно свариваться или "схватываться" при случайных соприкосновениях. В обычных же, земных условиях приходится сталкиваться с отрицательным действием, как твёрдости металлов, так и слоя адсорбированных газов на поверхности. Для борьбы с этими затруднениями техника использует два основных средства: *нагрев* и *давление*. Поскольку данная работа посвящена сварке металлов посредством плавления, сварка давлением ниже подробно освещаться не будет.

ИНСТРУМЕНТ СВАРЩИКА

Рабочее место сварщика — это сварочный пост, который оснащен необходимым инструментом и оборудованием для выполнения работ

Сварочный пост комплектуется как источником питания, так и электрододержателем, сварочными проводами, зажимами для токопроводящего провода, сварочным щитком с защитными светофильтрами, различными зачистными и мерительными инструментами.

Сварщики обеспечиваются средствами личной защиты, спецодеждой.

Электрододержатель — приспособление для закрепления электрода и подвода к нему тока. Среди всего многообразия применяемых электрододержателей наиболее безопасными являются пружинные, изготавливаемые по требованиям и классификации ГОСТ 14651-78Е: I типа — для тока до 125 А; II типа — для тока 125 — 315 А; III типа — для тока 315-500 А. Эти электрододержатели выдерживают без ремонта 8-10 тысяч зажимов. Время замены электрода не превышает 3-4 с. По конструкции различаются винтовые, пластинчатые, вилочные и пружинные электрододержатели.

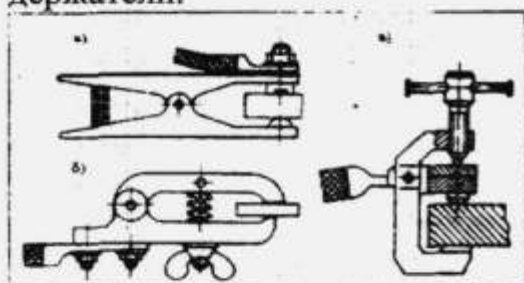


рис. 1. Токопроводящие зажимы:
а - быстродействующий с пружинным зажимом; б - с винтовым зажимом; в - с винтовой струбиной.



2. Инструмент для зачистки сварного шва и свариваемых кромок:
а - металлическая щетка;
б - молоток -шлакоотделитель.

Щитки сварочные изготавливаются двух типов: ручные и головные из легких негорючих материалов по ГОСТ 12. 4. 035-78. Масса щитка не должна превышать 0,50 кг. Защитные светофильтры (затемненные стекла), предназначенные для защиты глаз от излучения дуги, брызг металла и шлака, изготавливаются 13 классов или номеров по ГОСТ 12. 4. 080-79. Номер светофильтра подбирается в первую очередь в зависимости от индивидуальных особенностей зрения сварщика. Однако следует учитывать некоторые объективные факторы: величину сварочного тока, состав свариваемого металла, вид дуговой сварки, защиту сварочной ванны от воздействия газов воздуха. Размер светофильтра 52x102 мм. При сварке покрытыми электродами следует ориентироваться светофильтров различных номеров в зависимости от величины сварочного тока: 100А-№С5; 200А-М-С6; 300А-№С7; 400А-№С8; 500А-№С9 и т. д. При сварке плавя-

щимся электродом тяжелых металлов в инертном газе следует пользоваться светофильтром на номер меньше, а легких металлов — на номер больше по сравнению со светофильтром при сварке покрытыми электродами.

При сварке в среде CO_2 применяют следующие светофильтры: до 100 А - №С1; 100-150 А - №С2; 150-250 А - №С3; 250-300 А - №С4; 300-400 А — №С5 и т. д. Светофильтры вставляются в рамку щитка, а снаружи светофильтр защищают обычным стеклом от брызг металла и шлака. Прозрачное стекло периодически заменяют.

Кабели и сварочные провода необходимы для подвода тока от источника питания к электрододержателю и изделию. Кабели изготавливают многожильными (гибкими) по установленным нормативам для электротехнических установок согласно ПУЭ (Правила устройства и эксплуатации электроустановок) из расчета плотности тока до 5 А/мм^2 при токах до 300 А. Электрододержатели присоединяются к гибкому (многожильному) медному кабелю марки ПРГД или ПРГДО (ГОСТ 6731-77Е). Кабель сплетен из большого числа отожженных медных проволочек диаметром 0,18 — 0,20 мм. Применять провод длиной более 30 м не рекомендуется, так как это вызывает значительное падение напряжения в сварочной цепи. Рекомендуемые сечения сварочных проводов для подвода тока от сварочной машины или источника питания к электрододержателю и свариваемому изделию приведены в (табл. 2.1.).

Токоподводящий провод соединяется с изделием через специальные зажимы. В сварочном поворотном приспособлении должны быть предусмотрены специальные клеммы. Закрепление провода должно быть надежным. Самодельные удлинители токоподводящего провода в виде кусков или обрезков металла не допускаются.

При выполнении сварочных работ сварщик пользуется традиционным инструментом: металлической щеткой (каретка) для зачистки кромок перед сваркой и удаления остатков шлака после сварки; молотком-шлакоотделителем для удаления шлаковой корки; зубилом, шаблонами для проверки размеров швов, личным клеймом, рулеткой металлической, угольником, чертилкой и т. д. (рис. 2.).

Классификация электрической дуговой сварки.

Все существующие способы сварки, как уже упоминалось выше, можно разделить на две основные группы: сварку давлением (контактная, газопрессовая, трением, холодная, ультразвуком) и *сварку плавлением* (газовая, термитная, электродуговая, электрошлаковая, электронно-лучевая, лазерная).

Самое широкое распространение получили различные способы *электрической сварки* плавлением, а ведущее место занимает дуговая сварка, при которой источником теплоты служит электрическая дуга.

Электрическую сварку плавлением в зависимости от характера источников нагрева и расплавления свариваемых кромок можно разделить на следующие основные виды сварки, схема 1 (см. приложение):

1. *электрическая дуговая*, где источником тепла является электрическая дуга;
2. *электрошлаковая*, где основным источником теплоты является расплавленный шлак, через который протекает электрический ток;
3. *электронно-лучевая*, при которой нагрев и расплавление кромок соединяемых деталей производят направленным потоком электронов, излучаемых раскалённым катодом;
4. *лазерная*, при которой нагрев и расплавление кромок соединяемых деталей производят направленным сфокусированным мощным световым лучом микрочастиц-фотонов.

При электрической дуговой сварке основная часть теплоты, необходимая для нагрева и плавления металла, получается за счет дугового разряда, возникающего между свариваемым металлом и электродом. Под действием теплоты дуги кромки свариваемых деталей и торец плавящегося электрода расплавляются, образуя сварочную ванну, которая некоторое время находится в расплавленном состоянии. При затвердевании металла образуется сварное соединение. Энергия, необходимая для образования и поддержания дугового разряда, получается от источников питания дуги постоянного или переменного тока. Классификация дуговой сварки производится в зависимости от степени механизации процесса сварки, рода тока и полярности, типа дуги, свойств электрода, вида защиты зоны сварки от атмосферного воздуха и др.

По *степени механизации* различают сварку *вручную, полуавтоматическую и автоматическую* сварку. Отнесение процессов к тому или иному способу зависит от того, как выполняются зажигание и поддержание определенной длины дуги, манипуляция электродом для придания шву нужной формы, перемещение электрода по линии наложения шва и прекращения процесса сварки.

При *ручной* сварке указанные операции, необходимые для образования шва, выполняются рабочим-сварщиком вручную без применения механизмов.

При *полуавтоматической* сварке плавящимся электродом механизуются операции по подаче электродной проволоки в сварочную зону, а остальные операции процесса сварки осуществляются вручную.

При *автоматической* сварке под флюсом механизуются операции по возбуждению дуги, поддержанию определённой длины дуги, перемещению дуги по линии наложения шва. Автоматическая сварка плавящимся электродом ведётся сварочной проволокой диаметром 1-6 мм; при этом режим сварки (ток, напряжение, скорость перемещения дуги и др.) более

протекающих более медленно во времени и постепенно распространяющихся по объёму металла.

Простейшие виды сварки плавлением известны с глубокой древности, например литейная сварка. Современная схема сварки плавлением показана на рис. 2



Рис. 2. Схема сварки плавлением.

К соединяемым деталям в месте сварки подводят сварочное пламя; производят местное расплавление деталей до образования общей сварочной ванны жидкого металла. После удаления сварочного пламени металл ванны быстро охлаждается и затвердевает, в результате детали оказываются соединёнными в одно целое. Перемещая пламя по линии сварки, можно получить сварной шов любой длины. Сварочное пламя должно иметь достаточную тепловую мощность и температуру; сварочную ванну нужно образовывать на сравнительно холодном металле: теплопроводность металлов высока и быстро образовать ванну может только очень горячее пламя. Опыт показывает, что для сварки стали толщиной несколько миллиметров температура сварочного пламени должна быть не ниже 2700-3000°C. Пламя с меньшей температурой или совсем не образует ванны или образует её слишком медленно, что даёт низкую производительность сварки и делает её экономически не выгодной. Источники тепла, развивающие столь высокие температуры, появились относительно недавно.

Сварочное пламя расплавляет как металл, так и загрязнения на его поверхности, образующиеся шлаки всплывают на поверхность ванны. Горячее пламя сильно нагревает металл на поверхности, значительно выше точки плавления; в результате меняется химический состав металла и его структура после затвердевания; изменяются и механические свойства. Затвердевший металл ванны, так называемый металл сварного шва обычно по своим свойствам отличается от основного металла, незатронутого сваркой. Сварка плавлением отличается значительной универсальностью; современными сварочными источниками легко могут быть расплавлены почти все металлы, возможно соединение разнородных металлов.

Характерный признак сварки плавлением; выполнение её за один этап-нагрев сварочным пламенем, в отличие от сварки давлением.

Сварка плавлением.

Сварка плавлением осуществляется нагревом свариваемых кромок до температуры плавления без сдавливания свариваемых деталей.

При нагреве с повышением температуры снижается твёрдость металла и возрастает его пластичность. Металл, твёрдый и малопластичный при комнатной температуре, при достаточном нагреве может стать очень мягким и пластичным. Дальнейшим повышением температуры можно довести металл до расплавления; в этом случае отпадают все затруднения, связанные с твёрдостью металла; объёмы жидкого металла самопроизвольно сливаются в общую сварочную ванну.

Во многих случаях на процесс сварки существенно влияют загрязнения поверхности металла: преимущественно окислы и жировые плёнки. Эти загрязнения, попадая в сварное соединение, могут снижать качество сварки. Они, в отличие от адсорбированных газов, могут быть удалены с поверхности металла механически (щётками, абразивами и т.д.) или химически (растворителями, травителями, и флюсами).

Специфическим для сварки средством очистки служат флюсы, растворяющие окислы при повышенных температурах. Помимо устранения загрязнений с поверхности металла, принимаются меры к уменьшению загрязнения металла в процессе сварки, в первую очередь окислами. Для этой цели используются флюсы, шлаки, защитные газы, вдуваемые в зону сварки.

Противоречие между теоретической возможностью сварки металлов без затрат энергии и практической необходимостью затрат и довольно значительных может быть объяснено энергетической моделью процесса сварки, схематически изображённой на рис 1.

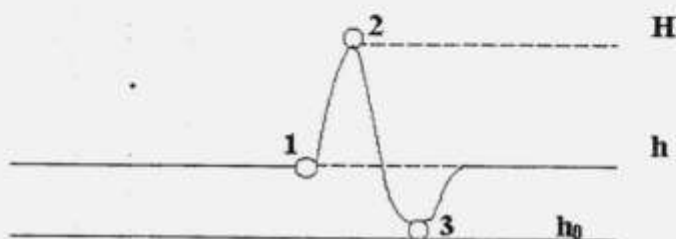


Рис. 1. Энергетическая модель процесса сварки

Атом на свободной поверхности металла в положении 1 имеет энергию h , атом в объёме металла в положении 3 - меньшую энергию h_0 ; соединение объёмов металла с уничтожением свободной поверхности сопровождается освобождением энергии на атом: $\Delta h = h - h_0$. Но для перемещения из положения 1 в положение 3 атом должен преодолеть энергетический порог и пройти положение 2 с энергией H . Для преодоления энергетического порога атому нужно подвести энергию $\Delta H = H - h$, без чего невозможно преодоление порога и соединение объёмов металла. Энергия ΔH расходуется на упругую и пластическую деформации металла, необходимую для сближения поверхностей металла, на его нагрев разрушение плёнки адсорбированных газов и т.д. Нагрев снижает энергетический порог, препятствующий соединению твёрдых металлов; расплавление сводит высоту порога почти к нулю, делая возможным соединение без затрат энергии. Соединение атомов при сварке металлов происходит обычно в очень тонком слое, толщиной в несколько атомных диаметров, и зона сварки имеет плёночный характер. Увеличение ширины зоны сварки может быть произведено за счёт таких процессов, как диффузия, растворение, кристаллизация,

стабилен, что обеспечивает однородность качества шва по его длине, в то же время требуется большая точность в подготовке и сборке деталей под сварку.

По *роду тока* различают дуги, питаемые постоянным током прямой (минус на электроде) или обратной (плюс на электроде) полярности или переменным током. В зависимости от способов сварки применяют ту или иную полярность. Сварка под флюсом и в среде защитных газов обычно производится на обратной полярности.

По *типу дуги* различают дугу прямого действия (зависимую дугу) и дугу косвенного действия (независимую дугу). В первом случае дуга горит между электродом и основным металлом, который также является частью сварочной цепи, и для сварки используется теплота, выделяемая в столбе дуги и на электродах; во втором - дуга горит между двумя электродами. Основной металл не является частью сварочной цепи и расплавляется преимущественно за счёт теплоотдачи от газов столба дуги. В этом случае питание дуги осуществляется обычно переменным током, но она имеет незначительное применение из-за малого коэффициента полезного действия дуги (отношение полезно используемой тепловой мощности дуги к полной тепловой мощности).

По *свойствам электрода* различают способы сварки плавящимся электродом и неплавящимся (угольным, графитовым и вольфрамовым). Сварка плавящимся электродом является самым распространённым способом сварки; при этом дуга горит между основным металлом и металлическим стержнем, подаваемым в зону сварки по мере плавления. Этот вид сварки можно производить одним или несколькими электродами. Если два электрода подсоединены к одному полюсу источника питания дуги, то такой метод называют двухэлектродной сваркой, а если больше - многоэлектродной сваркой пучком электродов. Если каждый из электродов получает независимое питание - сварку называют двухдуговой (многодуговой) сваркой. При дуговой сварке плавлением КПД дуги достигает 0,7-0,9.

По *условиям наблюдения за процессом горения дуги* различают открытую, закрытую и полукрытую дугу. При открытой дуге визуальное наблюдение за процессом горения дуги производится через специальные защитные стёкла - светофильтры. Открытая дуга применяется при многих способах сварки: при ручной сварке металлическим и угольным электродом и сварке в защитных газах. *Закрытая дуга* располагается полностью в расплавленном флюсе - шлаке, основном металле и под гранулированным флюсом, и она невидима. *Полукрытая дуга* характерна тем, что одна её часть находится в основном металле и расплавленном флюсе, а другая над ним. Наблюдение за процессом производится через светофильтры. Используется при автоматической сварке алюминия по флюсу.

По *роду защиты зоны сварки от окружающего воздуха* различают следующие способы сварки: без защиты (голым электродом, электродом со стабилизирующим покрытием), со шлаковой защитой (толстопокрытыми электродами, под флюсом), шлакогазовой (толстопокрытыми электродами), газовой защитой (в среде газов) с комбинированной защитой (газовая среда и покрытие или флюс). Стабилизирующие покрытия представляют собой материалы, содержащие элементы, легко ионизирующие сварочную дугу. Наносятся тонким слоем на стержни электродов (тонкопокрытые электроды), предназначенных для ручной дуговой сварки. Защитные покрытия представляют собой механическую смесь различных материалов, предназначенных ограждать расплавленный металл от воздействия воздуха, стабилизировать горение дуги, легировать и рафинировать металл шва.

Наибольшее применение имеют средне - и толстопокрытые электроды, предназначенные для ручной дуговой сварки и наплавки, изготавливаемые в специальных цехах или на заводах.

Применяются также магнитные покрытия, которые наносятся на проволоку в процессе сварки за счёт электромагнитных сил, возникающих между находящейся под током электродной проволокой и ферромагнитным порошком, находящемся в бункере, через который проходит электродная проволока при полуавтоматической или автоматической сварке. Иногда это ещё сопровождается дополнительной подачей защитного газа.

Ручная дуговая сварка и оборудование для неё.

Наибольший объём среди других видов сварки занимает ручная дуговая сварка- сварка плавлением штучными электродами, при которой подача электрода и перемещение дуги вдоль свариваемых кромок производится вручную. Схема процесса показана на рис. 3

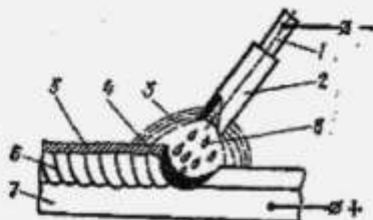


Рис. 3. Ручная дуговая сварка металлическим электродом с покрытием

Дуга горит между стержнем электрода 1 и основным металлом 7. Под действием теплоты дуги электрод и основной металл плавятся, образуя металлическую сварочную ванну 4. Капли жидкого металла 8 с расплавляемого электродного стержня переносятся в ванну через дуговой промежуток. Вместе со стержнем плавится покрытие электрода 2, образуя газовую защиту 3 вокруг дуги и жидкую шлаковую ванну на поверхности расплавленного металла.

Металлическая и шлаковая ванны вместе образуют сварочную ванну. По мере движения дуги металл сварочной ванны затвердевает и образует сварной шов 6. Жидкий шлак по мере остывания образует на поверхности шва твёрдую шлаковую корку 5, которая удаляется после остывания шва. Для обеспечения заданного состава и свойств шва сварку выполняют покрытыми электродами, к которым предъявляют специальные требования (стальные покрытые электроды для ручной дуговой сварки и наплавки изготавливают в соответствии с ГОСТ 9467-75).

Сварочный пост для ручной дуговой сварки оснащается источником питания, токоподводом, необходимыми инструментами, принадлежностями и приспособлениями.

Сварочные посты могут быть стационарными и передвижными. К *стационарным* относят посты, расположенные в цехе, преимущественно в отдельных сварочных кабинах, в которых сваривают изделия небольших размеров. *Передвижные* сварочные посты, как правило, применяют при монтаже крупногабаритных изделий (трубопроводов, металлоконструкций, и т.д.) и ремонтных работах. При этом часто используют переносные источники питания. В зависимости от свариваемых материалов и применяемых электродов для ручной дуговой сварки применяют источники переменного или постоянного тока с крутопадающей характеристикой.

Основным рабочим инструментом сварщика при ручной сварке служит электрододержатель, который предназначен для зажима электрода и провода сварочного тока. Применяют электрододержатели пружинного, пластинчатого и винтового типов (рис. 4)

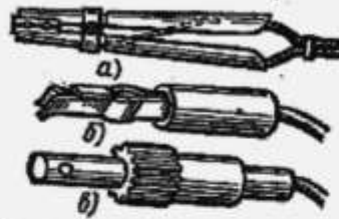


Рис. 4. Электрододержатели для ручной дуговой сварки:
 а — пружинный, б — пластинчатый,
 в — челюстной

Согласно ГОСТ 14651-78 электрододержатели выпускаю трёх типов в зависимости от силы сварочного тока: 1 типа - для тока 125 А; 2- 125-315 А; 3-315-500 А.

Для подвода тока от источника питания к электрододержателю и изделию используют сварочные провода. Сечения проводов выбирают по установленным нормативам для электротехнических установок (5-7 А/мм²).

К вспомогательным инструментам для ручной сварки относятся: стальные проволочные щётки для зачистки кромок перед сваркой и для удаления с поверхности швов остатков шлака, молоток-шлакоотделитель для удаления шлаковой корки, особенно с угловых и корневых швов в глубокой разделке, зубило, набор шаблонов для проверки размеров швов, стальное клеймо для клеймения швов, метр, стальная линейка, отвес, угольник, чертилка, мел, а также ящик для хранения и переноски инструмента.

Технология ручной дуговой сварки.

Выбор режима.

Под режимом сварки понимают совокупность контролируемых параметров, определяющих условия сварки. Параметры режима сварки подразделяют на основные и дополнительные. К основным параметрам режима ручной сварки относят диаметр электрода, величину, род и полярность тока, напряжение на дуге, скорость сварки. К дополнительным относят величину вылета электрода, состав и толщину покрытий электрода, положение электрода и положение изделия при сварке.

Диаметр электрода выбирают в зависимости от толщины металла, катета шва, положения шва в пространстве.

Примерное соотношение между толщиной металла S и диаметром электрода d_3 при сварке в нижнем положении шва составляет:

S , мм.....	1-2	3-5	4-10	12-24	30-60
d_3 , мм.....	2-3	3-4	4-5	5-6	6-8

Сила тока в основном зависит от диаметра электрода, но также от длины его рабочей части, состава покрытия, положения сварки. Чем больше ток, тем больше производительность, т. е. большее количество наплавленного металла: $G = \alpha_n I_{св} t$, где G - количество наплавленного металла, г; α_n - коэффициент наплавки, г/(А·ч); $I_{св}$ - сварочный ток, А; t - время, ч.

Однако при чрезмерном токе для данного диаметра электрода электрод быстро перегревается выше допустимого предела. Что приводит к снижению качества шва и повышенному разбрызгиванию. При недостаточном токе дуга неустойчива, часто обрывается, в шве могут быть непровары. Величину тока можно определить по следующим формулам: при сварке конструкционных сталей для электродов диаметром 3-6 мм $I_d = (20 + 6d_3)d_3$; для электродов диаметром менее 3 мм $I_d = 30d_3$, где d_3 диаметр электрода, мм. Сварку швов в вертикальном и потолочном положениях выполняют, как правило, электродами диаметром не более 4 мм. При этом сила тока должна быть на 10-20 % ниже, чем для сварки в нижнем положении. Напряжение дуги изменяется в сравнительно узких пределах - 16-30 В.

Техника сварки.

Дуга может возбуждаться двумя приемами: касанием впритык и отводом перпендикулярно вверх или "чирканьем" электродом как спичкой. Второй способ удобнее. Но неприемлем в узких и неудобных местах.

В процессе сварки необходимо поддерживать определённую длину дуги, которая зависит от марки и диаметра электрода. Ориентировочно нормальная длина дуги должна быть в пределах $L_d = (0,5-1,1)d_3$, где L_d - длина дуги, мм; d_3 - диаметр электрода, мм.

Длина дуги оказывает существенное влияние на качество сварного шва и его геометрическую форму. Длинная дуга способствует более интенсивному окислению и азотированию расплавленного металла, увеличивает разбрызгивание, а при сварке электродами основного типа приводит к пористости металла.

В процессе сварки электроду сообщается движение в трёх направлениях. *Первое движение* - поступательное, по направлению оси электрода. Этим движением поддерживается постоянная (в известных пределах) длина дуги в зависимости от скорости плавления электрода.

Второе движение - перемещение электрода вдоль оси валика образования шва. Скорость этого движения устанавливается в зависимости от тока, диаметра электрода, скорости его плавления, вида шва и других факторов. При отсутствии поперечных движений электрода получается так называемый ниточный валик, на 2-3 мм больший диаметра электрода, или узкий шов шириной $e \approx 1,5d_e$.

Третье движение - перемещение электрода поперёк шва для получения шва шире, чем ниточный валик, так называемого уширенного валика.



Рис. 5. Траектория движения конца электрода при ручной дуговой сварке.

Поперечные колебательные движения конца электрода (рис. 5)

определяются формой разделки, размерами и положением шва, свойствами свариваемого материала, навыком сварщика. Для широких швов, получаемых с поперечными колебаниями, $e = (1,55)d_e$.

Для повышения работоспособности сварных конструкций, уменьшения внутренних напряжений и деформаций большое значение имеет порядок заполнения швов.

Под порядком заполнения швов понимается как порядок заполнения разделки шва по поперечному сечению, так и последовательность сварки по длине шва.

По протяжённости все швы условно можно разделить на три группы: короткие - до 300 мм, средние - 300-1000, длинные - свыше 1000 мм.

В зависимости от протяжённости шва, материала, требований к точности и качеству сварных соединений сварка таких швов может выполняться различно рис 6:

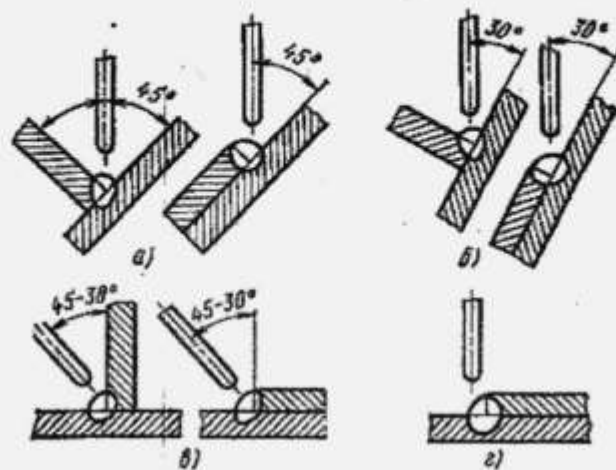


Рис. 7. Положение электрода и изделия при выполнении угловых швов:

а – сварка в симметричную “лодочку”, б – в несимметричную “лодочку”, в – “в угол” наклонным электродом, г – с оплавлением кромок.

При сварке “в угол” проще сборка, допускается большой зазор между свариваемыми деталями (до 3 мм), но сложнее техника сварки, возможны дефекты типа подрезов и наплывов, меньше производительность, так как приходится за один проход сваривать швы небольшого сечения (катет <math>< 8\text{ мм}</math>) и применять многослойную сварку. Сварка “в лодочку” более производительна, допускает большие катеты шва за один проход, но требует более тщательной сборки.

Обеспечение нормативных требований по технологии и технике сварки - основное условие получения качественных сварных швов. Отклонения размеров и формы сварного шва от проектных чаще всего наблюдаются в угловых швах и связаны с нарушением режимов сварки, неправильной подготовкой кромок под сварку, неравномерной скоростью сварки, а также с несвоевременным контрольным обмером шва.

Непроваром называют местное отсутствие сплавления между свариваемыми элементами, между металлом шва и основным металлом или отдельными слоями шва при многослойной сварке. Непровар уменьшает сечение шва и вызывает концентрацию напряжений, поэтому может значительно снизить прочность конструкции. Участки шва, где выявлены непровары, величина которых превосходит допустимую, подлежат удалению и последующей заварке.

Непровар в корне шва в основном вызывается недостаточной силой тока или повышенной скоростью сварки, непровар кромки (несплавление кромки) - смещением электрода с оси стыка, а также блужданием дуги, непровар между слоями - плохой очисткой предыдущих слоёв, большим объёмом наплавленного металла, натеканием расплавленного металла перед дугой.

Подрезам называют местное уменьшение толщины основного металла у границы шва. Подрез приводит к уменьшению сечения металла и резкой концентрации напряжений в тех случаях, когда он расположен перпендикулярно действующим рабочим напряжениям.

Напльвом называют натекание металла шва поверхность основного металла без сплавления с ним.



Рис. 6. Схемы сварки:

a — впроход, *b* — от середины к краям, *c* — обратноступенчатым способом, *a* — блоками, *b* — каскадом, *c* — горкой; *A* — направление заполнения разделки; стрелками указано направление сварки, 1-5 — последовательность сварки в каждом слое.

Короткие швы выполняют на проход - от начала шва до его конца. Швы средней длины варят от середины к концам или обратно ступенчатым методом. Швы большой длины выполняют двумя способами: от середины к краям (обратноступенчатым способом) и вразброс.

При обратноступенчатом методе весь шов разбивается на небольшие участки длиной по 150-200 мм, на каждом участке сварку ведут в направлении, обратном общему направлению сварки. Длина участков обычно равна от 100 до 350 мм. В зависимости от количества проходов (слоёв), необходимых для выполнения проектного сечения шва, различают однопроходный (однослойный) и многопроходный (многослойный) швы (рис.30).

С точки зрения производительности наиболее целесообразными являются однопроходные швы, которые обычно применяются при сварке металла небольших толщин (до 8-10 мм.) с предварительной разделкой кромок.

Сварку соединений ответственных конструкций большой толщины (свыше 20-25 мм.), когда появляются объёмные напряжения и возрастает опасность образования трещин, выполняют с применением специальных приёмов заполнения швов "горкой" или "каскадным" методом.

При сварке "горкой" сначала в разделку кромок наплавляют первый слой небольшой длины 200-300 мм, затем второй слой, перекрывающий первый и имеющий в 2 раза большую длину. Третий слой перекрывает второй и длиннее его на 200-300 мм. Так наплавляют слои до тех пор, пока на небольшом участке над первым слоем разделка не будет заполнена. Затем от этой "горки" сварку ведут в разные стороны короткими швами тем же способом. Таким образом, зона сварки всё время находится в горячем состоянии, что позволяет предупредить появление трещин. "Каскадный" метод является разновидностью горки.

Соединения под сварку собирают в приспособлениях, чаще всего с прихватками. Сечение прихваточного шва составляет примерно 1/3 от сечения основного шва, длина его 30-50 мм. Угловые швы сваривают "в угол" или "в лодочку" (рис.7).

Прожегом называют полость в шве, образовавшуюся в результате вытекания сварочной ванны, является недопустимым дефектом сварного соединения.

Кратером называют незаваренное углубление, образующееся после обрыва дуги в конце шва. В кратере, как правило, образуются усадочные рыхлости, часто переходящие в трещины.

Ожогами называют небольшие участки подвергшегося расплавлению металла на основном металле вне сварного шва.

Подрезы, натёки, наплывы, прожоги, незаваренные кратеры, оставшиеся после сварки шлак и брызги, оплавление кромок (в угловых швах) вызываются преимущественно чрезмерной силой тока и напряжения на дуге, большим диаметром электродов, неправильными манипуляциями электродом, плохой сборкой под сварку низкой квалификацией или небрежностью сварщика.

Технология газовой сварки

Сущность газовой сварки. При газопламенной обработке металлов в качестве источника теплоты используется газовое пламя – пламя горючего газа, сжигаемого для этой цели в кислороде в специальных горелках.

В качестве горючих газов используют ацетилен, водород, природные газы, нефтяной газ, пары бензина, керосина и др. Наиболее высокую температуру по сравнению с пламенем других газов имеет ацетилено-кислородное пламя, поэтому оно нашло наибольшее применение.

Газовая сварка- это сварка плавлением, при которой метал в зоне соединения нагревается до расплавления газовым пламенем (рис.8).

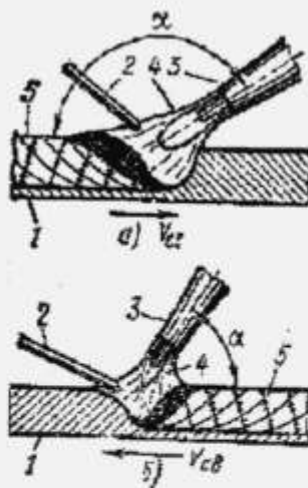


Рис. 8. Схема газовой сварки:
 α – правым, β – левым способом

При нагреве газовым пламенем 4 кромки свариваемых заготовок 1 расплавляются вместе с присадочным металлом 2, который может дополнительно вводиться в пламя горелки 3. После затвердевания жидкого металла образуется сварной шов 5.

К преимуществам газовой сварки относятся: простота способа, несложность оборудования, отсутствие источника электрической энергии.

К недостаткам газовой сварки относятся: меньшая производительность, сложность механизации, большая зона нагрева и более низкие механические свойства сварных соединений, чем при дуговой сварке.

Газовую сварку используют при изготовлении и ремонте изделий из тонколистовой стали толщиной 1-3 мм, сварке чугуна, алюминия, меди, латуни, наплавке твердых сплавов, исправлении дефектов литья и др.

Техника сварки.

В практике применяют два способа сварки - правый и левый (см. рис.8) При правом способе сварку ведут слева на право, сварочное пламя направляют на сваренный участок шва, а присадочную проволоку перемещают вслед за горелкой. Так как при правом способе пламя направлено на сваренный шов, то обеспечивается лучшая защита сварочной ванны от кислорода и азота воздуха, большая глубина плавления, замедленное охлаждение металла шва в процессе кристаллизации. Теплота пламени рассеивается меньше, чем при левом способе, поэтому угол разделки кромок делается не 90° , а $60-70^\circ$, что уменьшает количество наплавленного металла и коробление. При правом способе производительность на 20-25 % выше, а расход газов на 15-20 % меньше, чем при левом. Правый способ целесообразно применять при сварке металла толщиной более 5 мм и металлов с большой теплопроводностью.

При левом способе сварку ведут справа налево, сварочное пламя направляют на ещё не сваренные кромки металла, а присадочную проволоку перемещают впереди пламени. При левом способе сварщик хорошо видит свариваемый металл, поэтому внешний вид шва лучше, чем при правом способе; предварительный подогрев кромок свариваемого металла обеспечивает хорошее перемешивание сварочной ванны. Благодаря этим свойствам левый способ наиболее распространён и применяется для сварки тонколистовых материалов и легкоплавких металлов.

Мощность сварочной горелки при правом способе выбирают из расчёта $120-150 \text{ дм}^3/\text{ч}$ ацетилена, а при левом - $100-130 \text{ дм}^3/\text{ч}$ на 1 мм толщина свариваемого металла.

Диаметр присадочной проволоки выбирают в зависимости от толщины свариваемого металла и способа сварки. При правом способе сварки диаметр присадочной проволоки $d=S/2$ мм., но не более 6 мм, при левом $d=S/2+1$ мм, где S- толщина свариваемого металла, мм

Скорость нагрева регулируют изменением угла наклона мундштука к поверхности свариваемого металла (рис. 9, а).

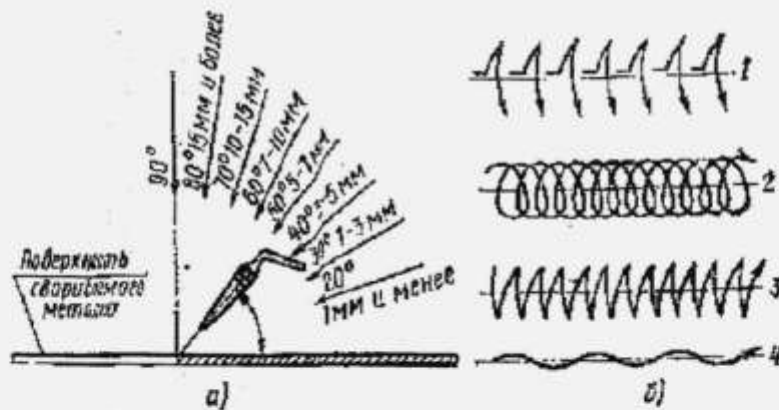


Рис.9 Углы наклона мундштука горелки при сварке

различных толщин а) и способы перемещения мундштука горелки б).
1- с отрывом горелки, 2-спиралеобразный, 3- полумесяцем, 4- волнистый

Чем толще металл и больше его теплопроводность, тем больше угол наклона мундштука к поверхности свариваемого металла.

В процессе сварки газосварщик концом мундштука горелки совершает одновременно два движения: поперечное (перпендикулярно оси шва) и продольное (вдоль оси шва) (рис. 9) Основным является продольное движение. Поперечное движение служит для равномерного прогрева кромок основного металла и получения шва необходимой ширины.

Газовой сваркой можно выполнять нижние, горизонтальные (на вертикальной плоскости), вертикальные и потолочные швы. Горизонтальные и потолочные швы обычно выполняют правым способом сварки, вертикальные снизу вверх - левым способом.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Основные виды электрической сварки плавлением



Углекислый газ

Углекислый газ -CO₂ (двуокись углерода; уголекислота). В зависимости от температуры и давления может находиться в газообразном, жидком или твердом состоянии.

В газообразном состоянии двуокись углерода широко распространенный в природе газ.

Бесцветный газ, имеет слабый кисловатый запах и вкус, хорошо растворяется в воде и, образует угольную кислоту имеющую кислый вкус. При нормальной температуре и давлении его плотность по отношению к плотности воздуха составляет 1,524. Углекислый газ нетоксичен и невзрывоопасен, однако при концентрациях в воздухе более 5% он оказывает влияние на здоровье человека. Поэтому следует опасаться его скапливания в слабопрветриваемых помещениях.

Жидкая двуокись углерода (уголекислота) бесцветная жидкость. При комнатной температуре она существует лишь при давлении более 5,85МПа. При температуре ниже +11°С она тяжелее воды. При испарении 1кг жидкой уголекислоты образуется 509л газа. При давлении 0,53 МПа и температуре T=-56,6°С жидкая уголекислота превращается в твердое вещество, которое носит название сухой лед.

Двуокись углерода достаточно термически устойчива, диссоциирует на окись углерода и кислород только при температуре выше 2000 °С.

Углекислый газ получают в промышленности несколькими способами, из которых наиболее распространены следующие:

- 1) из газов, образующихся при брожении спирта, пива, расщеплении жиров. Отходящий газ в этих случаях представляет собой почти чистый углекислый газ и является дешевым побочным продуктом;
- 2) из отходящих газов химических производств, в первую очередь синтетического аммиака и метанола. Отходящий газ содержит около 90% CO₂
- 3) из дымовых газов промышленных котельных, сжигающих уголь, природный газ и другое топливо. Дымовой газ содержит 12-20% CO₂.

Чистота двуокиси углерода и содержание примесей регламентируется ГОСТ 8050-85. Для сварки рекомендуется использовать уголекислоту высшего и первого сорта. Пищевую уголекислоту допускается использовать для сварки при наличии осушителей газа, техническую уголекислоту для сварки использовать не рекомендуется.

При небольших объемах использования CO₂ или невозможности прокладки трубопроводов к сварочному посту снабжение CO₂ осуществляется от баллонов. Баллоны используются стандартные емкостью 40 л. В баллон заливают 25 кг уголекислоты, которая хранится обычно при давлении 5-6 МПа. При испарении 25кг жидкой уголекислоты образуется 12600 л газообразного CO₂. Баллон окрашен в черный цвет. Для отбора газа из баллона он должен быть оснащен подогревателем газа, редуктором и осушителем газа. При выходе CO₂ из баллона вследствие расширения происходит адиабатическое охлаждение газа. При больших расходах CO₂ (>18л/мин) это может привести к замерзанию паров воды, находящихся в газе и закупорке редуктора. Чтобы определить наличие в CO₂ влаги наплаивается пробный валик. В случае **наличия** пор на поверхности наплавленного валика можно сделать вывод о **наличии** влаги в уголекислом газе.

Для извлечения влаги из CO₂ используются в баллоне осушители газа.

Осушитель представляет собой корпус, заполненный материалом, хорошо впитывающим влагу (рис.5.13). В качестве таких материалов используются силикагель, алюмогель или медный купорос. Могут использоваться осушители высокого давления, которые устанавливаются до редуктора, или низкого давления - устанавливаются после редуктора

Эффективность использования осушителя показана на рис.5.14, где приведена зависимость влажности CO₂ от давления в баллоне.

Влажность повышается по мере отбора газа из баллона. Границей, при которой в сварном шве могут образовываться поры, считается влажность. Если осушителем не пользоваться, то влажность CO₂ превышает допустимую границу при отборе из баллона последних порций газа. При наличии осушителя граница пористости не достигается. Особенно эффективны осушители при применении пищевой и тем более технической углекислотой.

Аргон

Аргон - химический элемент VIII группы Периодической системы Д.И.Менделеева, инертный газ, атомная масса 39,9. При обычных условиях аргон - бесцветный, неядовитый газ, без запаха и вкуса, почти в 1,5 раза тяжелее воздуха. Аргон при температуре - 185,9° С переходит в жидкое состояние. При сварке используется в качестве защитного и плазмообразующего газа. Является основной защитной средой при сварке титана, алюминия, редких и активных металлов. Обеспечивает прекрасную свариваемость, хорошее проплавление и качественный сварной шов. Для сварки черных металлов аргон используется в смеси с другими газами - кислородом, углекислым газом или водородом.

Аргон позволяет получать и сохранять хорошую устойчивую дугу от начала до конца сварки из-за его низкого потенциала ионизации. При сварке тонколистового алюминия аргон обязательно нужно смешивать с гелием, чтобы обеспечить нужную теплопроводность.

Основным промышленным способом получения аргона является метод низкотемпературной ректификации воздуха с получением основных продуктов - кислорода и азота с попутным извлечением Ar.

Ar также получают на специализированных заводах на жидкостных воздуходелительных установках. В последнее время освоено получение аргона как побочного газа при получении аммиака.

Схема снабжения предприятия зависит от объема его потребления. При объеме потребления до 10 тыс. м³/г целесообразно осуществлять доставку газа в баллонах. При объеме потребления более 10 тыс. м³/г аргон целесообразно транспортировать в жидком виде в специальных емкостях автомобильным или железнодорожным транспортом.

Для стационарного хранения аргона в жидком виде используются емкости объемом 66000 л.

Для хранения и транспортировки аргона используются стандартные баллоны емкостью 40 л. Объем газа в баллоне при давлении 15 МПа — 6,2 м³, при давлении 20 МПа — 8,2 м³. Баллон окрашен в серый цвет, надпись зеленая. Аргон в баллоне находится в сжатом виде обычно под давлением 15 МПа.

Согласно ГОСТ 10157-79 Аргон выпускается трех сортов. Высший содержит 99,99% Ar; первый сорт - 99,98% Ar, второй сорт - 99,95%.

Расход аргона зависит от диаметра электрода и обычно составляет 120 до 600 дм³/ч.

При работе с аргоном воздух на рабочем месте должен содержать не менее 19% кислорода в противном случае наступает удушье.

Гелий

Гелий - инертный газ, атомная масса 4, без цвета и запаха, плотность 0,178 г/л. Он значительно легче воздуха. Сжижается труднее других газов при $T = -268,93^{\circ}\text{C}$. На земле гелия мало, в небольших количествах содержится в воздухе (0,00052%) и в земной коре, где он образуется при распаде радиоактивных элементов.

Гелий получают из природных газов, образующихся при распаде горных пород, содержащих уран, методом фракционной конденсации. В малых количествах его можно получить в качестве побочного продукта при разделении воздуха на кислород и азот.

Транспортируется и хранится гелий в газообразном состоянии в стандартных баллонах под давлением $p = 15$ МПа. Цвет баллона коричневый, количество газа в баллоне 6000 л.

Стоимость гелия значительно выше, чем аргона, поэтому его применяют в основном при сварке химически чистых и активных материалов и сплавов, а также сплавов на основе алюминия и магния. Из-за способности обеспечивать повышенное проплавление (благодаря высокому потенциалу ионизации) гелий иногда применяют при необходимости проплавить большую толщину или получить, специальную форму шва.

Гелий используется при лазерной сварке для создания рабочей среды в газовых лазерах, а также подается в дугу в качестве плазмоподавляющего газа.

РЕДУКТОРЫ

Редуктор - это устройство для редуцирования газа, для определения остаточного давления в баллоне и для установки рабочего давления в зону выполнения сварочных работ. Редукторы классифицируются по следующим признакам:

1. по роду редуцируемого газа (кислородные, ацетиленовые, пропановые);
2. по принципам действия - прямого и обратного;
3. по назначению баллонные, рамповые, сетевые, "Б", "Р", "С";
4. по конструкции одноступенчатые и двухступенчатые;
5. по схемам редуцирования - одноступенчатые с механической установкой давления "О", двухступенчатые с механической установкой давления "Д", одноступенчатые с пневматической установкой давления "У".

Редукторы отличаются друг от друга цветом окраски корпуса и присоединительными устройствами для крепления к баллону.

Все редукторы, за исключением ацетиленовых подсоединяются накидными гайками, резьба которых соответствует резьбе штуцера вентиля. Ацетиленовые крепятся к баллонам хомутом с упорным винтом.

Более удобные в работе редукторы обратного действия, т.к. по мере уменьшения давления газа в баллоне рабочее давление в редукторах других систем меняется и требует дополнительной подрегулировки, в отличие от редуктора данной системы. Кроме того он более безопасный в работе, а именно самозапирается при временном прекращении газа из баллона.

Баллонные редукторы для кислорода, водорода и ацетилена выпускаются для работы при температуре -25° до $+50^{\circ}$, для пропана и метана -15° до $+45^{\circ}$, и для рампы $+5^{\circ}$ до $+50^{\circ}$.

Простейший редуктор обратного действия состоит из корпуса, регулировочного винта, пружины, мембраны, клапана, седла, камеры низкого давления, камеры высокого давления, манометров, передаточного штифта, предохранительного клапана, штуцера с накидной гайкой. Двухкамерные редукторы обеспечивают более постоянное давление и они менее склонны к замерзанию. Они более сложны в изготовлении поэтому применяются крайне редко. Масса кислородного редуктора 2,3кг. Наибольшее давление 200Атм. наименьшее 30Атм. Отбор рабочего давления в пределах от 1-15Атм. Ацетиленовый редуктор рассчитан на давление от 30-12Атм. и для установки рабочего давления в пределах 0,1-5Атм.

Пропановый редуктор - максимальное давление 25Атм., наибольшее рабочее 3Атм., наименьшее 0,1Атм. Масса редуктора 2кг.

Воспламенение редуктора может произойти от резкого открывания вентиля баллона. В этом случае его нужно срочно закрыть. Замерзание редуктора ликвидируется электроподогревом, горячей водой или паром. Запрещается производить подогрев открытым огнем. Самотек редуктора это явление при котором на манометре низкого давления просматривается некоторое смещение стрелки даже при выкрученном полностью регулировочном винте. Это может быть вызвано следующими причинами: перекося клапана в камере высокого давления, ослабление пружины, попадание механической частицы между клапаном и седлом, неплотное прилегание клапана к седлу.

Проверка редуктора осуществляется сжатым воздухом или азотом, предварительно очищенным от пыли влаги и масла.

Гарантийный срок эксплуатации баллона 12 месяцев со дня ввода в работу.

1. Внимание ! Проверить вентиль на предмет отсутствия масла и жира. Если они обнаружены, то баллоном пользоваться запрещается. Необходимо об этом сообщить мастеру.

2. Продуть штуцер запорного вентиля.

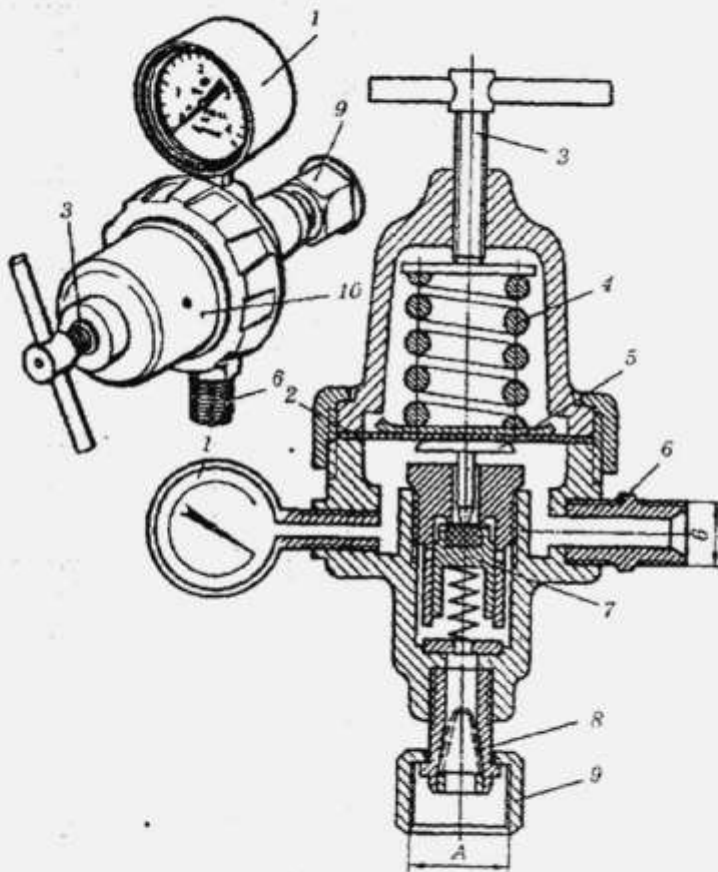
3. Встать так, чтобы выходное отверстие штуцера было направлено от вас.

4. Осторожно (плавно) открыть вентиль на 1-2 секунды.(см.рис.) Вентиль кислородного баллона разрешается открывать и закрывать только от руки. На руках не должно быть следов масла и жира.

5. Присоединить кислородный редуктор.

7. В процессе эксплуатации и во всех других случаях исключить возможность попадания на редуктор жира и масла, так как при попадании на них кислорода они самовоспламеняются.

8. При замерзании редуктора отогреть его обтирочными чистыми салфетками, смоченными горячей водой



1. манометр 2. мембрана 3. регулировочный винт 4. пружина 5. передаточный штифт (толкатель) 6. ниппель для подсоединения шланга или выходной штуцер 7. редуцирующий клапан 8. фильтр 9. накидная гайка 10. корпус

Металлургический процесс

Образование сварочной ванны в процессе сварки является одной из разновидностей металлургического процесса.

Основными признаками любого металлургического процесса является:

- ✓ Наличие расплавленного металла;
- ✓ Высокая температура;
- ✓ Взаимодействие с легирующими компонентами;
- ✓ Взаимодействие с газами;
- ✓ Наличие химических реакций;
- ✓ Образование шлаковых фракций.

Металлургический процесс в сварке, значительно отличается от металлургического процесса получения стали, чугуна и цветных металлов, а именно:

- ✓ Более высокой температурой необходимой для быстрого расплавления кромок соединяемого металла примерно на 300-700⁰С выше точки плавления металла;
- ✓ Концентрацией тепла только в зоне формирования шва, а не по всей поверхности металла;
- ✓ Малым объемом сварочной ванны;
- ✓ Интенсивным перемешиванием металла сварочной ванны с газами пламени, и присадочными металлами (легирующими добавками);
- ✓ Быстрым отводом тепла из зоны сварки в окружающую среду, в поверхность металла, сварочную проволоку, в брызги расплавленного металла;
- ✓ Сварочная ванна очень сильно отличается от основного металла по химическому составу;
- ✓ Металлургический процесс сварки очень кратковременный по сравнению с металлургическим процессом получения металлов.

Высокая температура нагрева и малый объем сварочной ванны ускоряет все химические процессы, происходящие в зоне расплавленного металла со значительным испарением, разбрызгиванием и окислением веществ сварочной ванны, а ряд из них не завершается. Быстро затвердевает металл шва, что способствует скоплению газов в сварочной ванне, так как они не успевают выйти на поверхность сварочной ванны.

При высокой температуре молекулы кислорода, водорода, азота частично распадаются на атомы, а в атомарном состоянии эти элементы становятся очень активными по отношению к расплавленному металлу, чем при обычном металлургическом процессе. При этом образуются различные окислы, а именно FeO, MnO, CO. FeO имеет более низкую температуру плавления, чем сам металл, поэтому он быстрее расплавляется и значительно раньше начинает кристаллизоваться, способствуя образованию пор.

Конструкция и принцип действия универсальных газовых горелок для сварки, резки и подогрева металлов.

Горелка – это устройство, предназначенное для получения пламени необходимой тепловой мощности, размеров и формы. Все существующие конструкции газо-плазменных горелок можно классифицировать следующим образом:

- 1) по способу подачи горючего газа в смесительную камеру — инжекторные и безынжекторные;
- 2) по мощности пламени — микро мощности (10—60 дм³/ч ацетилена); малой мощности (25—400 дм³/ч ацетилена); средней мощности (50—2800 дм³/ч ацетилена) и большой мощности (2800—7000 дм³/ч ацетилена);
- 3) по назначению — универсальные (сварка, резка, пайка, наплавка, подогрев); специализированные (только сварка или только подогрев, закалочные и пр.);
- 4) по числу рабочего пламени — однопламенные и многопламенные;
- 5) по способу применения — для ручных способов газопламенной обработки; для механизированных процессов.

Инжекторные горелки. Кислород через ниппель / инжекторной горелки проходит под избыточным давлением 0,1—0,4 МПа (1 — 4 кгс/см²) и с большой скоростью выходит из центрального канала инжектора 8 (рис. 1). При этом струя кислорода создает разрежение в ацетиленовых каналах рукоятки 3, за счет которого ацетилен подсасывается (инжектируется) в смесительную камеру 10, откуда образовавшаяся горючая смесь направляется в мундшук 13 и на выходе сгорает. Инжекторные горелки нормально работают при избыточном давлении поступающего ацетилена 0,001 МПа (0,01 кгс/см²) и выше. Повышение давления горючего газа перед горелкой облегчает работу инжектора и улучшает регулировку пламени, хотя при этих условиях приходится прикрывать вентиль горючего газа на горелке, что может привести к возникновению хлопков и обратных ударов пламени. Поэтому при использовании инжекторных горелок рекомендуется поддерживать перед ними давление ацетилена (при работе от баллона) в пределах 0,02—0,05 МПа (0,2—0,5 кгс/см²).

MnO, сильно выгорает и частично переходит в шлак. Уменьшение марганца, кремния и углерода в сварочной ванне приводит к тому, что затрудняется удаление FeO из сварочной ванны, а следовательно снижаются механические свойства наплавленного металла шва, особенно вязкость.

Большую опасность представляет водород, образующийся в пламени при сварке меди, алюминиевых сплавов, некоторых высоколегированных сталей, вызывая "водородную болезнь" – растрескивание металла шва и пористость шва при сварке латуни.

При сварке науглераживающим пламенем расплавленный металл контактирует с CO, H₂ и C. твердый углерод и газ CO соединяясь с железом, образует карбиды железа, при этом металл шва становится твердым и хрупким.

Вследствие длительного времени нагрева при газовой сварке, по сравнению с дуговой, зона термического влияния при газовой сварке больше, чем при дуговой. Слой основного металла при этом значительно перегревается образуя крупнозернистую структуру. Поэтому прочность металла околошовной зоны ниже, прочности металла шва; в данном месте обычно происходит разрушение сварного соединения.

Величина зоны термического влияния зависит так же и от толщины металла, чем она больше, тем шире распространение зоны термического влияния.

Для улучшения структуры и свойств металла шва и околошовной зоны иногда применяют горячую проковку шва и местную термообработку с нагревом в печи.

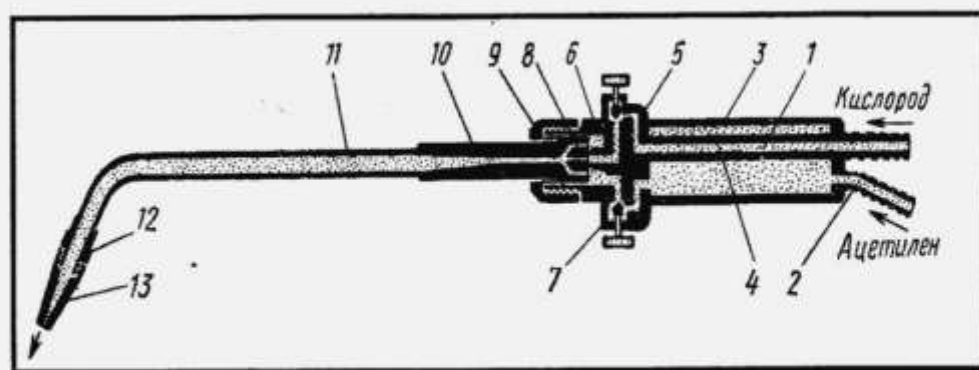


Рис. 1. Инжекторная горелка:

1 — кислородный ниппель; 2 — ацетиленовый ниппель; 3 — рукоятка; 4 — кислородная трубка; 5 — вентиль для кислорода; 6 — корпус; 7 — вентиль для ацетилена; 8 — инжектор; 9 — накидная гайка; 10 — смешительная камера; 11 — наконечник; 12 — соединительный ниппель; 13 — мундштук

Инжекторные горелки рассчитывают таким образом, чтобы они обеспечивали некоторый запас ацетилена, т. е. при полном открытии ацетиленового вентиля горелки расход ацетилена увеличивался бы по сравнению с паспортным для инжекторных горелок — не менее чем на 15%; для инжекторных резаков — не менее чем на 10% максимального паспортного расхода ацетилена.

На рис. 2 показаны в качестве примера конструкции инжекторных горелок средней мощности ГС-3 и малой мощности ГС-2 для сварки металлов. Горелки снабжают набором сменных наконечников, различающихся расходом газа и предназначенных для сварки металлов разной толщины. Номер требуемого наконечника выбирают в соответствии с требуемой тепловой мощностью пламени, выраженной в $\text{дм}^3/\text{ч}$ ацетилена. К рукоятке горелки ГС-3 можно присоединять и другие наконечники, например многопламенные для подогрева, для пайки, вставные резаки для резки металла.

Для сварки и наплавки металлов большой толщины, нагрева и других работ, требующих пламени большой мощности, используют инжекторные горелки ГС-4 с наконечниками № 8 и 9:

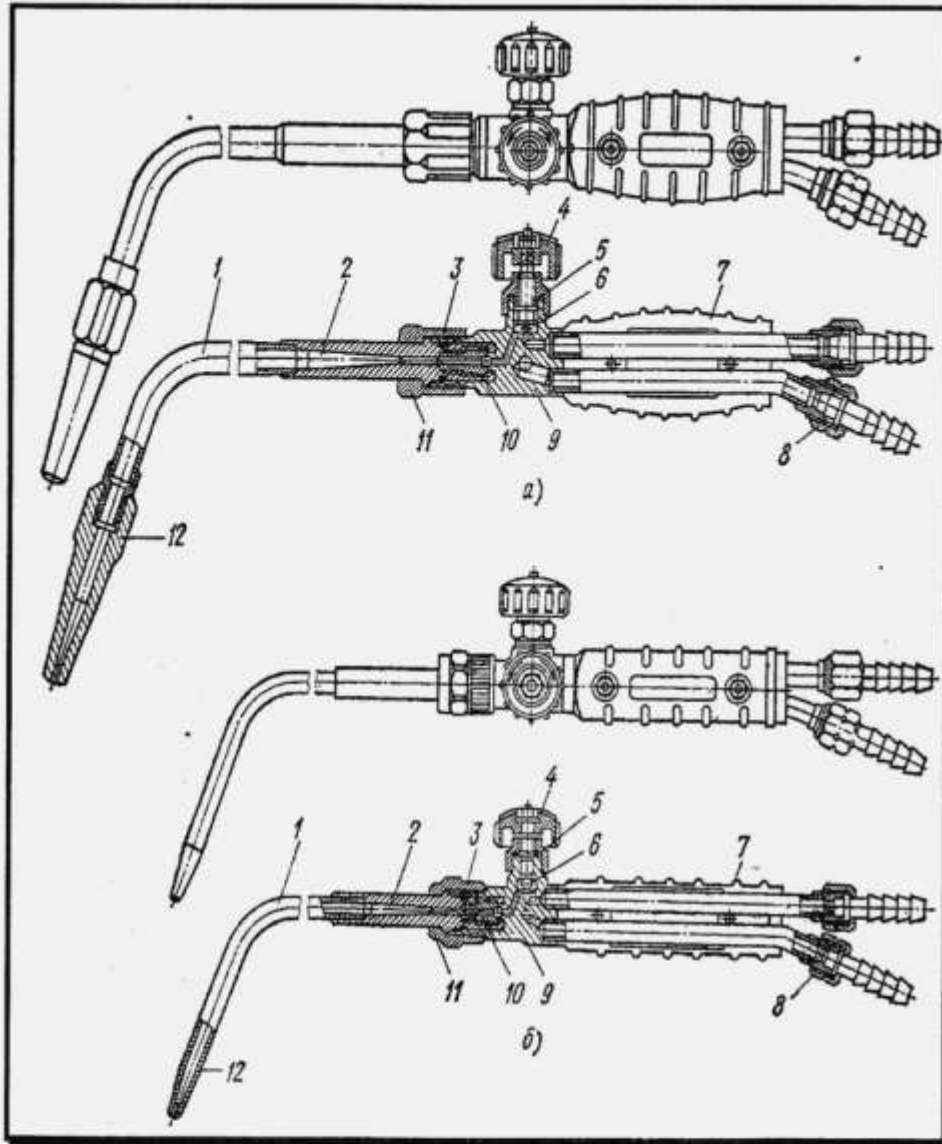


Рис. 2. Внешний вид и разрез горелок

а) — типа ГС-3; б) — типа ГС-2; 1 — трубка наконечника; 2 — смешительная камера; 3 и 5 — уплотнительные кольца из масло термостойкой резины; 4 — маховичок; 6 — шариковый клапан; 7 — пластмассовая рукоятка; 8 — ацетиленовый ниппель; 9 — корпус; 10 — инжектор; 11 — накидная гайка; 12 — мундштук

№ наконечника	8	9
Расход газов, дм ³ /ч:		
ацетилена.....	2800—4500	4500—7000
кислорода.....	3100—5000	5000—8000
толщина свариваемой стали, мм.....	30—50	50—100

В наконечниках ГС-4 инжектор и смесительная камера установлены непосредственно перед мундштуком. Горючий газ подается в инжектор по трубке, расположенной внутри трубки подачи кислорода. Этим предупреждается нагревание горючего газа и смеси отраженной теплотой пламени, что снижает вероятность обратных ударов пламени и хлопков при использовании пламени большой мощности. Горелка ГС-4 может работать на пропан бутане, для чего снабжена двумя наконечниками с сетчатыми мундштуками, рассчитанными на расходы: № 8 — пропан бутана 1,7—2,7, кислорода 6—9,5 м³/ч; № 9 — пропан бутана 2,7—4,2, кислорода 9,5—14,7 м³/ч.

Рис. 3. Наконечник с подогревателем для сварки на пропан бутане

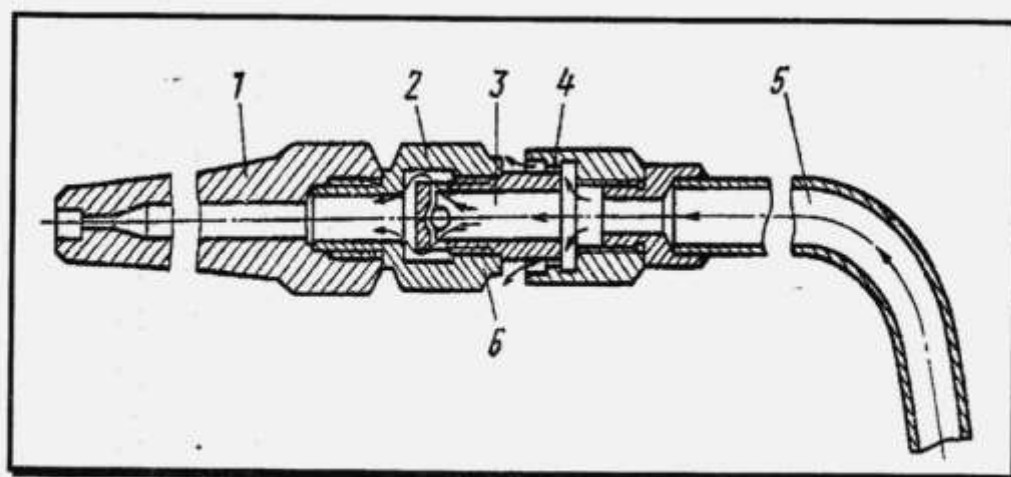


Рис. 3. Наконечник с подогревателем для сварки на пропан бутане

1 — мундштук; 2 — подогревающая камера; 3 — подогреватель; 4 — сопла подогревателя; 5 — трубка горючей смеси; 6 — подогревающие пламена.

Мундштуки горелок малой мощности или имеющих водяное охлаждение изготавливают из латуни ЛС59-1. В горелках средней мощности мундштуки для лучшего отвода теплоты изготавливают из меди МЗ или хромистой бронзы Бр Х0,5, к которой не так пристают брызги расплавленного металла. Для получения пламени правильной формы и устойчивого его горения выходной канал не должен иметь заусенцев, вмятин и других дефектов, а внутренняя поверхность канала должна быть чисто обработана. Снаружи мундштук рекомендуется полировать.

Горелки для газов заменителей отличаются от ацетиленовых тем, что снабжены устройством для дополнительного подогрева и перемешивания газовой смеси до выхода ее из канала мундштука. Серийно выпускаемые горелки ГЗУ-2-62 и ГЗМ-2-62М для этого имеют подогреватель и подогревательную камеру, расположенные на наконечниках между трубкой подвода горючей смеси и мундштуком (рис. 3). Часть потока смеси (5—10%) выходит через дополнительные сопла подогревателя и сгорает, образуя факелы, подогревающие камеру из коррозионно-стойкой стали. Температура смеси на выходе из мундштука повышается на 300—350° С и соответственно возрастает скорость сгорания и температура основного сварочного пламени. Горелки могут работать на пропан-бутан-кислородной и метан-кислородной смеси; ими можно сваривать стали толщиной до 5 мм (в отдельных случаях до 12 мм) с удовлетворительными показателями по производительности и качеству сварки. Наконечники этих горелок рассчитаны на следующие расходы газов:

№ наконечника	0	1	2	3
Расход, дм ³ /ч:				
пропан-бутана	15—40	30-70	70—140	140-240
кислорода	50—140	105—260	260—540	520-840
№ наконечника	4	5	6	7
Расход, дм ³ /ч:				
пропан-бутана	240—400	400—650	650—1050	1650—1700
кислорода.....	840—1400	1350—2200	2200—3600	3500—5800

При переводе на пропан-бутан горелок, рассчитанных для работы на ацетилене, следует брать наконечник, на два номера больший, и ввертывать в него мундштук, на один номер больший, а инжектор — на один номер меньший, чем при сварке металла той же толщины на ацетиленокислородной смеси.

Специальные наконечники. Для сварки в тяжелых условиях нагрева, например крупных чугунных отливок с подогревом, применяют специальные теплоустойчивые наконечники НАТ-5-6 и НАТ-5-7. В этих наконечниках мундштук и трубка снабжены теплоизоляционной прослойкой из асбеста, разведенного на воде или жидком стекле, и покрыты сверху кожухом из стали Х25Т. Они могут длительно работать без хлопков и обратных ударов. Для этих работ используют также обычные наконечники, снабженные дополнительной трубкой для подвода охлаждающего воздуха.

На рис. 4, а показана схема безынжекторной горелки, на рис. 4, б — схема устройства для питания безынжекторной горелки ГАР (равного давления) кислородом и ацетиленом через постовой беспружинный регулятор ДКР (см. рис. 23). Горелка ГАР комплектуется семью наконечниками на расходы ацетилена 50—2800 дм³/ч. Каждый наконечник имеет смесительную камеру с двумя калиброванными отверстиями: центральным для кислорода и боковым для ацетилена.

Камерно-вихревые горелки. Для некоторых процессов газопламенной обработки — нагрева, пайки, сварки пластмасс и т. п. не требуется высокой температуры ацетиленокислородного пламени. Для этих процессов можно использовать камерно-вихревые горелки, работающие на пропано-воздушной смеси. В этих горелках вместо мундштука имеется камера сгорания, в которую поступают пропан и воздух под давлением 0,05—0,2 МПа (0,5—2 кгс/см²). Пропан подается в камеру через центральный канал, а воздух, вызывающий также вихреобразование, поступает по многозаходной спирали, обеспечивающей «закрутку» газовой смеси в камере сгорания. Продукты сгорания выходят через концевое сопло камеры сгорания с большой скоростью, образуя пламя достаточно высокой температуры (1500—1600° С). Горелки позволяют получать пламя с температурой 350—1700° С.

Горелки специальные. К таким горелкам относятся, например, многопламенные для очистки металла от ржавчины и краски; газо-воздушные для пайки и нагрева, работающие на ацетиленах-заменителях; керосино-кислородные для распыленного жидкого горючего; многопламенные кольцевые для газопрессовой сварки; для поверхностной закалки; для пламенной наплавки; для сварки термопластов и многие другие.

Принципы устройства и конструкции их во многом аналогичны используемым для сварочных горелок. Отличие состоит в основном, в тепловой мощности и размерах пламени или суммы пламен (при многопламенных горелках), а также размерах и форме мундштука.

Безынжекторные горелки. В отличие от инжекторных в данных горелках сохраняется постоянный состав смеси в течение всего времени работы горелки, независимо от ее нагрева отраженной теплотой пламени. В инжекторных же горелках нагрев мундштука и смесительной камеры ухудшает инжектирующее действие струи кислорода, вследствие чего поступление ацетилена уменьшается и смесь обогащается кислородом. Это приводит к хлопкам и обратным ударам пламени, — приходится прерывать сварку и охлаждать наконечник.

Безынжекторные горелки, в которых ацетилен и кислород поступают в смесительное устройство под равными давлениями, при нагревании не меняют состава смеси, поскольку при нагревании мундштука если и уменьшается поступление газов в горелку, то оно одинаково как для кислорода, так и для ацетилена. Следовательно, относительное содержание их в смеси, т. е. состав смеси, остается постоянным.

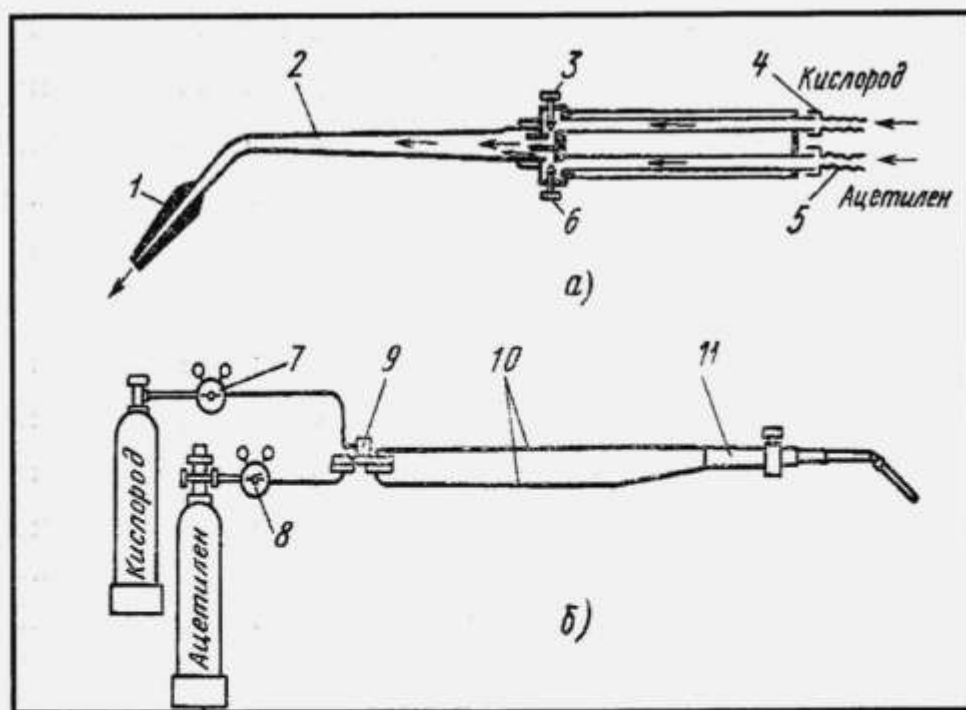


Рис 4. Безынжекторная горелка

1 — мундштук; 2 — трубка наконечника; 3 — вентиль кислорода; 4 — ниппель кислорода; 5 — ниппель ацетилена; 6 — вентиль ацетилена; 7 — редуктор кислородный; 8 — редуктор ацетиленовый; 9 — регулятор ДКР; 10 — шланги; 11 — горелка ГАР