

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ АБУ РАЙХАНА БЕРУНИ**

Абралов М.А., Эрматов З.Д., Дуняшин Н.С.

**КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ
по дисциплине «Газопламенная обработка металлических и
неметаллических материалов»**

ТАШКЕНТ 2007

УДК 621.791.1

Конспект лекций по дисциплине «Газопламенная обработка металлических и неметаллических материалов»/; Абралов М.А., Эрматов З.Д., Дуняшин Н.С., Ташкент, ТашГТУ 2007.

Курс «Газопламенная обработка металлических и неметаллических материалов» по учебному плану читается в 7 семестре бакалавриата.

В данном конспекте изложены основные вопросы теории и технологии современных процессов газопламенной обработки металлов в объеме, необходимом для изучения студентами высшего специального заведения по направлению бакалавриата 5522700 «Машины и технология сварочного производства»

Кафедра «Машины и технология сварочного производства»

Печатается по решению научно-методического совета Ташкентского государственного технического университета

Рецензенты: ст. преп. Абдуллаев М.А. (ТашГТУ);
зам. главного сварщика Смирнова В.А. (ГАО
ТАПОиЧ)

© Ташкентский государственный технический университет, 2007

Введение

Для нагрева под пайку газовоздушное пламя применяли давно. Но сваривать большинство металлов (кроме легкоплавких, например, свинца) таким пламенем не удавалось из-за его относительно низкой температуры (1100...2000 °С) при значительных (до 50...75 %) потерях тепла на бесполезный нагрев окружающей атмосферы.

В 1885 г. французский ученый Анри Луи Ле Шателье, сжигая ацетилен в кислороде, получил пламя с температурой выше 3000 °С. Несколько лет спустя, его земляки - инженеры Эдмон Фуше и Шарль Пикар предложили конструкции ацетилено-кислородных горелок, дающих пламя с температурой до 3100 °С. (Эти конструкции почти не изменились до наших дней.) Так было положено начало газовой сварке. С 1906 г. ее стали применять в России. Впервые газовая сварка демонстрировалась в Московском техническом училище. Вначале новый способ называли автогенной сваркой, от греческих слов "автос" - сам и "генес" — возникаю. Этим подчеркивалась легкость процесса по сравнению с кузнечной сваркой, при которой соединение получали совместной ковкой наложенных друг на друга разогретых деталей. Термин "автогенная сварка" устарел, с 1950 г. применяют термины "газовая" или "газопламенная сварка".

В газопламенной обработке металлов ведущее место занимает газотермическая резка металлов. Без применения газотермической резки невозможно организовать выпуск ряда важнейших изделий в судостроении, котло- и аппаратостроении, химическом, нефтяном и энергетическом машиностроении и других отраслях.

Широко используются процессы, родственные газовой сварке по оборудованию и технологическим приемам, в которых газокислородное пламя служит источником нагрева металла. К таким процессам относятся: газопламенная поверхностная закалка, пайка, газопламенная правка изделий, металлизация.

Лекция № 1.

Сущность и классификация способов газопламенной обработки

План:

- 1.1. Классификация способов газопламенной обработки материалов
- 1.2. Сущность способов газопламенной обработки материалов

1.1. Классификация способов газопламенной обработки материалов

Газопламенная обработка охватывает ряд технологических процессов, связанных с обработкой металлов и неметаллических материалов высокотемпературным газовым пламенем. Классификация способов газопламенной обработки материалов приведена на рис. 1.1

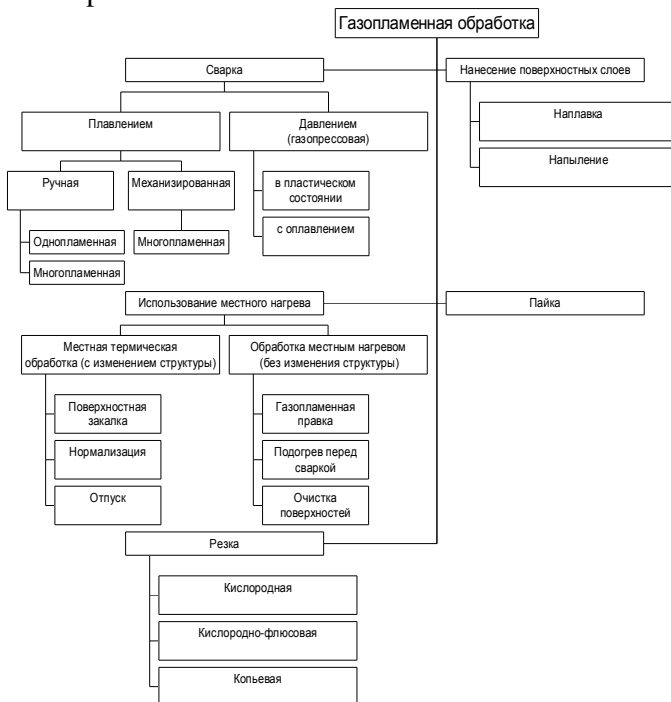


Рис. 1.1. Классификация процессов газопламенной обработки материалов

Газопламенная обработка материалов, несмотря на некоторые преимущества других способов обработки, обладая высокой экономичностью и значительной технологической гибкостью, находит применение в строительстве, химическом, нефтяном, энергетическом машиностроении и других отраслях промышленности.

1.2. Сущность способов газопламенной обработки материалов

Газовая сварка (рис. 1.2) состоит в нагревании в месте соединения кромок основного металла 1 пламенем 2 сварочной горелки 3. Для образования металла шва в сварочную ванну добавляется расплавленный металл присадочного прутка 4.

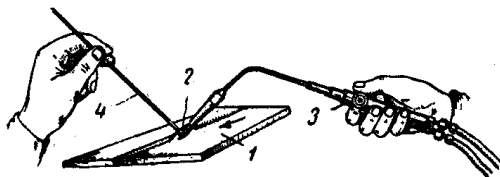


Рис. 1.2. Ручная газовая сварка.

Источником тепла является сварочное пламя, получаемое при сжигании ацетилена в смеси с кислородом, имеющее температуру $3000\text{--}3150^\circ\text{C}$. Для сварки стали небольшой толщины, легкоплавких металлов и сплавов (алюминия, магния, свинца и др.), а также для пайки и подогрева при резке применяют и другие горючие-заменители ацетилена: пропан, природный, нефтяной, пиролизный газы, водород, керосин, коксовый газ и др. При сгорании этих горючих в кислороде температура пламени достигает $2000\text{--}2450^\circ\text{C}$.

Газовая сварка сравнительно проста, не требует сложного, дорогого оборудования и источника электроэнергии. Недостатком газовой сварки является меньшая по сравнению с дуговой скорость нагрева металла и большая зона теплового воздействия на металл. При газовой сварке концентрация тепла меньше, а коробление свариваемых деталей больше.

Вследствие сравнительно медленного нагрева металла пламенем и невысокой концентрации тепла производительность газовой сварки снижается с увеличением толщины свариваемого металла. Например, при толщине стали 1 мм скорость газовой

сварки составляет около 10м/ч, при толщине 10 мм — только 2 м/ч. Поэтому газовая сварка стали толщиной свыше 6 мм менее производительна, чем дуговая сварка.

Стоимость ацетилена и кислорода выше стоимости электроэнергии, поэтому газовая сварка обходится дороже электрической. К недостаткам газовой сварки относятся также взрывоопасность и пожароопасность при нарушении правил обращения с карбидом кальция, горючими газами и жидкостями, кислородом, баллонами со сжатыми газами и ацетиленовыми генераторами.

Газовую сварку применяют при следующих работах:

- изготовлении и ремонте изделий из стали толщиной 1—3 мм;
- сварке сосудов и резервуаров небольшой емкости, заварке трещин, сварке заплат и пр.;
- ремонте литых изделий из чугуна, бронзы, силумина;
- сварке стыков труб малых и средних диаметров;
- изготовлении изделий из алюминия и его сплавов, меди, латуни и свинца;
- изготовлении узлов конструкций из тонкостенных труб;
- наплавке латуни на детали из стали и чугуна;
- соединении ковкого и высокопрочного чугуна с применением присадочных прутков из латуни и бронзы, низкотемпературной сварке чугуна.

Газовой сваркой можно соединять почти все металлы, применяемые в технике. Чугун, медь, латунь, свинец легче поддаются газовой сварке, чем дуговой.

Газопрессовая сварка. Свариваемые детали 1 и 2 (рис. 1.3) в месте их соприкосновения нагревают многопламенной горелкой 3 до пластического состояния или до оплавления их кромок, а затем сдавливают внешним усилием и сваривают.

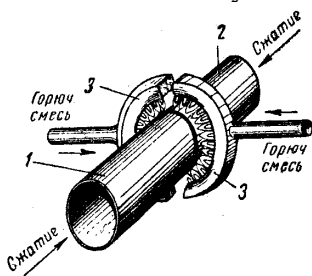


Рис. 1.3. Газопрессовая сварка

Этот способ применяют при сварке стальных стержней, полос, рельсов, труб и других деталей площадью сечения до 12000 мм².

Газовая наплавка. Наплавкой называется нанесение с помощью сварки слоя металла на поверхность изделия. Обычно наплавляемый слой имеет неравновесную структуру, состоящую из тончайших частиц твердых зерен карбидов. В зависимости от состава карбидов можно получать наплавку с особыми свойствами (износостойкой, кислотоупорной, жаростойкой, антифрикционной и др.). Такую наплавку используют при ремонте и изготовлении новых деталей.

При наплавке в отличие от сварки в процессе участвует небольшое количество основного металла в связи с небольшой глубиной проплавления, поэтому внутренние напряжения и деформации изделия, склонность к образованию трещин относительно незначительны.

Заданные особые свойства наплавленного слоя получают введением в его состав легирующих элементов. Особенно важно при наплавке получить однородность химического состава наплавленного металла, а следовательно, его свойств на всей поверхности наплавляемой детали.

Для получения требуемой глубины проплавления при наплавке необходимо регулировать степень нагрева основного и присадочного металлов. Это облегчается при использовании газового пламени, что является существенным преимуществом данного способа (рис. 1.4). Газокислородное пламя также защищает наплавляемый металл от окисления кислородом окружающей среды и от испарения элементов, входящих в состав наплавляемого металла и придающих ему заданные свойства. Недостаток газовой наплавки — более низкая ее производительность по сравнению с электрическими способами нагрева и большее термическое воздействие на основной металл.

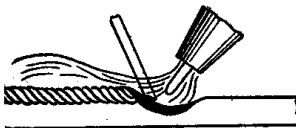


Рис. 1.4. Газовая наплавка

Газовая пайка. Пайка – это технологический процесс получения неразъемных соединений металлов в нагретом состоянии посредством расплавления более легкоплавкого, чем соединяемые металлы, сплава, называемого припоем.

Пайку следует рассматривать как сочетание трех одновременно происходящих процессов: 1) нагревания паяемого металла до температуры расплавления припоя; 2) плавления припоя, взаимной диффузии припоя и паяемого металла, кристаллизации металла шва; 3) взаимодействия припоя с паяемым металлом и возникновения межкристаллитных форм связи.

Пайка позволяет получать высококачественные соединения не только однородных материалов, но практически любых разнородных металлов и сплавов. В качестве источников теплоты при газовой пайке используют газокислородное и газовоздушное пламя.

Различают два основных вида пайки: высокотемпературную и низкотемпературную (ГОСТ 17327-71). Температура плавления припоев для высокотемпературной пайки составляет свыше 550°C , а для низкотемпературной — ниже 550°C . При высокотемпературной пайке предел прочности соединения 500 МПа; при низкотемпературной эта величина не превышает 50—70 МПа. В основу припоев с высокой температурой плавления входят медь, цинк, кадмий и серебро, а в основу припоев с низкой температурой плавления — свинец, олово, сурьма.

Хорошо поддаются пайке чугун, сталь углеродистая и легированная, медь и ее сплавы, никель и его сплавы, алюминий. Пайка — достаточно производительный процесс, легко механизуемый при массовом производстве, обеспечивает необходимую прочность и герметичность соединений, не вызывает изменения структуры основного металла. К недостаткам пайки относятся: необходимость применять преимущественно соединения внахлестку; более низкая прочность и пластичность соединений по сравнению с подобными характеристиками основного металла; необходимость расхода дефицитных металлов (олова, серебра и др.); более высокие требования к подготовке деталей под пайку.

Кислородная резка. Основой процесса кислородной резки стали является свойство железа интенсивно сгорать в струе технически чистого кислорода, будучи нагретым до температуры

порядка 1300—1400° С, близкой к температуре плавления стали (рис. 1.5). Металл при резке нагревают газокислородным пламенем. В качестве горючих применяются ацетилен, пропан-бутан, пиролизный, природный, коксовый и городской газы, пары керосина.

Металл нагревают на узком участке в начале линии разреза, а затем на нагретое место направляется струя режущего кислорода и резак начинают перемещать по намеченной линии резки. Металл сгорает по всей толщине листа, образуя в нем узкую щель (рез). Интенсивное окисление (горение) железа происходит только в слоях, пограничных с поверхностью режущей струи кислорода, который проникает (диффундирует) в металл на очень малую глубину.

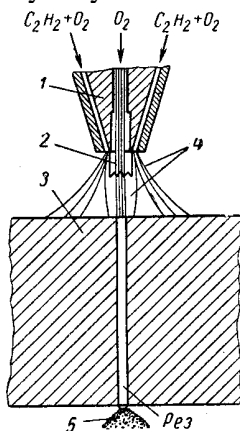


Рис. 1.5. Схема процесса кислородной резки:

1 — мундштук; 2 — режущий кислород; 3 — разрезаемый металл; 4 — подогревающее пламя; 5 — шлак

Для сгорания 1 кг железа теоретически требуется от 0,29 до 0,38 м³ кислорода, в зависимости от того, какой окисел получается при горении — FeO или Fe₃O₄. Практический расход кислорода может сильно отличаться от теоретического, так как в шлаках присутствуют оба окисла в различных соотношениях, часть металла удаляется из разреза в расплавленном состоянии, часть кислорода расходуется на выдувание жидкого металла и шлаков, а также теряется в окружающую среду. Для резки применяют технический кислород чистотой 98,8—99,7%. С понижением чистоты кислорода на 1 % его расход на 1 м длины

резки возрастает на 25—35%, а время резки—на 10—15%. Это особенно заметно при резке стали больших толщин. Применять для резки кислород чистой ниже 98% нецелесообразно, так как поверхность реза получается недостаточно чистой, с глубокими рисками и трудноотделяемым шлаком.

Кислородно-флюсовая резка. При резке кислородом хромистых и хромоникелевых легированных сталей образуются тугоплавкие окислы хрома. Пленка этих окислов, покрывая частицы металла, препятствует его сгоранию в струе кислорода. В связи с этим для этих сталей был разработан и успешно применяется способ кислородно-флюсовой резки. Сущность этого способа состоит в том, что в разрез вместе с кислородом вдувается порошкообразный флюс, основой которого является железный порошок (рис. 1.6).

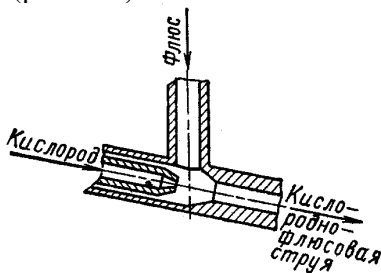


Рис. 1.6. Схема кислородно-флюсовой резки

В этом случае в месте разреза выделяется дополнительное тепло от сгорания железного порошка в кислороде, которое повышает температуру в месте реза. Вследствие этого образующиеся тугоплавкие окислы остаются в жидком состоянии и, будучи разбавленные продуктами сгорания железа, дают легко удаляющиеся жидкотекучие шлаки. Процесс резки протекает с нормальной скоростью, а поверхность реза получается чистой.

Кислородная резка чугуна без флюса также затруднена, потому что температура плавления чугуна ниже температуры горения железа в кислороде и чугун начинает раньше плавиться, чем гореть в кислороде. Содержащийся в чугуне кремний дает тугоплавкую пленку окиси, которая препятствует нормальному протеканию процесса резки. При сгорании углерода образуется газообразная окись углерода, которая загрязняет режущий кислород и препятствует сгоранию железа в месте реза. Поэтому для чугуна тоже применяют кислородно-флюсовую резку с

использованием железного порошка, в который добавляют порошкообразный феррофосфор. Скорость резки чугуна в 2 раза ниже скорости резки нержавеющей стали.

Цветные металлы (медь, латунь, бронза) обладают высокой теплопроводностью и при их окислении кислородом выделяется количество тепла, недостаточное для дальнейшего развития процесса горения металла в месте реза. При кислородной резке этих металлов также образуются тугоплавкие окислы, препятствующие процессу резки. Поэтому кислородная резка чугуна, бронзы и латуни возможна только с применением флюсов. В качестве флюса также используется железный порошок, в который добавляются порошкообразный феррофосфор и алюминий, а иногда и кварцевый песок. Резку меди и бронзы ведут с предварительным подогревом до 200—400°C.

Копьевая резка. Копьевая резка применяется при резке стальных деталей большой толщины порядка 800-1200 мм, а также железобетона.

Кислородное копье – стальная трубка, по которой пропускается кислород. Будучи предварительно нагретым до температуры 1350-1400°C, рабочий конец копия после пуска кислорода начинает интенсивно окисляться (гореть), развивая температуру до 2000°C. В начальный момент, при зажигании копия, давление кислорода устанавливают небольшим. После воспламенения рабочего конца, копия его прижимают к поверхности прожигаемого металла, и, заглубив его в металл, увеличивают давление кислорода до требуемой рабочей величины, совершая копьем периодически возвратно-поступательные (с амплитудой 100—200 мм) и вращательные (на угол 10—15° в обе стороны) движения. В процессе прожигания отверстия торец копия все время необходимо прижимать к обрабатываемому металлу, отрывая его лишь на короткое время при возвратно-поступательном движении. В процессе горения копье непрерывно укорачивается.

Образующиеся в процессе прожигания отверстия шлаки давлением кислорода и газов, продуктов реакции окисления металла, выносятся в зазор между трубкой копия и стенкой прожигаемого отверстия (рис. 1.7).

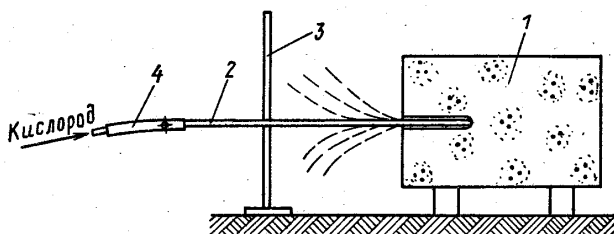


Рис. 1.7. Схема процесса копьевой резки.

1 — прожигаемый материал; 2 — трубка копья; 3 — защитный экран; 4 — копьедержатель.

Получаемые при этом отверстия имеют приблизительно круглую форму.

Газопламенное напыление. Процесс газопламенного напыления протекает следующим образом. В распылительную головку металлизационного аппарата непрерывно подается металлическая проволока напыляемого металла или порошок неметаллического материала, которые расплавляются с помощью ацетилено-кислородного или пропан-кислородного пламени.

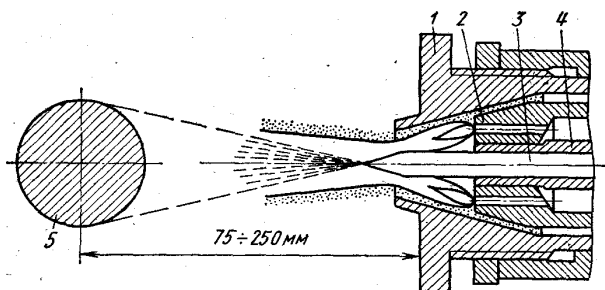


Рис. 1.8. Схема газопламенного напыления:

1 — сопло наружное для подачи воздуха; 2 — мундштук для подачи газа; 3 — проволока; 4 — сопло для подачи проволоки; 5 — деталь

Расплавленный металл струёй продуктов сгорания и воздуха, выходящей из сопла головки с большой скоростью, распыляется и в виде мельчайших частиц наносится на поверхность детали. Скорость частиц в потоке газов достигает 200 м/с. Размер частиц 10—150 мкм. Вследствие большой

скорости частицы достигают поверхности детали в жидком или пластическом состоянии и внедряются в эту поверхность, прочно сцепляясь с нею, образуя металлизационный (напыленный) слой. При этом частицы вследствие удара деформируются, сплющиваются и принимают форму чешуек, образующих покрытие слоистого строения. Напыляемая деталь находится от сопла металлизационного аппарата на расстоянии 75—250 мм.

Газопламенное напыление используют для защиты поверхности деталей от коррозии, нанесения износостойкого слоя, упрочнения поверхности, защиты от окисления, абразивного износа, эрозии, для восстановления изношенных деталей, в качестве декоративного покрытия, для придания жаростойкости и других целей. Металлизацию используют при изготовлении валов гидромашин, ремонте роторов резиносмесительных машин, плунжеров насосов, проволокопротяжных валков, восстановлении направляющих роликов, бандажей, шпинделей, валиков различного назначения, подшипников, втулок, цилиндров двигателей и т. п.

Газопламенная поверхностная закалка. Процесс газопламенной поверхностной закалки состоит в быстром нагревании поверхностного слоя детали газовым пламенем до температуры выше критической точки A_{c3} и последующем быстрым охлаждением водой. При этом в поверхностном слое образуется закаленная (мартенситная) структура, переходящая в основную структуру незакаленного металла через переходные зоны.

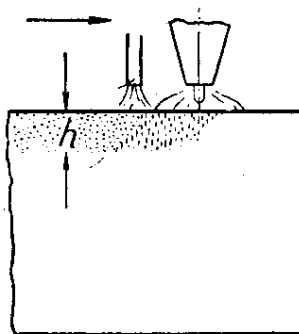


Рис. 1.9. Схема газопламенной поверхностной закалки (h – глубина закаленного слоя)

Газопламенной закалкой могут обрабатываться все углеродистые, низколегированные стали, подвергаемые обычной закалке. Газопламенная закалка является средством повышения качества и срока службы зубчатых колес, шестерен, прокатных валков, шпинделей и др.

Газопламенная правка металлов. Правка – это технологическая операция, в процессе которой пластической деформацией изменяется начальная форма листа, заготовки или изделия.

Физическая сущность газопламенной правки заключается в изменении линейных размеров и формы в результате возникновения пластической деформации, вызываемой нагревом металла газовым пламенем. Со стороны действия пламени зона нагрева будет больше, а следовательно, большими будут и конечные сокращения. Поэтому нагрев необходимо вести со стороны выпуклости

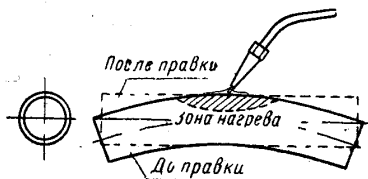


Рис. 1.10. Схема газопламенной правки металла

Газопламенная очистка поверхности от загрязнений. Кислородно-ацетиленовое пламя используют для очистки стальных изделий и конструкций от прокатной окалины, ржавчины и старой краски, а также с целью тщательной подготовки поверхности для окрашивания. Пламенную очистку можно применять для всех изделий независимо от их формы и размеров; она не требует сложного оборудования и подготовки, проста, дешева, обеспечивает сухую поверхность, полностью подготовленную для немедленной окраски.

Пескоструйная очистка, очистка наждаком и другие механические способы, хотя и дают блестящую поверхность, но повреждают ее структуру, снимая микровыступы над оставшимися окислами. При пламенной очистке получается

серая, матовая поверхность с неповрежденной структурой верхнего слоя.

Окалина и сталь имеют различные коэффициенты теплового расширения. При интенсивном и быстром нагреве поверхности кислородно-ацетиленовым пламенем происходит отслаивание окалины. Ржавчина дегидратирует (обезвоживается) и также легко отделяется от поверхности стального листа. Остатки загрязнения удаляют проволочной щеткой. При первом проходе пламенем горелки удаляется около 70% окалины; при втором проходе в направлении, перпендикулярном к первому, удаляется почти весь остаток окалины.

Контрольные вопросы:

1. Что называют газопламенной обработкой?
2. Почему для газопламенной сварки трудно применять газовоздушное пламя?
3. Какой термин правильнее газовая сварка, автогенная сварка или газопламенная сварка?
4. Каковы основные области применения газовой сварки?
5. В чем состоит сущность газопрессовой сварки?
6. Что такое кислородное копье?
7. Какие материалы применяются для газопламенного напыления?
8. Какие материалы могут подвергаться газопламенной закалке?
9. В чем состоит физическая сущность газопламенной правки?
10. В каких случаях можно применять газопламенную очистку поверхности изделия?

Лекция № 2.

Газовое пламя и процесс горения

План:

- 2.1. Процесс горения
- 2.2. Строение газового пламени
- 2.3. Тепловое взаимодействие пламени с металлом

2.1. Процесс горения

Горение газа - совокупность сложных аэродинамических, химических и тепловых процессов. Реакция горения протекает обычно при соединении твердых, жидких или газообразных веществ с кислородом.

Горение любой газовой смеси начинается с воспламенения ее при определенной температуре, называемой температурой воспламенения. После того как горение началось, дальнейший нагрев газа внешним источником теплоты становится излишним.

Необходимое условие горения газа в кислороде или воздухе - содержание горючего газа в смеси в определенных пределах, называемых пределами воспламенения.

В зависимости от скорости распространения пламени различают следующие три вида горения:

- 1) Спокойное (нормальное) - со скоростью распространения пламени, не превышающей 10-15 м/с;
- 2) Взрывчатое - со скоростью достигающей нескольких сот метров в секунду.
- 3) Детонационное - со скоростью свыше 1000 м/с.

Применяемые при газопламенной обработке горючие газы и жидкости - это углеводороды и их смеси с другими газами (ацетилен, метан, пропан, бутан, природный газ, нефтяной газ, пиролизный газ и др.). В чистом виде применяется только водород. Водородно-кислородное пламя имеет синий цвет, в нем нет четко выраженных зон. Такое пламя трудно регулировать, в нем не видны изменения.

2.2. Строение газового пламени

Все горючие газы, содержащие углеводороды, при сгорании в кислороде образуют пламя, в котором четко различаются три зоны: ядро, средняя - восстановительная - зона и факел (рис.

2.1). Чем больше углерода в составе горючего газа, тем резче очерчено светящееся ядро пламени.

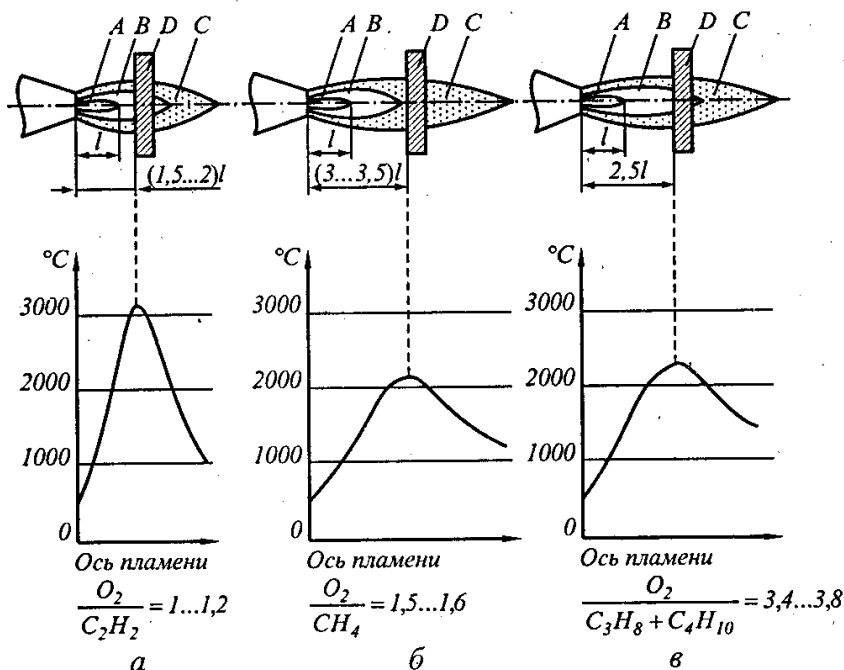
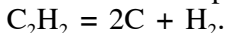


Рис 2.1. Строение сварочного ацетилено-кислородного (а), метано-кислородного (б), пропан-бутано-кислородного (в) пламени и распределение температуры по его длине:

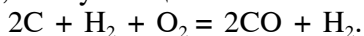
А - ядро пламени; В - средняя (восстановительная) зона; С - факел; D - положение свариваемой детали в пламени; l — длина ядра

Рассмотрим процессы, происходящие в этих зонах на примере ацетилено-кислородного пламени. Выходя из сопла горелки, ацетилен нагревается и частично распадается:



При этом образуются твердые частицы углерода, которые, раскаляясь, ярко светятся. Поэтому оболочка ядра - самая яркая зона пламени, хотя ее температура относительно невелика (около 1500 °C). Самая высокая температура создается во второй, средней, зоне пламени.

Здесь проходит первая стадия сгорания ацетилена за счет первичного кислорода, поступающего из баллона:



В результате этой реакции получается смесь, состоящая на две трети из окиси углерода и одну треть из водорода. Это смесь компонентов, активных по отношению к кислороду, способных восстанавливать металлы из окислов. Поэтому вторую зону и называют восстановительной. В третьей зоне, в факеле пламени, протекает вторая стадия горения ацетилена за счет кислорода воздуха:



Двуокись углерода и пары воды при высокой температуре частично диссоциируют (разлагаются). Выделяющийся при этом кислород, а также непосредственно CO и пары воды могут окислять свариваемый металл. Поэтому факел пламени - это окислительная зона.

Для полного сгорания одного объема ацетилена требуются два с половиной объема кислорода: один объем его поступает в пламя из кислородного баллона и полтора объема - из воздуха. Пламя, образующееся при сгорании ацетилена в кислороде при подаче их в горелку в соотношении 1:1, называют нормальным (рис. 2.2, б). Однако практически для образования нормального, пламени это соотношение должно быть 1,05...1,2, так как за счет кислорода, подаваемого в горелку, сгорает некоторая часть водорода и, кроме того, в кислороде содержатся примеси.

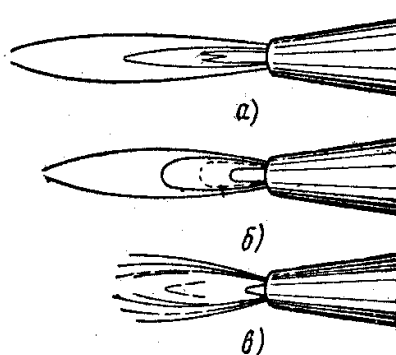


Рис. 2.2. Схемы сварочного пламени:

а - науглероживающего, б - нормального, в - окислительного

Ядро нормального пламени имеет резко очерченную форму, близкую к цилиндрической, плавно закругляющуюся на конце, с ярко светящейся оболочкой. Размеры ядра зависят от расхода горючей смеси и скорости ее истечения, от которой зависит длина l ядра. Его диаметр определяется диаметром канала мундштука горелки, который пропорционален толщине свариваемого материала. При повышении давления кислорода скорость истечения горючей смеси увеличивается, ядро сварочного пламени удлиняется; при уменьшении скорости истечения - ядро укорачивается.

Средняя — восстановительная — зона (рабочая) нормального пламени имеет более темный по сравнению с ядром цвет. Длина ее зависит от номера мундштука (от расхода горючей смеси) и достигает 20 мм. В точке, отстоящей от конца ядра на 1,5...2 длины ядра (3...6 мм), достигается самая высокая температура пламени - до 3150 °С (см. рис. 2.1, а).

Рассмотренные выше реакции сгорания ацетилена в кислороде имеют место при нормальном пламени. Если соотношение O_2/C_2H_2 увеличится, например, до 1,5 (в смеси будет избыток кислорода), то первая стадия сгорания, протекающая в средней зоне пламени, может быть выражена реакцией



В этом случае средняя (рабочая) зона пламени утрачивает восстановительные свойства и становится окислительной. Такое пламя называют окислительным (рис. 2.2, в). Ядро окислительного пламени приобретает конусообразную форму и бледную окраску, сокращается его длина, очертания становятся менее резкими. Все пламя становится синевато-фиолетовым, горит с шумом. Длина средней зоны и факела уменьшается. Температура окислительного пламени обычно выше, чем нормального (рис. 2.3), но избыток кислорода приводит к окислению металла при сварке, шов получается пористым и хрупким. Применять окислительное пламя можно при сварке цветных металлов и их сплавов, имеющих большую теплопроводность, а также при пайке тугоплавкими припоями.

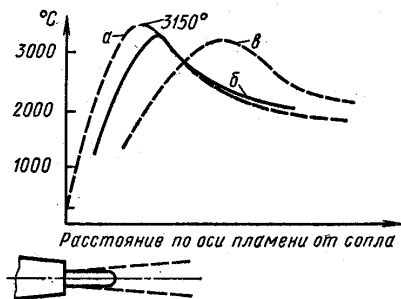
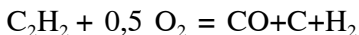


Рис. 2.3. Изменение температуры вдоль оси окислительного (а), нормального (б) и науглероживающего (в) ацетилено-кислородного пламени

При отношении объемов кислорода и ацетилена 0,95 и менее в ядре пламени увеличивается количество свободного углерода:



Ядро такого пламени теряет резкость очертаний, на конце его появляется зеленоватый венчик. Средняя — восстановительная - зона (рабочая) становится светлее и почти сливается с ядром, а факел приобретает желтоватую окраску. Такое пламя называют науглероживающим (рис. 2.2, а). При большом избытке ацетилена науглероживающее пламя начинает коптить. Находящийся в пламени избыточный углерод легко поглощается расплавленным металлом и ухудшает качество шва. Температура науглероживающего пламени меньше, чем окислительного и нормального. Слегка науглероживающее пламя можно применять при сварке чугуна и при наплавке твердыми сплавами.

При регулировании пламени следует обращать внимание на правильность установки давления кислорода и размер ядра пламени. С повышением давления кислорода скорость истечения смеси из мундштука возрастает и пламя становится «жестким», т. е. раздувает металл сварочной ванны и этим затрудняет сварку. При слишком большой скорости истечения смеси пламя может отрываться от мундштука. Если же слишком низкое давление кислорода, пламя становится короче и при приближении конца мундштука к металлу горелка начинает хлопать.

Аналогичное строение и разновидности имеет пламя, получаемое при сгорании в кислороде газов - заменителей ацетилена. Отличия заключаются в том, что для получения нормального пламени отношение объема кислорода к объему горючего газа должно быть больше, чем для смеси ацетилена с кислородом. Соответственно изменяются и размеры зон пламени (см. рис. 2.1, б, в).

2.3. Тепловое взаимодействие пламени с металлом

Нагрев металла пламенем обусловлен вынужденным конвективным и лучистым теплообменом между потоком горючей смеси пламени и соприкасающихся с ним участков поверхности металла. Значение лучистого теплообмена составляет 5-10%.

Эффективная тепловая мощность пламени q есть количество теплоты, вводимой в металл за единицу времени, зависящее от расхода горючего газа, угла наклона горелки, толщины металла.

Эффективность нагрева металла оценивается эффективным КПД, представляющим собой отношение q к полной тепловой мощности пламени (q_n):

$$\eta_{\text{и}} = q/q_n,$$

где $q_n = Q_n \cdot V_a$,

Q_n - низшая теплотворность ацетилена (кДж/м³),

V_a - расход ацетилена, м³/с.

Сварочное пламя должно иметь значительную тепловую мощность, т.е. вводить в зону сварки достаточное количество теплоты, чтобы расплавить основной и присадочные материалы, поддерживать ванну в расплавленном состоянии и возмещать потери теплоты в окружающую атмосферу. Тепловая мощность пламени определяется расходом (дм³/ч) в горелке ацетилена.

При сварке тепловая мощность пламени выбирается в зависимости от толщины свариваемого металла и его физических свойств. Металл большой толщины и хорошо проводящий тепло требует более мощного сварочного пламени, чем тонкий, менее теплопроводный и более легкоплавкий металл. Изменяя тепловую мощность пламени, можно в широких пределах регулировать скорость нагрева и расплавления металла, что является одним из положительных качеств процесса газовой сварки.

Практически температура пламени должна быть на 250—300 °С больше температуры плавления металла. Например, если температура ацетилено-кислородного пламени равна 3100°С, а температура плавления стали порядка 1500°С, то разница составит $3100 - (1500 + 300) = 1300$ °С.

Для пропан-кислородного пламени разница составит $2500 - (1500 + 300) = 700$ °С. Это означает, что для сварки пропан-кислородным пламенем одинакового количества стали потребуется количества теплоты в 1,85 ($1300/700$) раза больше, чем при сварке ацетилено-кислородным пламенем; соответственно для чугуна (температура плавления равна 1200°С) — в 1,6 и для латуни (температура плавления равна 900 °С) — в 1,46 раза.

Количество вводимой теплоты в единицу времени, т. е. эффективная мощность пламени зависит от расхода горючего газа, угла наклона пламени к поверхности металла, скорости его перемещения и соотношения содержания горючего газа и кислорода.

Контрольные вопросы:

1. Какие зоны имеются у сварочного пламени?
2. Какая зона имеет наиболее высокую температуру?
3. Какие виды сварочного пламени вы знаете?
4. Как отличить различные виды сварочного пламени?
5. Какие виды горения различают в зависимости от скорости распространения пламени?
6. Какое сварочное пламя обеспечивает максимальную температуру?
7. В чем состоит сущность горения?
8. Какой величиной определяется тепловая мощность пламени?
9. В каком пламени нет четко выраженных границ?
10. Какой цвет имеет водородно-кислородное пламя?

Лекция № 3.

Газы, применяемые при газопламенной обработке

План:

- 3.1. Кислород
- 3.2. Горючие газы
- 3.3. Карбид кальция

3.1. Кислород

Кислород - самый распространенный на Земле элемент. Он составляет около 50 % массы Земли, где он находится в окислах различных элементов, около 86 % массы воды в соединении с водородом и 23 % массы воздуха (21 % по объему) в смеси с азотом, аргоном и с другими газами.

Кислород — бесцветный газ, без запаха, тяжелее воздуха, плотность его при нормальном давлении и комнатной температуре 1,33 кг/м³. Кислород сжижается при нормальном давлении и температуре – 182, 9°С. Жидкий кислород прозрачен и имеет голубоватый цвет. Масса 1 л жидкого кислорода равна 1,14 кг. При испарении 1 л жидкого кислорода образуется 860 л газа.

Кислород очень активен - соединяется со всеми химическими элементами, кроме инертных газов. Реакции веществ с кислородом экзотермические, идущие с выделением теплоты при высокой температуре, - это горение.

При соприкосновении сжатого газообразного кислорода с маслом или жирами последние могут самовоспламеняться и вызвать пожар или взрыв. Поэтому кислородные баллоны следует тщательно предохранять от загрязнения маслом. Особенно опасны пропитанные жидким кислородом пористые горючие вещества (уголь, сажа, войлок, вата и др.), которые в этом случае становятся взрывчатыми. Одежда и волосы, будучи насыщенные кислородом, легко загораются. Смеси кислорода с горючими газами, жидкостями и их парами взрывоопасны при определенных соотношениях кислорода и горючего в смеси.

Получают кислород из воздуха глубоким охлаждением или из воды электролизом. В первом случае воздух в несколько приемов сжимают, каждый раз отводя выделяющуюся теплоту. После каждого цикла сжатия воздух очищают от влаги и

углекислого газа. При температуре - 194,5 °С воздух становится жидким. Затем его разделяют на кислород и азот перегонкой (ректификацией), основанной на разности температур кипения жидкого азота (-196 °С) и кислорода (-183 °С). При ректификации жидкий воздух переливают в ректификационной колонне. Азот при этом испаряется и отводится через верхнюю часть колонны, а кислород сливается на ее дно. Часть его испаряется и отводится из колонны, а жидкий кислород закачивают в теплоизолированные цистерны (танки), в которых его транспортируют. К месту сварки кислород доставляют газообразным в баллонах синего цвета под давлением 15 МПа.

Технический кислород выпускается по ГОСТ 5583—78 трех сортов: 1-го сорта, содержащего не менее 99,7% чистого кислорода, 2-го сорта—не менее 99,5% и 3-го сорта—не менее 99,2% (по объему); остаток в 0,3—0,8% составляют аргон и азот. Чем ниже чистота кислорода, тем хуже качество газопламенной обработки металла, особенно резки.

Для получения кислорода электролизом через воду, налитую в емкость электролизера, пропускают постоянный ток. В результате на отрицательном электроде - катоде - выделяется газообразный водород, а на аноде - кислород. При этом на 1 м³ кислорода затрачивается 10...20 кВт·А/ч электроэнергии, тогда как для получения 1 м³ кислорода глубоким охлаждением из воздуха - 0,5...1,6 кВт·А/ч. Поэтому электролиз воды выгодно применять для получения кислорода, если используется и выделяющийся одновременно с ним водород, который может быть применен при газопламенной сварке в качестве горючего газа. При электролизе больших количеств воды водород закачивают в баллоны зеленого цвета под давлением 15 МПа. При небольшой потребности в газах выгоднее производить электролиз воды непосредственно на месте сварки. В результате прямо из электролизера кислород и водород раздельно направляются по шлангам в сварочную горелку, где они смешиваются и на выходе из сопла горелки образуют пламя. Продукт горения при этом - водяной пар, такое пламя экологически чистое.

3.2. Горючие газы

В качестве горючих газов при сварке и резке применяют ацетилен, водород, пропан, бутан, нефтяные газы, природный газ и другие горючие, а также пары бензина и керосина (табл. 3.1).

Таблица 3.1

Горючие газы, применяемые при газопламенной сварке

Горючие газы, их состав	Плотность при 20 ⁰ С нормальном давлении, кг/м ³	Температура пламени при сгорании в кислороде, ⁰ С	Коэффициент замены ацетилена	Количество кислорода на 1 м ³ газа, подаваемого в горелку, м ³
Ацетилен C ₂ H ₂	1,17	3200	1,0	1,1...1,7
Водород H ₂	0,089	2500	5,2	0,4
Метан CH ₄	0,67	2200-2700	1,6	1,5
Природный газ: 94...98% CH ₄ и 2...6% негорючих примесей	0,73-0,9	1850-2200	1,5	1,5-2,0
Пропан C ₃ H ₈	1,88	2750	0,6	3,5
Бутан C ₄ H ₁₀	2,54	2500	0,45	4,0
Пропан-бутановая смесь: 85% C ₃ H ₈ , 12% C ₄ H ₁₀ и 3% C ₂ H ₆	1,92	2500-2700	0,6	0,6
Коксовый газ: 50% H ₂ , 25% CH ₄ , 8...10% CO, 15...17% негорючих примесей	0,4-0,55	2200	3,2	0,6
Нефтяной газ: 12% H ₂ , 50% смеси CH ₄ и C ₃ H ₈ , 28% других углеводородов и 10% примесей	0,87-1,37	2200-2300	1,2	0,65
Пары бензина	0,7-0,75	2300-2400	1,4	2,5 м ³ /кг

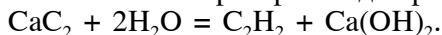
C_7H_{15}				
Пары керосина C_7H_{14}	0,79- 0,82	2100-2450	1,3	2,0 м ³ /кг

Ацетилен бесцветен, обладает резким неприятным запахом, взрывоопасен: при давлении 0,15...0,2 МПа для взрыва достаточно искры или быстрого нагрева до температуры 200 °С. При температуре 530 °С разлагается со взрывом. Смеси ацетилена с кислородом и воздухом способны взрываться даже при атмосферном давлении, если содержание ацетилена в смеси с кислородом лежит в пределах 2,8—93% и в смеси с воздухом — в пределах 2,2—81 % (по объему). Присутствие окиси меди снижает температуру его самовоспламенения до 240 °С. Может реагировать с медью, образуя взрывоопасные соединения. Поэтому при изготовлении ацетиленового оборудования нельзя применять сплавы с содержанием меди более 70 %. Взрываемость ацетилена понижается при растворении его в жидкостях, особенно в ацетоне (CH_3COCH_3), в одном объеме которого можно растворить 20 объемов ацетилена и еще больше, если увеличить давление и уменьшить температуру. Поэтому к месту сварки ацетилен доставляют в стальных баллонах, заполненных пористой массой (например, древесным активированным углем с размером частиц 2...3 мм). Эту массу пропитывают ацетоном, в котором под давлением 1,9 МПа растворен ацетилен.

Взрывы ацетилена обладают большой разрушительной силой, поэтому при использовании его необходимо строго соблюдать правила техники безопасности.

Длительное вдыхание технического ацетилена вызывает головокружение и даже отравление.

Ацетилен получают из карбида кальция CaC_2 , воздействуя на него водой в ацетиленовых генераторах. Идет реакция



Реакция эта экзотермическая, нужно принимать меры для предупреждения перегрева ацетилена, иначе возможен взрыв. Теоретически для разложения 1 кг карбида кальция требуется 0,562 кг воды. При этом получается 0,406 кг ацетилена и 1,156 кг гашеной извести. Гашеная известь (шлам) используется в строительстве.

Из карбида кальция в ацетилен переходят вредные примеси, загрязняющие ацетилен: сероводород, аммиак,

фосфорный водород, кремнистый водород. Эти примеси могут ухудшать свойства наплавленного металла и поэтому удаляются из ацетилена промывкой в воде и химической очисткой. Особенно нежелательна примесь фосфористого водорода, содержание которого более 0,7% в ацетилене повышает взрывоопасность последнего.

В настоящее время разработаны и применяются в промышленности новые способы получения ацетилена: термоокислительным пиролизом природного газа в смеси с кислородом; разложением жидких углеводородов (нефти, керосина) действием электродугового разряда.

Ацетилен обеспечивает наибольшую температуру пламени (до 3200 °С). Поэтому он чаще остальных газов применяется при всех видах газопламенной обработки.

Газы—заменители ацетилена. Для сварки и резки металлов применяют также горючие — заменители ацетилена. При сварке необходимо, чтобы температура пламени примерно в два раза превышала температуру плавления металла. Поэтому газы-заменители, поскольку температура их пламени ниже, чем у ацетилена, обычно используют при сварке металлов с более низкой температурой плавления, чем сталь (чугуна, алюминия и его сплавов, латуни, свинца), при пайке и т.п.

При замене ацетилена другими газами требуемое их количество можно примерно определить с помощью коэффициента замены: отношения объема газа-заменителя $V_{\text{газа}}$ к объему ацетилена $V_{\text{C}_2\text{H}_2}$, при условии, что оба эти объема обеспечивают одинаковое количество теплоты, вводимое при сварке в металл в единицу времени (одинаковую эффективную тепловую мощность $Q_{\text{эф}}$):

$$K_3 = V_{\text{газа}} / V_{\text{C}_2\text{H}_2}, \text{ при } Q_{\text{эф}} = \text{const.}$$

Вследствие более низкой температуры пламени применение газов-заменителей при сварке ограничено. Некоторые газы и жидкие горючие (например, нефтяной газ, пропан, керосин) для получения высокотемпературного пламени требуют по сравнению с ацетиленом большего удельного расхода кислорода. Низкокалорийные газы-заменители ацетилена неэкономично транспортировать в баллонах под высоким давлением на значительные расстояния. Такие газы следует использовать на предприятиях в тех районах, где эти газы имеются в достаточном

количестве и могут подаваться к местам сварки и резки по трубопроводам.

Водород в нормальных условиях - один из самых легких газов, он в 14,5 раз легче воздуха, бесцветен, не имеет запаха, с кислородом и воздухом образует взрывчатые смеси - гремучий газ, чем опасен.

Метан - газ без цвета и без запаха, при концентрации в воздухе 5...15 % взрывоопасен, является главной составляющей частью большинства природных или попутных при добыче и переработке нефти и каменного угля горючих газов.

Пропан — бесцветный газ с резким запахом, получаемый при переработке нефтепродуктов. Так же получают и бутан - газ без цвета и без запаха, сжижающийся при температуре 0 °С, взрывоопасный при его содержании в воздухе 1,5...8,5 %. Для сварки применяют чаще всего смесь пропана с бутаном, которую получают как побочный продукт переработки нефти. Пропан, бутан и их смесь подают к месту сварки в стальных баллонах в жидком состоянии под давлением 1,6 МПа.

Нефтяной и пиролизный газы получают при переработке нефти и нефтепродуктов. Они похожи по составу и свойствам, которые могут изменяться в широких пределах в зависимости от состава исходных продуктов. Бесцветны, могут обладать запахом сероводорода. К месту сварки подаются очищенными от смолистых примесей и сероводорода в баллонах красного цвета под давлением в 15 МПа, в сжиженном виде или по трубопроводам.

Коксовый газ бесцветен, с запахом сероводорода (тухлых яиц). Получают его при выработке кокса из каменного угля. Может содержать ядовитые цианистые соединения. Для сварки применяют после очистки от сероводорода и смолистых веществ.

Жидкие горючие, *бензин и керосин*, доступнее, дешевле и безопаснее горючих газов. В пар они превращаются непосредственно в сварочных горелках при подогреве специальным пламенем, что усложняет конструкцию горелок. Бензин для сварки предпочтительнее использовать с низким октановым числом. Применение этилированного бензина запрещено. Керосин нужно применять осветительный, предварительно профильтровав его через войлок и кусочки едкого натра NaOH для очистки от механических частиц, смолистых веществ и воды.

Главное значение при газопламенной обработке и особенно сварке имеет температура пламени, которую эти газы могут обеспечивать при сгорании в кислороде. Этим определяются области применения различных газов при сварке (табл. 3.2).

Таблица 3.2

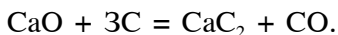
Области предпочтительного применения горючих газов

Виды газопламенной обработки и обрабатываемые материалы	Ацетилен	Водород	Метан	Природный газ	Пропан	Бутан	Смесь пропана с бутаном	Коксовый газ	Нефтяной газ	Бензин	Керосин
Сварка тонколистовой стали, чугуна, меди, алюминия и их сплавов	+				+		+				
Сварка свинца, стекла		+						+	+		
Пайка с газопламенным нагревом	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Поверхностная закалка	+				+		+	+	+	+	+
Напыление легкоплавких материалов			+	+	+		+				
Нагрев при правке, гибке	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

3.3. Карбид кальция

Карбид кальция - это твердое вещество темно-серого или коричневого цвета (в зависимости от наличия и количества примесей) плотностью 2,26... 2,4 г/см³. Карбид кальция получают

в электрических печах сплавлением извести и кокса по следующей реакции:



В Институте электросварки им. Е.О. Патона разработан способ электрошлаковой выплавки карбида кальция, который удешевляет процесс и улучшает чистоту получаемого продукта.

В техническом карбиде кальция содержится до 90 % чистого карбида, остальное - известь и другие примеси. Остывший карбид кальция дробят и сортируют на куски размерами 2 - 8, 8 - 15, 15 - 25 и 25 - 80 мм. Частиц размером менее 2 мм (пыли) в техническом карбиде должно быть не более 3%. Чем крупнее куски, тем больше выход ацетилена. В среднем из 1 кг CaC_2 получают 250...280 дм³ ацетилена (таблица 3.3).

Таблица 3.3

Нормы выхода ацетилена в зависимости от размеров кусков карбида кальция (по ГОСТ 1460-76)

Размеры кусков карбида кальция, мм	Норма выхода ацетилена, дм ³ /час	
	1-й сорт	2-й сорт
2 – 8	255	235
8 – 15	265	245
15 – 25	275	255
25 – 80	285	265
смешанные размеры	275	265

Потребителям карбид кальция доставляют в герметичных барабанах из кровельного железа или в бидонах вместимостью 80... 120 кг. При хранении карбид кальция надо оберегать от влаги, которую он активно поглощает из воздуха, образуя ацетилен.

Чем меньше размеры кусков карбида кальция, тем быстрее происходит его разложение. Карбидная пыль, смоченная водой, разлагается почти мгновенно, поэтому ее нельзя применять в обычных ацетиленовых генераторах, рассчитанных для работы на кусковом карбиде кальция, так как это может вызвать вспышку и даже взрыв ацетилена в генераторе. Для разложения карбидной пыли применяют генераторы специальной конструкции. Применяют также «сухой» способ разложения карбида кальция. По этому способу на 1 кг мелко раздробленного карбида кальция в генератор подают от 1 до 1,2 дм³ воды. Часть этой

воды идет на реакцию разложения, а остаток ее испаряется, на что расходуется основное количество тепла, выделяющегося при разложении карбида кальция. В результате этого процесса гашеная известь получается в виде сухой пушонки, удаление и транспортировка которой обходятся дешевле.

Контрольные вопросы:

1. Какие горючие газы применяют при газопламенной обработке?
2. По какому свойству горючего газа определяют область его применения при газопламенной обработке?
3. Что такое коэффициент замены ацетилена?
4. Как получают ацетилен?
5. Как получают карбид кальция?
6. В чем состоит сущность сухого способа разложения карбида кальция?

Лекция №4.

Аппаратура, применяемая при газопламенной обработке (ацетиленовые генераторы, очистители газа)

План:

- 4.1. Ацетиленовые генераторы
- 4.2. Очистители газа

4.1. Ацетиленовые генераторы

Ацетиленовым генератором называется аппарат для разложения карбида кальция водой с целью получения газообразного ацетилена.

Генератор должен обеспечивать высокий коэффициент полезного использования карбида кальция. Коэффициентом полезного использования называют отношение фактически полученного объема ацетилена V_{ϕ} к тому объему V_n , который можно получить из всего загруженного карбида:

$$\eta = \frac{V_{\phi}}{V_n}$$

Современные генераторы имеют к. п. и. от 0,85 до 0,98.

Температура воды и гашеной извести в зоне реакции не должна превышать 80° С, а получаемого газа—115° С. Ацетилен, поступающий в сеть или шланг горелки, должен иметь температуру, превышающую температуру окружающей среды не более чем на 10—15°С. Избыточное давление в заполненных ацетиленом газовых объемах не должно превышать 15 кПа. Эксплуатировать передвижные генераторы можно при температуре окружающей среды -25...+ 40 °С.

Согласно ГОСТ 5190—78 ацетиленовые генераторы классифицируются следующим образом:

1) по производительности — 0,5; 0,75; 1,25; 2,5; 3; 5; 10; 20; 40; 80; 160 и 320 м³/ч ацетилена;

2) по способу устройства — на передвижные и стационарные,

Передвижные генераторы изготавливают производительностью до 3 м³/ч;

3) в зависимости от давления вырабатываемого ацетилена: низкого давления — до 10 кПа включительно; среднего давления — от 10 до 70 кПа и от 70 до 150 кПа включительно

4) по способу взаимодействия карбида с водой:

- «карбид в воду» (КВ);

- «вода на карбид» (ВК);

- «вытеснение воды» (ВВ);

- комбинированные «вода на карбид» и «вытеснение воды» (ВК и ВВ).

В генераторах системы КВ (рис. 4.1, а) порция карбида кальция из загрузочного бункера 1 через заслонку подается в газосборник 4, в который налита вода. Образующийся ацетилен проходит через воду, скапливается в верхней части газосборника 4 и отводится к месту сварки или хранения через штуцер 6. Ил (гашеная известь) по мере накопления убирается через донное отверстие 5. При понижении давления ацетилена по мере его расхода в газосборник 4 подается новая порция карбида кальция.

Эта система дает наивысший (до 95 %) выход ацетилена из карбида кальция. Куски карбида омываются большим количеством воды и разлагаются практически полностью. Ацетилен, проходя через слой воды, хорошо охлаждается и промывается. Генераторы системы КВ вырабатывают чистый, охлажденный и поэтому наименее взрывоопасный ацетилен. Их недостаток - большой расход воды и, как следствие, большие

габариты. Поэтому система КВ применяется для стационарных генераторов низкого и среднего давления большой производительности - более $10 \text{ м}^3/\text{ч}$.

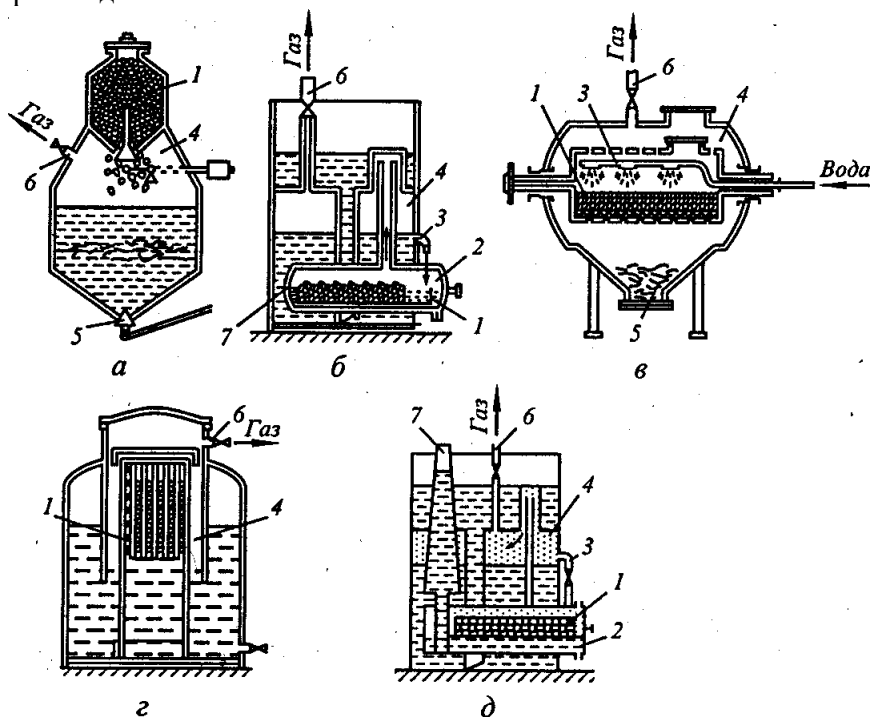


Рис. 4.1. Схемы ацетиленовых генераторов:

а - "карбид в воду"; б - "вода на карбид"; в - "сухого разложения"; г - "вытеснение воды"; д - комбинированная: "вода на карбид и вытеснение воды"; 1 - бункер или барабан с карбидом; 2 - реторта; 3 - система подачи воды; 4 - газосборник; 5 - отверстие для спуска ила; 6 - отбор газа; 7-конусообразный сосуд

В генераторах системы ВК (рис. 4.1, б) карбид кальция помещают в коробку 1, которую устанавливают в реторту 2, герметично закрываемую снаружи. Вода через штуцер 3 подается в реторту, омывая карбид кальция. Происходит реакция. Выделяющийся ацетилен поступает из реторты в газосборник 4.

Давление ацетилена увеличивается, вода под этим давлением поднимается в верхнюю часть корпуса генератора, уровень ее становится ниже штуцера 3. Подача воды в реторту 2 прекращается. Ацетилен отводится к месту сварки через штуцер 6. При этом давление в газосборнике 4 уменьшается, уровень воды в нем увеличивается, вода вновь начинает поступать в реторту 2. Цикл повторяется. Известь, образующаяся при разложении карбида, накапливается в реторте 2, откуда ее периодически убирают.

Разновидность системы ВК - это генераторы "сухого разложения" (рис. 4.1, в). В них карбид кальция загружают в барабан 1, внутри которого с помощью трубки 3 системы подачи распыляют воду. Воды подают вдвое больше, чем это требуется для разложения карбида. Барабан 1 вращают, интенсивно перемешивая карбид.

Через отверстия в стенках барабана образующийся ацетилен выходит в газосборник 4 и отводится через штуцер 6. Ил, высыпаясь через эти отверстия, скапливается на дне газосборника 4, откуда его периодически убирают через отверстие 5. Избыток воды при реакции испаряется, поглощая выделяющееся тепло и частично охлаждая ацетилен.

В генераторах системы ВК карбид реагирует с относительно малым количеством воды, зона реакции охлаждается слабо. Возможен перегрев ацетилена, в результате при температуре 150...180 °С может начаться полимеризация ацетилена - соединение нескольких его молекул в одну, более сложную, образуются новые соединения, смолообразные продукты, ухудшающие качество ацетилена как горючего газа. Наличие полимеризации можно обнаружить по смолистому налету в трубопроводах, по желтоватой окраске удаляемого из реторты ила. Кроме того, в генераторах системы ВК куски карбида обволакиваются гашеной известью, которая отделяет их от воды, реакция разложения идет не до конца, выход ацетилена составляет не более 80...90 %. В реторту карбида загружается немного, поэтому генератор надо почти непрерывно обслуживать. Однако генераторы системы ВК наиболее распространены, что объясняется простотой их конструкции и небольшими габаритами.

Генераторы системы ВВ состоят из двух сообщающихся сосудов, один из которых - газосборник (рис. 4.1, г). Внутри

газосборника 4 помещен решетчатый барабан 1 с карбидом кальция. В оба сосуда наливают воду так, чтобы она смачивала карбид. Ацетилен, выделяясь в результате разложения карбида, скапливается в верхней части газосборника 4 и отводится в газовую магистраль через штуцер 6. При интенсивной реакции ацетилена образуется больше, чем отводится, давление в полости газосборника 4 растет, ацетилен вытесняет воду из газообразователя в другую часть генератора. Уровень воды в газосборнике 4 снижается, смачивается меньше карбида, ацетилена выделяется меньше. При уменьшении давления вследствие расхода ацетилена уровень воды вновь поднимается, реакция интенсифицируется.

Генераторы системы ВВ надежны и удобны в эксплуатации. Их применяют как передвижные аппараты. Однако при прекращении отбора газа в них возможен перегрев ацетилена. Эти генераторы обеспечивают наихудшее качество ацетилена и самый низкий выход его из карбида кальция.

Лучшие результаты обеспечивают генераторы комбинированной системы (рис. 4.1, д). Карбид кальция загружают в барабан-корзину 7, который помещают в реторту 2 со встроенным в нее конусообразным сосудом 7. В реторту 2, сосуд 7 и сообщающиеся полости корпуса генератора заливают воду. Образующийся газ из реторты переходит в газосборник 4. Если ацетилена образуется больше, чем отводится через штуцер 6, то увеличивается давление в газосборнике 4 и вода из реторты 2 вытесняется в сосуд 7. Реакция замедляется. При уменьшении давления газа в газосборнике 4 вода из верхней части корпуса переливается в нижнюю, уровень воды в газосборнике 4 поднимается, достигает крана системы подачи воды 3, вода заливается в реторту 2, пополняя ее расход. Одновременно в реторту при понижении давления газа поступает вода из сосуда 7. Затем цикл повторяется. Генераторы комбинированной системы имеют небольшую производительность (до 3 м³/ч), их применяют как передвижные установки. Плавное регулирование газообразования в зависимости от расхода ацетилена - их главное преимущество перед генераторами других систем.

При выполнении монтажных работ для сварки и резки применяют передвижные ацетиленовые генераторы, техническая характеристика которых приведена в таблице 4.1.

Таблица 4.1

Техническая характеристика передвижных ацетиленовых генераторов

Марка генератора	Система генератора	Производительность, м ³ /ч	Рабочее давление, МПа	Едино-временная загрузка карбида кальция, кг	Масса генератора без воды и карбида кальция, кг
ГНВ-1,25	ВК и ВВ	1,25	0,002-0,008	4	42
АНВ-1,25	ВК и ВВ	1,25	0,0015-0,0025	4	42
АСМ-1,25	ВВ	1,25	0,01-0,07	2,2	18
АСМ-1-66	ВВ	1,25	0,01-0,07	2	37
АСВ-1,25	ВВ	1,25	0,01-0,07	3	19
ГВР – 1,25М	ВК и ВВ	1,25	0,08-0,015	5	50
АСП-1,25-6	ВВ	1,25	0,01-0,07	3,5	21
АМВ-1,25	ВВ	1,25	0,01-0,07	3,5	21
АСП-10	ВК и ВВ	1,25	0,15	3,5	21,3

Передвижной ацетиленовый генератор типа АСП-1,25-6 (рис. 4.2) представляет собой вертикальный цилиндрический аппарат, состоящий из корпуса, крышки 4 с мембраной 6, корзины для карбида кальция 8, предохранительного клапана 9 вентилля 12, предохранительного затвора 13 и других элементов.

Корпус состоит из трех частей: верхней — газообразователя, средней — вытеснителя и нижней — промывателя и газосборника; верхняя часть с нижней соединены между собой переливной трубкой 10. В газообразователе происходит разложение карбида кальция с выделением ацетилена.

Регулирование количества разложенного карбида кальция в газообразователе происходит двумя способами:

- вертикальным движением корзины с карбидом кальция в воду и обратно на соответствующую высоту; корзина с карбидом кальция связана с мембраной 6, укрепленной в крышке 4 горловины 7 аппарата;

- за счет работы вытеснителя; в вытеснителе находятся воздушная подушка и вода, которая сообщается с водой в газообразователе в процессе работы генератора.

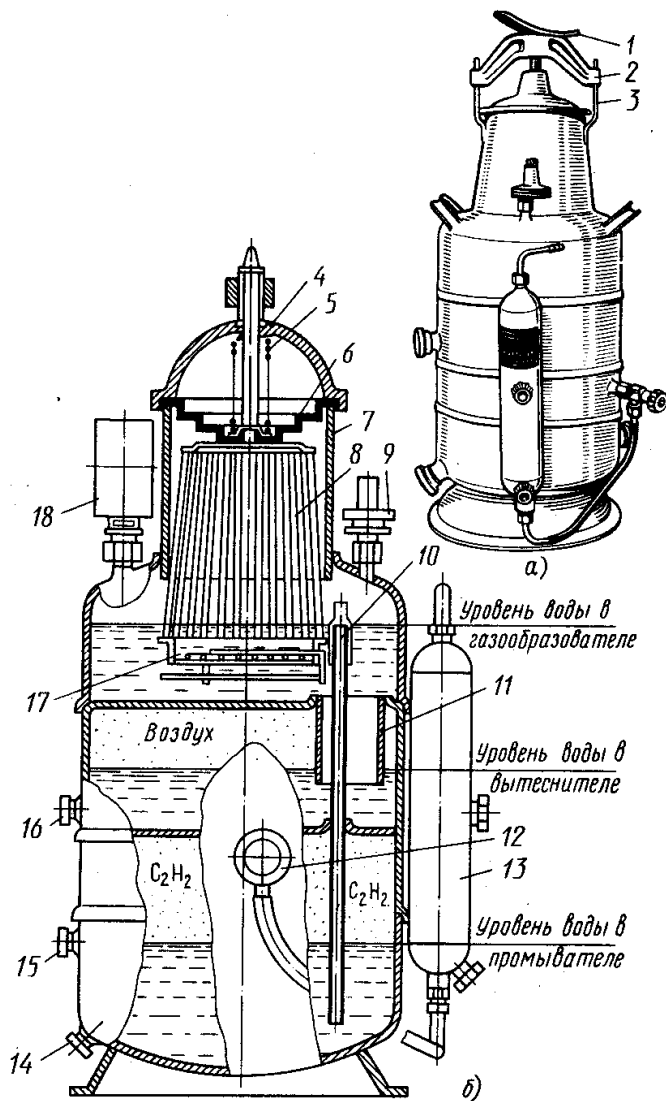


Рис. 4.2. Внешний вид (а) и схема (б) передвижного ацетиленового генератора среднего давления АСП-1,25-6

В промывателе происходят охлаждение и отделение ацетилена от частичек извести. В верхней части этой камеры скапливается ацетилен. Эту часть аппарата называют газосборником.

Вода в газообразователь заливается через горловину 7. При достижении уровня переливной трубки 10 вода поступает из газообразователя в промыватель. Заполнение промывателя происходит до уровня контрольной пробки 15. Карбид кальция загружают в корзину 8, закрепляют поддон 17, устанавливают крышку 4 с мембраной 6 на горловину 7. Уплотнение крышки с горловиной обеспечивается мембраной 6 усилием, создаваемым винтом 1.

Образующийся в газообразователе ацетилен по трубке 10 поступает в промыватель, проходит через слой воды, охлаждается и промывается.

Из промывателя ацетилен, пройдя через вентиль 12 по шлангу, поступает в предохранительный затвор 13, откуда далее на потребление.

По мере повышения давления в газообразователе корзина с карбидом кальция, связанная с пружиной 5 мембраны, перемещается вверх, уровень замочки карбида кальция уменьшается, ограничивается выработка ацетилена и рост давления прекращается.

При снижении давления в газообразователе усилием пружины 5 мембрана и корзина с карбидом кальция опускаются в воду. Таким образом с помощью мембраны с пружиной осуществляется автоматическое регулирование давления ацетилена в аппарате.

Давление в аппарате можно регулировать вытеснением воды из газообразователя в вытеснитель через патрубок 11 и обратно. По мере выделения ацетилена давление в газообразователе возрастает, вода переливается в вытеснитель, уровень воды в газообразователе понижается и корзина с карбидом кальция оказывается выше уровня воды — реакция разложения карбида кальция водой прекращается. По мере понижения давления в газообразователе вода из вытеснителя поднимается вверх и вновь происходит замочка карбида кальция в газообразователе.

Предохранительный клапан 9 служит для сброса избыточного давления ацетилена в случае его возможного повышения. В месте присоединения клапана к корпусу

установлена сетка, предназначенная для задержания частиц карбида, окаины и др.

Вентиль 12 служит для пуска и регулирования подачи ацетилена к потребителю. Давление ацетилена в газообразователе контролируется манометром 18. Слив ила из газообразователя и иловой воды из промывателя осуществляется соответственно через штуцера 16, 14.

Затвор предохранительный 13 среднего давления типа ЗСГ-1,25-4 служит для предохранения генератора от проникновения в него взрывной волны при обратном ударе пламени, а также от проникновения воздуха и кислорода со стороны потребителя.

4.2. Очистители газа

Ацетилен, получаемый в генераторах, содержит твердые частицы извести и угля, водяной пар, примеси аммиака, сероводорода, фосфористого и кремнистого водорода.

Аммиак, пыль и часть сероводорода удаляются при промывке ацетилена водой, что предусмотрено в большинстве типов ацетиленовых генераторов.

Водяной пар поглощается в осушителях, представляющих собой емкости, заполненные хлористым кальцием, силикагелем, едким натром или карбидом кальция. Фосфористый водород PH_3 и остатки сероводорода H_2S удаляют очисткой химическими веществами, содержащими хром или хлор в качестве активных элементов.

Наиболее вредная примесь - ядовитый фосфористый водород PH_3 . Для очистки от него используют гератолинфузорную землю, пропитанную хромовым ангидридом (хромпиком) и серной кислотой при содержании влаги 18...20 %. Для этого ацетилен пропускают через очиститель, в корпусе которого установлены по вертикали полки с насыпанным на них гератолем слоем толщиной 50...60 мм. Очистительную массу располагают слоями 50-60 мм. Удельный расход 0,23-0,3 кг на м^3 газа. Гератоль имеет желтый цвет, а отработанная - зеленый.

Контрольные вопросы:

1. Что такое ацетиленовый генератор?
2. Какие бывают типы ацетиленовых генераторов?

Лекция №5.

Аппаратура, применяемая при газопламенной обработке (баллоны для газов, редукторы)

План:

- 5.1. Баллоны для газов
- 5.2. Вентили
- 5.3. Редукторы

5.1. Баллоны для газов

Баллоны - это стальные сосуды, предназначенные для хранения и транспортировки сжатых, сжиженных и растворенных газов под давлением (рис. 5.1).

Баллоны представляют собой стальные цилиндрические сосуды, имеющие внизу днище, а сверху - узкую горловину. В горловине баллона сделано конусное отверстие с резьбой, куда ввертывается вентиль. Сверху вентиль закрывают колпаком для предохранения от повреждения во время перевозки. На нижнюю часть баллона насажен башмак, обеспечивающий устойчивость баллона в вертикальном положении.

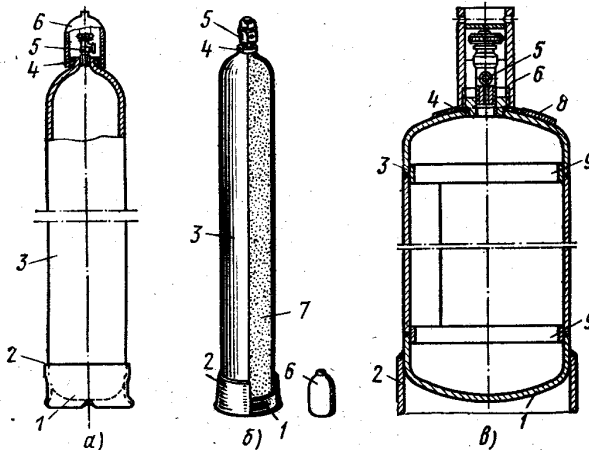


Рис. 5.1. Баллоны для газов:

а - кислорода; б - ацетилена; в - пропан-бутана; 1 - днище; 2 - опорный башмак; 3 - корпус; 4 - горловина; 5 - вентиль; 6 - колпак; 7 - пористая масса; 8 - паспортная табличка; 9 - подкладные кольца

В зависимости от рода газа баллоны окрашивают в разные цвета и наносят на них разной краской названия газов (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Окраска газовых баллонов

Газ	Цвет баллона	Цвет надписи (название газа)
Кислород	Голубой	Черный
Ацетилен	Белый	Красный
Водород	Темно-зеленый	Красный
Пропан или смесь пропана с бутаном	Красный	Белый
Другие горючие газы - заменители ацетилена	Красный	Белый

Участок на верхней сферической части баллона не окрашивают и выбивают на нем паспортные данные баллона: тип, заводской номер, товарный знак завода-изготовителя, массу порожнего баллона, его вместимость, рабочее и испытательное давление, дату изготовления, клейма технического контроля и инспекции Госгортехнадзора, дату следующего испытания, которые проводят каждые пять лет.

Баллоны на рабочем месте устанавливают вертикально и крепят хомутом к стене или специальной стойке. При перевозке баллоны во избежание взрыва располагают поперек направления движения колпаками в одну сторону.

Баллоны для кислорода и других сжатых газов. Баллоны бесшовные для газов высоких давлений по ГОСТ 949-73 изготавливают из труб углеродистой и легированной стали. Наибольшее распространение имеют баллоны емкостью 40 дм³. Такие баллоны имеют диаметр 219 мм, длину 1390 мм и толщину стенки 8 мм. Масса их без газа 67 кг. Баллоны типов 150 и 150Л применяют для кислорода, водорода, азота, метана, сжатого воздуха и редких газов. Для сжатого воздуха и метана используют также баллоны типов 200 и 200Л. Для углекислого газа применяют баллоны типа 150. Для ацетилена, аммиака и других газов с давлением до 10 МПа применяют баллоны типа 100.

Для приближенного расчета количества кислорода в баллоне водяную емкость баллона в дм^3 умножают на 10 и на давление газа в нем в МПа.

Пример. Емкость баллона 40 дм^3 , давление кислорода 15 МПа. Количество кислорода в баллоне равно $40 \cdot 10 \cdot 15 = 6000 \text{ дм}^3$, или 6 м^3 (при атмосферном давлении).

Расходовать кислород из баллона можно до тех пор, пока давление в нем не снизится до $0,05\text{—}0,1$ МПа. После этого вентиль баллона закрывают, снимают редуктор, наворачивают на вентиль заглушку, колпак и отправляют баллон на склад.

Полностью выпускать кислород из баллона нельзя, так как на заводе, где наполняют баллоны кислородом, не смогут в случае необходимости проверить, каким газом был наполнен баллон.

Баллоны для ацетилена. Хранение и транспортировка ацетилена под давлением в обычных баллонах недопустима из-за возможности взрыва ацетилена при обратном ударе пламени в баллон, случайном нагреве баллона горелкой и др. Поэтому, чтобы обеспечить условия для безопасного хранения ацетилена под давлением, баллоны заполняют специальной высокопористой массой, состоящей из активированного древесного угля в количестве $290\text{—}320 \text{ г/дм}^3$ емкости баллона или из смеси угля, пемзы, инфузорной земли или из других легких и пористых веществ. Массу в баллоне пропитывают ацетоном, в котором ацетилен хорошо растворяется. Ацетона берут из расчета $225\text{—}300 \text{ г}$ на 1 дм^3 емкости баллона. Один объем ацетона растворяет при нормальной температуре и давлении 23 объема ацетилена. Находясь в порах массы, растворенный в ацетоне ацетилен взрывобезопасен, и его можно хранить под давлением до $2,5\text{—}3,0$ МПа. Ацетилен в баллонах называется растворенным ацетиленом и выпускается по ГОСТ 5457-75. Нормальное давление растворенного ацетилена в баллоне $1,9 \text{ МПа}$ при 20°С .

Когда открывают вентиль, ацетилен выделяется из ацетона и в виде газа выходит через редуктор в шланг горелки. Ацетон остаётся в порах массы и растворяет новые порции ацетилена при последующих наполнениях баллона газом.

Для определения количества ацетилена в баллоне последний взвешивают до и после наполнения газом. По разности весов определяют количество находящегося в баллоне ацетилена в килограммах.

Пример. Вес баллона с ацетиленом 89 кг; вес порожнего баллона 83 кг; количество ацетилена в баллоне равно: по весу $89 - 83 = 6$ кг; по объему $6 : 1,09 = 5,5 \text{ м}^3$ (при атмосферном давлении и температуре 20° C), где $1,09 \text{ кг/м}^3$ —плотность ацетилена.

Ацетиленовые баллоны, заполненные пористой массой, имеют те же размеры, что и кислородные.

При отборе ацетилена из баллона вместе с газом уносится часть ацетона—30—40 г на 1 м^3 ацетилена, вследствие чего уменьшается газобираемость баллона при последующих наполнениях. Для уменьшения потерь ацетона следует отбирать из баллона не более $1700 \text{ дм}^3/\text{ч}$ ацетилена и при этом держать баллон в вертикальном положении. При большом потреблении ацетилена несколько баллонов соединяют в батарею. Для уменьшения потерь ацетона нельзя отбирать ацетилен из баллона до остаточного давления менее $0,05 \text{ МПа}$ при температуре ниже 0° C , до $0,1 \text{ МПа}$ при температуре от 0 до 15° C , до $0,2 \text{ МПа}$ при температуре от 15 до 25° C и до $0,3 \text{ МПа}$ при температуре от 25 до 35° C .

Применение растворенного ацетилена при сварке и резке имеет ряд преимуществ по сравнению с ацетиленом, получаемым в передвижных ацетиленовых генераторах: обеспечивается безопасность работ; более высокая чистота ацетилена, свободного от влаги, благодаря чему его можно использовать при работе в зимнее время; более высокое давление газа перед горелкой и резаком, что способствует устойчивости сварочного пламени; компактность сварочной установки и простота ее обслуживания. При замене переносных генераторов ацетиленовыми баллонами производительность труда сварщика повышается на 20% и на 15—25% уменьшаются потери ацетилена.

Баллоны для сжиженного газа пропана изготавливают сварными из углеродистой стали Ст3 вместимостью 27; 50; 80 дм^3 с толщиной стенки 3 мм. Предельное рабочее давление в баллоне с пропаном не должно превышать $0,16 \text{ МПа}$. Баллон наполняется с таким расчетом, чтобы над жидкостью была паровая подушка для заполнения ее расширившимся сжиженным газом при повышении температуры. Коэффициент наполнения пропанового баллона составляет $0,452 \text{ кг/дм}^3$. В пропановый

баллон вместимостью 50 дм³ заливается 21,3 кг жидкого пропана.

5.2. Вентили

Вентиль — это запорное устройство, которое позволяет сохранить в баллоне сжатый или сжиженный газ. Назначение и принцип действия всех баллонных вентилях одинаковы. Каждый вентиль имеет шпindel, который перемещается при вращении маховичка, открывая или закрывая клапан. Хвостовик вентиля имеет коническую резьбу.

Вентиль кислородного баллона (рис. 5.2) изготавливается из латуни, обладающей коррозионной стойкостью при работе в среде кислорода. Редуктор присоединяется к вентилу накидной гайкой с правой резьбой. Кислородный вентиль не должен быть загрязнен, особенно жирами и маслами. Кислородные вентили пригодны для баллонов с азотом, аргоном, сжатым воздухом и углекислотой.

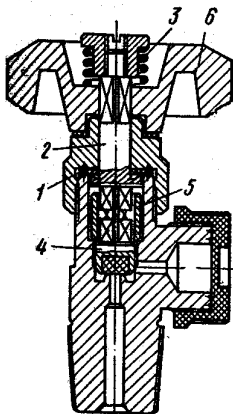


Рис. 5.2. Вентиль для кислородного баллона:

1 — фибровая прокладка; 2 — шпindel; 3 — пружина; 4 — клапан; 5 — маховичок

Ацетиленовый вентиль (рис. 5.3) изготавливается из стали, так как медные сплавы с содержанием более 70% меди при длительном соприкосновении с ацетиленом образуют взрывчатое соединение — ацетиленистую медь. Ацетиленовый редуктор присоединяется к вентилу хомутом, а открывание и закрывание вентиля выполняется специальным торцовым ключом.

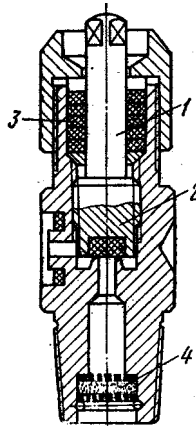


Рис. 5.3. Вентиль для ацетиленового баллона:

1 – шпindelь; 2 – клапан; 3 – уплотнение сальника; 4 – фильтр

Вентиль пропанового баллона (рис. 5.4) по конструкции подобен кислородному, но в отличие от него редуктор присоединяется накидной гайкой с левой резьбой.

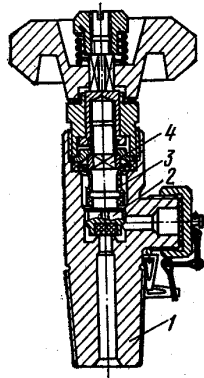


Рис. 5.4. Вентиль для баллона с пропан-бутаном:

1 – корпус; 2 – клапан; 3 – резиновый манжет; 4 – шпindelь

Вентили имеют различную резьбу хвостовиков, что исключает возможность установки на баллон не соответствующего ему вентиля.

5.3. Редукторы

Редуктор служит для понижения сетевого давления или давления, под которым газ находится в баллоне, до рабочей величины и автоматического поддержания рабочего давления неизменным независимо от давления в баллоне или в сети.

Классифицируются редукторы по следующим признакам:

1. По принципу действия:

а) прямого действия – давление поступающего газа стремится открыть клапан, через который газ входит в рабочую камеру редуктора;

б) обратного действия – давление поступающего газа стремится закрыть клапан, через который газ входит в рабочую камеру редуктора – удобнее и безопаснее

2. По числу ступеней редуцирования:

а) однокамерные (одноступенчатые);

б) двухкамерные (двухступенчатые) – давление снижается в два этапа

3. По виду редуцируемого газа:

а) кислородные;

б) ацетиленовые;

в) пропан-бутановые;

г) метановые

4. По давлению газа перед редуктором:

а) высокого давления (18,5-40 МПа);

б) среднего давления (1,5-4 МПа).

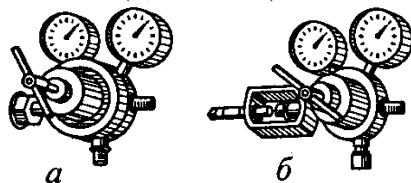


Рис. 5.5. Кислородный (а) и ацетиленовый (б) редукторы

Внешне отличаются они друг от друга окраской, цвет которой должен быть таким же, как и у баллона для данного газа. У кислородного редуктора – голубой, ацетиленового – белый, пропанового – красный. Другое отличие – конструкция присоединительных устройств для крепления редукторов к баллону. У ацетиленовых редукторов это хомут с упорным винтом, у остальных редукторов – накидная гайка с резьбой, соответствующей резьбе на вентиле баллона.

По схемам редуцирования редукторы выполняют одноступенчатыми (однокамерными) и двухступенчатыми (двухкамерными), в которых давление снижается в два этапа.

Принцип действия всех редукторов одинаков (рис. 5.6).

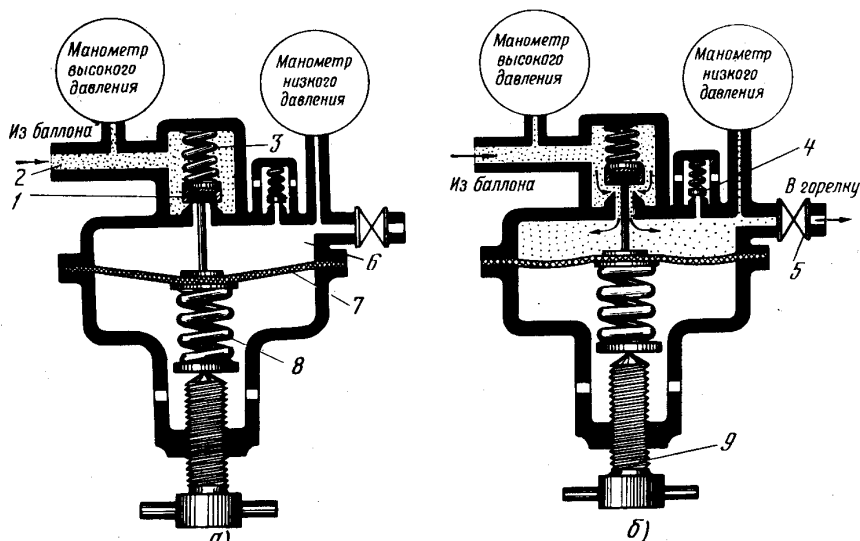


Рис. 5.6. Схема устройства и работы редуктора:
а – нерабочее положение; б – рабочее положение

Редуктор имеет две камеры: высокого давления 2 и низкого давления 1. Камера 2 высокого давления непосредственно сообщается с баллоном, и давление газа в ней равно давлению газа в баллоне. Между первой и второй камерами находится клапан 1, на который действуют пружины 3 и 8. Газ, проходя через клапан 1, преодолевает большое сопротивление и теряет давление. В зависимости от соотношения усилий сжатия этих пружин клапан будет закрыт (усилие пружины 3 больше усилия пружины 8) или открыт (усилие пружины 8 больше усилия пружины 3). Чем больше сжата пружина 8, тем больше открыт клапан 1 и тем выше давление в камере 6. Регулирование усилия сжатия пружины 8 достигается вращением винта 9. Ввертывание винта 9 сжимает пружину 8, вывертывание винта уменьшает усилие сжатия пружины.

Чтобы закрыть клапан 1, надо полностью ослабить пружину 8. Редуктор имеет предохранительный клапан 4. Давление в обеих камерах измеряется манометрами.

Если при каком-то положении винта 9 расход и поступление газа в редуктор равны, то рабочее давление остается постоянным и мембрана 7 находится в одном положении. Если количество газа, отбираемого из редуктора, больше количества газа, поступающего в него, то давление в камере 6 понизится. При этом нажимная пружина 8 начнет удлиняться и будет деформировать мембрану 7; клапан 1 откроется, в результате чего поступление газа в камеру 6 увеличится.

Уменьшение расхода газа в процессе работы вызовет повышение давления в камере 6 редуктора, усилие, действующее на мембрану 7, возрастает, она изогнется в противоположную сторону и сожмет пружину 8. Клапан 1 будет закрываться и поступление газа уменьшится. Таким образом мембрана обеспечивает автоматическое поддержание давления.

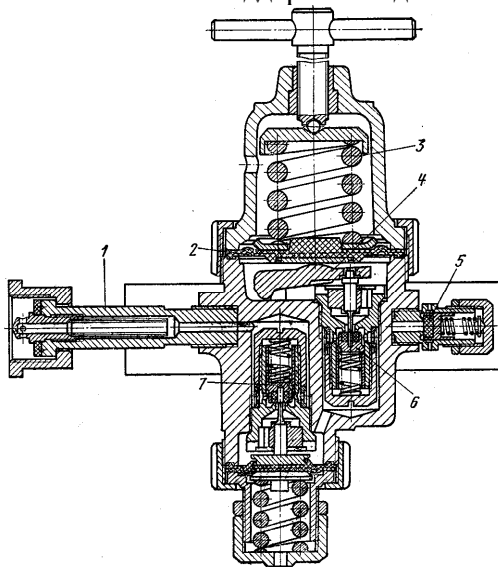


Рис. 5.7. Двухкамерный кислородный редуктор ДКД-8-65:

1 – штуцер входа газа; 2 – мембрана; 3 – главная пружина; 4 – рычаг; 5 – предохранительный клапан; 6 – редуцирующий клапан 2-й ступени; 7 – редуцирующий клапан первой ступени

Кроме рассмотренного одноступенчатого (однокамерного) редуктора выпускаются двухступенчатые редукторы (двухкамерные), в которых снижение давления газа достигается за две ступени: например, в кислородном редукторе — с 15 до 5 МПа и с 5 МПа до рабочего давления (рис. 5.7).

Двухступенчатые редукторы более точно поддерживают заданное давление, не замерзают при низких температурах и не нуждаются в частой регулировке рабочего давления газа в процессе эксплуатации; однако конструкция их значительно сложнее.

Промышленность выпускает баллонные кислородные редукторы (одноступенчатый) ДКП-1-65, двухступенчатые ДКД-8-65 и ДКД-15-65, баллонные ацетиленовые редукторы ДАП-1-65, двухступенчатый ДАД-1-65, водородный ДВП-1-65 и пропан-бутановый ДПП-1-65.

На сварочных постах, питаемых от газопровода, устанавливаются сетевые редукторы: кислородный ДСК-66, ацетиленовый ДАС-66, пропановый ДПС-66 и метановый ДМС-66.

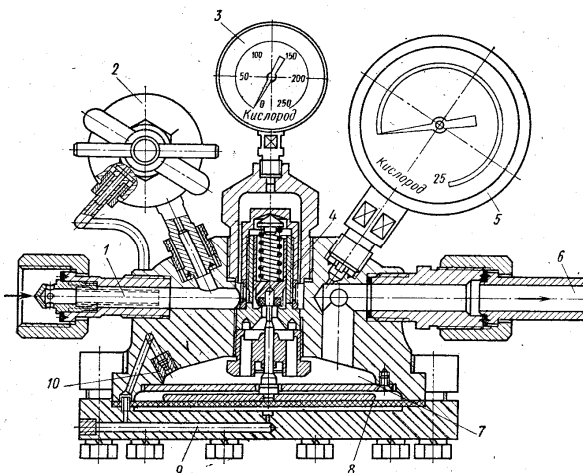


Рис. 5.8. Рамповый редуктор ДКР-250:

1 — штуцер входа газа; 2 — вспомогательный редуктор; 3 — манометр высокого давления; 4 — редуцирующий клапан; 5 — манометр низкого давления; 6 — штуцер выхода газа; 7 — рабочая камера; 8 — мембрана; 9 — канал; 10 — дюзa

Для централизованного питания газами применяют центральные (рамповые) редукторы кислородные ДКР-250 и ДКР-6000 (рис. 5.8), рассчитанные на максимальную пропускную способность газа соответственно до 250 и 6000 м³/ч при рабочем давлении 0,3—1,6 МПа; ацетиленовый ДАР-64 с пропускной способностью до 15 м³/ч и пропан-бутановый ДПР-1-64 с пропускной способностью до 25 м³/ч.

Рабочие характеристики редукторов:

1) Пропускная способность:

$$A = (p_1 - p_2)Vt,$$

где p_1 и p_2 - давление газа в баллоне до испытания и после;

V - объем баллона в литрах;

t - время пропускания газа.

2) Чувствительность регулировки характеризуется изменением величины рабочего давления при повороте регулирующего винта главной пружины на 1/4 оборота

3) Предел редуцирования - эта величина минимального давления $p_{1\min}$ перед редуктором, при которой рабочее давление начинает быстро падать:

$$p_{1\min} = (2-2,5) p_2.$$

4) Перепад давления Δp_2 показывает относительную величину повышения рабочего давления p_2' редуктора при прекращении расхода газа через него:

$$\Delta p_2 = \frac{p_2' - p_2}{p_2} 100\%$$

Величина перепада не должна превышать 50%.

Манометр служит для измерения давления газа и состоит из трубчатой пружины, согнутой по дуге. Внутренняя полость трубки соединяется ниппелем, ввернутым в корпус редуктора, с камерой, в которой находится газ. Второй свободный конец трубки имеет наконечник, механически соединенный со стрелкой. При изменении давления меняется величина деформации трубчатой пружины, а вместе с ней и отклонение стрелки.

Показания манометров должны строго соответствовать давлению газа. Неисправный манометр следует заменять;

редуктор с неисправным манометром к эксплуатации не допускается.

Контрольные вопросы:

1. Как определить какой газ находится в данном баллоне?
2. Для чего нужен газовый редуктор?
3. Чем отличаются редукторы прямого и обратного действия?

Лекция №6.

Аппаратура, применяемая при газопламенной обработке (Предохранительные затворы, указатели расхода газа)

План:

- 6.1. Предохранительные затворы
- 6.2. Указатели расхода газа
- 6.3. Рукава (шланги)

6.1. Предохранительные затворы

Если при сварке по какой-либо причине скорость истечения горючей смеси станет меньше скорости ее сгорания, перегреется или засорится канал мундштука горелки, то может произойти обратный удар — воспламенение горючей смеси в каналах горелки и распространение пламени по шлангу горючего газа. Пламя может попасть в ацетиленовый генератор или газовую магистраль — произойдет взрыв. Для защиты от обратного удара применяют предохранительные затворы.

Предохранительными водяными затворами называют устройства, предназначенные для защиты ацетиленовых генераторов и трубопроводов для горючих газов от проникновения в них пламени обратного удара, а также кислорода из горелки и резака и воздуха из атмосферы.

По назначению предохранительные затворы могут быть центральные, устанавливаемые на магистрали стационарных ацетиленовых генераторов, и постовые - у каждого сварочного поста или на однопостовых генераторах. По предельному давлению различают затворы низкого (до 0,01 МПа), среднего (до 0,07 МПа) и высокого (до 0,15 МПа). По конструкции затворы бывают гидравлические (водяные) и сухие.

Все затворы окрашивают в белый цвет.

Водяной затвор должен заполняться водой до установленного уровня. В соответствии с рабочим давлением ацетилена применяют водяные затворы низкого и среднего давления.

Схема работы водяного затвора низкого давления при различных условиях показана на рис. 6.1 а, б, в, г. На рис. 6.1, д изображена конструкция затвора низкого давления. Ацетилен поступает в затвор по центральной трубке 1, вытесняя воду в наружную трубку 2. При обратном ударе пламени в центральной трубке образуется водяная пробка, препятствующая прохождению взрывной волны через затвор в ацетиленовый шланг.

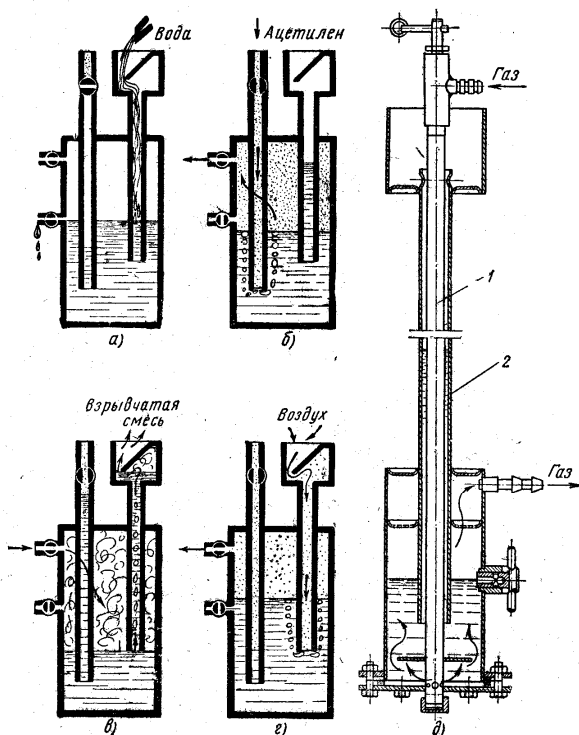


Рис. 6.1. Схема и конструкция водяного затвора низкого давления:

а - наполнение водой, б — нормальная работа, в — обратный удар, г — подсос воздуха при недостатке газа, д — конструкция затвора низкого давления открытого типа

В водяной затвор среднего давления (рис. 6.2) горючий газ входит по трубке 1, отжимая шарик клапана 2, в корпус 3, заполненный водой до уровня контрольного крана 6, через ниппель 5 идет в горелку. При обратном ударе давление в затворе резко повышается, вода давит на клапан 2 и закрывает его - подача газа прекращается. Взрывная волна гасится узкой щелью между стенкой корпуса 3 и диском 4. Это затвор закрытого типа. В открытых затворах взрывная волна выбрасывается в атмосферу.

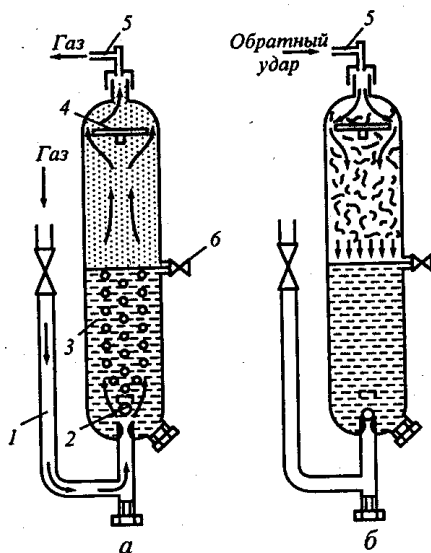


Рис. 6.2. Схема водяного затвора среднего давления закрытого типа:

а - нормальная работа; б - обратный удар; 1 - трубка; 2 - шарик клапана; 3 - корпус; 4 - диск; 5 - ниппель; 6 - контрольный кран

Водяные затворы устанавливают на ацетиленовых генераторах и сварочных постах при питании их ацетиленом из общей магистрали. При питании поста от ацетиленового баллона затвор можно не ставить, потому что установленный на баллоне редуктор и заполняющая баллон пористая масса надежно защищают его от обратного удара.

При питании поста газами — заменителями ацетилена применяют водяные затворы только закрытого типа или сухие предохранительные затворы (огнепреградители). В них для гашения пламени и предупреждения проникновения его в газовую магистраль применяют пористые керамические массы, эластичные мембранные или шаровые обратные клапаны (рис. 6.3).

Обратные клапаны устанавливают после редуктора у газового баллона или непосредственно в сети перед горелкой при разводке газа по сварочным постам трубопроводами. Применяют обратные клапаны трех типов, различные по конструкции: с разрывной мембраной при выбросе горючей смеси в атмосферу; с выбросом горючей смеси (безмембранные); обеспечивающие подачу пламегасящего газа (воздуха или азота) при обратном ударе пламени и одновременное прекращение подачи газов к горелке.

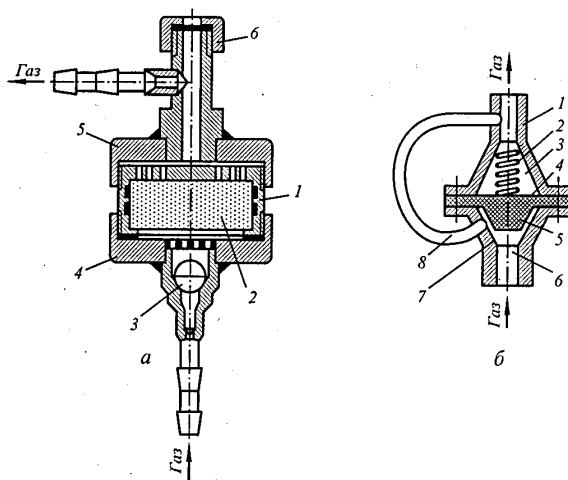


Рис. 6.3. Схемы сухих затворов:

а - с пористой керамической массой; 1 - корпус; 2 - цилиндр из пористой керамики; 3 - шаровой обратный клапан; 4 и 5 - крышки со штуцерами для шлангов; 6 - предохранительный клапан с разрывной мембраной;

б - мембранный затвор; 1 - корпус; 2 - пружина; 3 - взрывная камера; 4 — эластичная мембрана; 5 - запорный клапан на мембране; 6 - газоподводящий патрубок; 7- седло; 8 - петлевой трубопровод

На рис. 6.4 приведен шланговый обратный клапан с выбросом горючей смеси в атмосферу, который устанавливается у газоподводящих штуцеров горелки.

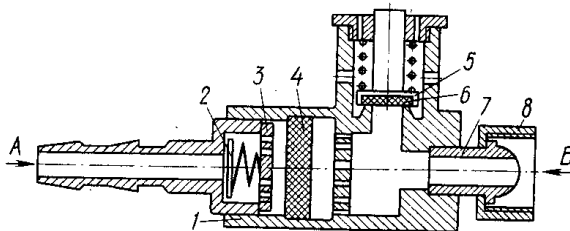


Рис. 6.4. Шланговый обратный клапан.

В корпусе 1 размещен пористый металлический фильтр 4 и выпускной клапан 5 с несгораемым уплотнителем 6. Клапан присоединяется к штуцеру горелки с помощью накидной гайки 8 и ниппеля 7. При нормальной работе газ поступает в направлении стрелки А. При обратном ударе газовая смесь движется по направлению стрелки Б, часть ее выбрасывается через клапан 5, пламя гасится в фильтре 4, а дисковый клапан 2 перекрывает доступ газов в рукав между дисковым клапаном 2 и пористым металлическим фильтром 4; для жесткости поставлена медная сетка 3.

6.2. Указатели расхода газа

Расходомеры предназначены для измерения расхода газа. Применяются расходомеры двух типов: поплавкового и дроссельного. Расходомер поплавкового типа (ротаметр) (рис. 6.5, а, б) состоит из стеклянной трубки 7 со шкалой 5 и коническим отверстием.

Располагается ротаметр строго вертикально, широким концом отверстия вверх. Внутри трубки помещается поплавок 2, который может свободно в ней перемещаться. Газ, проходя снизу вверх через трубку, поднимает поплавок до тех пор, пока кольцевой зазор между ним и стенкой трубки не достигнет величины, при которой напор струи газа уравновесит массу поплавка. Чем больше расход газа и его плотность, тем выше поднимется поплавок. Поплавки ротаметров изготавливаются из алюминия, эбонита и стали, они имеют различную массу. Каждый тип ротаметра имеет свою градуировочную шкалу.

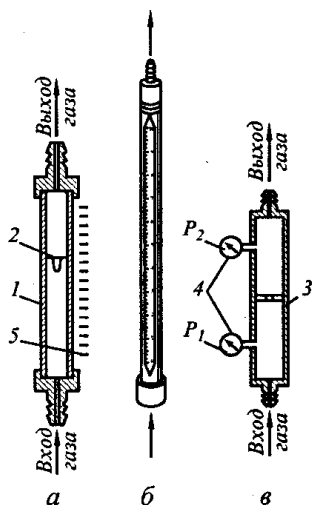


Рис. 6.5. Расходомеры газа:

а - поплавкового типа (ротаметр); б - ротаметр РС-3; в - дросельного типа; 1 - стеклянная трубка; 2 - поплавок; 3 - диафрагма; 4 - манометры; 5 - шкала

Дросельный расходомер (рис. 6.5, в) построен на принципе измерения перепада давлений на участках до и после дроселирующей диафрагмы 3 (P_1 и P_2), который зависит от расхода газа и измеряется манометром.

6.3. Рукава (шланги)

Рукава (шланги) служат для подвода газа к горелке или резаку. Они изготавливаются из резины с одной или двумя тканевыми прослойками (рис. 6.6).

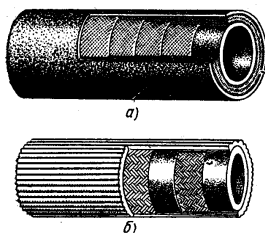


Рис. 6.6. Резиновые рукава (шланги):

а - с тканевыми прокладками; б - с оплеткой

Согласно ГОСТ 9356—75, выпускаются рукава трех типов: I — для ацетилена и газов-заменителей (пропан и др.); II — для жидких горючих (из бензостойкой резины); III — для кислорода. Рукава изготавливаются с внутренними диаметрами 6; 9; 12 и 16 мм. Для горелок с низкой мощностью пламени применяются рукава с внутренним диаметром 6 мм.

Рукава должны иметь окраску наружного слоя: кислородные — синюю, ацетиленовые — красную, для жидкого горючего — желтую.

Для работы при низких температурах (ниже -35°C) применяют некрашенные рукава из морозостойкой резины. Длина рукава берется не более 20 м и не менее 4,5 м; длина стыкуемых участков должна быть не менее 3 м; при монтажных работах допускается длина до 40 м. Крепление рукавов на ниппелях горелок и между собой (рис. 6.7) осуществляется специальными хомутами (рис. 6.8) или мягкой отоженной проволокой.

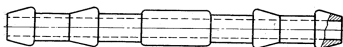


Рис. 6.7. Двухсторонний ниппель для соединения шлангов

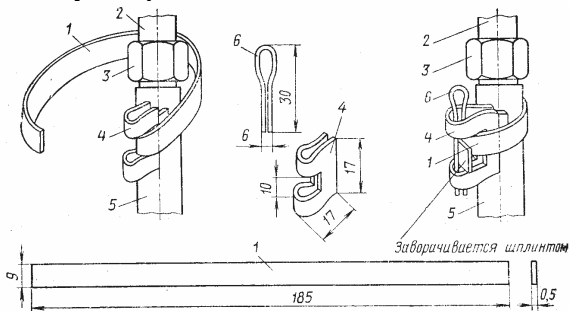


Рис. 6.8. Хомут для закрепления шланга на ниппеле:

1 — полоска, 2 — штуцер, 3 — накидная гайка, 4 — скоба, 5 — шланг, 6 — шплинт

Рукава выпускаются на рабочее давление: типы I и II — до 0,6 МПа, тип III — до 1,5 МПа.

Контрольные вопросы:

1. Для чего нужны предохранительные затворы?
2. Какие выпускают типы шлангов для подвода газов и как их отличить друг от друга?

Лекция № 7.

Аппаратура, применяемая при газопламенной обработке (горелки)

План:

7.1. Классификация горелок

7.2. Виды горелок

7.1. Классификация горелок

Горелки – устройства, применяющиеся для смешивания горючего газа с кислородом или воздухом и получения концентрированного пламени необходимой тепловой мощности, формы и размеров.

Горелки можно разделить:

1) по способу смешения горючего газа с кислородом:

а) инжекторные – подача горючего газа в смесительную камеру производится за счет подсоса его струей кислорода, вытекающей с большой скоростью из отверстия сопла. Процесс подсоса газа более низкого давления струей кислорода, которая подводится с более высоким давлением, называется инжекцией. В смесительной камере осуществляется образование горючей смеси. Полученная смесь по трубке наконечника поступает в мундштук и, выходя в атмосферу, при сгорании образует сварочное пламя.

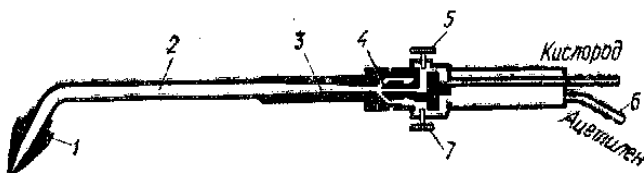


Рис. 7.1. Схема горелки инжекторного типа:

1 – мундштук; 2 – сменный наконечник; 3 – смесительная камера; 4 – инжектор; 5, 7 – вентиль; 6 – ниппель для подсоединения шлангов.

Для нормальной работы инжекторной горелки необходимо, чтобы давление кислорода было 0,1 – 0,4 МПа, а давление ацетилена – 0,001 – 0,12 МПа.

б) безинжекторные, т.е. горелки постоянного и равного давления обоих газов – 0,05 – 0,1 МПа.

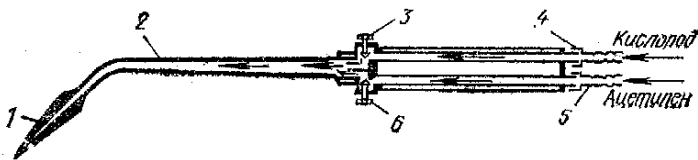


Рис. 7.2. Схема горелки безынжекторного типа

1 – мундштук; 2 – трубка наконечника; 3, 6 – вентили; 4, 5 – ниппель.

2) по роду применяемого горючего газа:

а) ацетиленовые;

б) сжимаемые газы:

- водород;

- природный газ – смесь газообразных углеводородов C_nH_{2n+2} с преобладающим количеством метана;

- коксовый газ – смесь газообразных продуктов сухой перегонки каменного угля в коксовых батареях, содержащая 40-60% H_2 , 20-30% CH_4 ; 5-12% CO ; 1,5-4% C_nH_{2n+2} ; 1,5-14% N_2 ; 2-3% CO_2 и 0,4-1% O_2 ;

- нефтяной газ – естественный, растворенный в нефти и представляющий собой смесь пропана, бутана и высокомолекулярных углеводородов, и искусственный, получаемый при переработке нефти и представляющий собой смесь водорода (до 60%) с парафиновыми и олефиновыми углеводородами;

- городской газ – смесь природного газа (основной компонент) с коксовым газом;

в) сжиженные газы:

- пропан – газ, состоящий главным образом из пропана или пропана и пропилена;

- бутан – газ, состоящий главным образом из бутана или бутана и бутилена;

- смесь пропана и бутана – газ, состоящий главным образом из пропана и бутана или из пропана, бутана, пропилена и бутилена;

3) по применяемому окислителю:

- кислородные;

- воздушные.

4) по числу корпусов горелки:

- однокорпусные;
- многокорпусные;

б) по виду и количеству отверстий для горючей смеси:

- односопловые;
- многосопловые;
- щелевые;

7) по мощности пламени:

- микромощности (расход горючего газа 0,005 – 0,06 м³/ч);
- малой мощности (0,025 – 0,4 м³/ч);
- средней мощности (0,05 – 2,8 м³/ч);
- большой мощности (2,8 – 7 м³/ч);

8) по назначению:

а) универсальные;

б) специальные: - для газовой сварки; - для газопрессовой сварки; - для пайки; - для наплавки; - для напыления; - для местной термообработки; - для местного подогрева перед сваркой; - для газопламенной правки; - для перераспределения внутренних напряжений; - для очистки поверхности; - для обработки неметаллических материалов.

Сварочная горелка должна иметь небольшие массу и размеры. В горелке должно обеспечиваться смешение горючего и кислорода в требуемом соотношении, например, для ацетиленовых горелок отношение объема кислорода к объему ацетилена в смеси должно быть в пределах 0,8... 1,5. Это соотношение должно поддерживаться при работе горелки постоянным и регулироваться сварщиком по мере необходимости. Горелка должна обеспечивать изменение мощности пламени в зависимости от толщины свариваемой детали, выражаемое расходом горючего в дм³/ч. Скорость выхода из горелки горючей смеси должна быть больше скорости ее воспламенения и обеспечиваться в пределах 50...170 м/с. Это предотвратит возможность обратных ударов при нормальной работе горелки. Горелка должна быть безопасной в работе. Все ее соединения должны быть герметичными, а пламя обратного удара должно гаситься при закрывании вентиля.

7.2. Виды горелок

Для сварки чаще всего применяют однопламенные инжекторные горелки, работающие на смеси ацетилена с кислородом. В инжекторной горелке подача горючего газа в

смесительную камеру происходит за счет подсоса его струёй кислорода, вытекающего с большой скоростью из отверстия.

Это явление подсоса называют инжекцией, откуда и произошло название таких горелок. Кислород поступает через ниппель 1, трубку 3 и вентиль 9 в инжектор 8. Инжектор представляет собой цилиндрическую деталь с центральным каналом малого диаметра - для кислорода и периферийными, радиально расположенными каналами – для ацетилена (рис. 7.3).

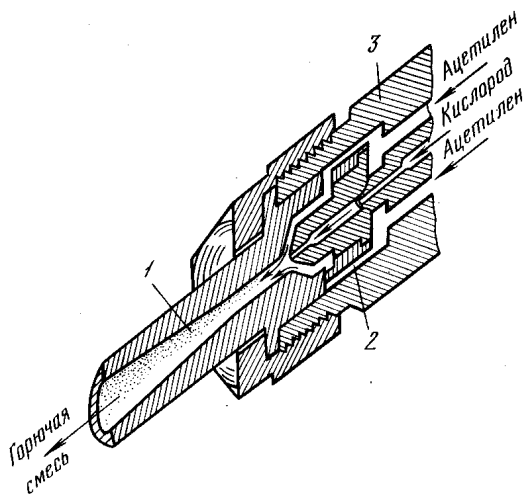


Рис. 7.3. Инжекторное устройство:

1 – смесительная камера; 2 – инжектор; 3 – корпус горелки

Из канала инжектора кислород с большой скоростью выходит в смесительную камеру 7 и засасывает в нее ацетилен, который подается через ниппель 2, вентиль 4 и каналы с наружной стороны инжектора 8. Горючая смесь проходит по трубке наконечника 5 к мундштуку 6, на выходе которого, сгорая, образует пламя. Для нормальной работы инжекторных горелок необходимо, чтобы давление кислорода было 0,15...0,5 МПа, а давление ацетилена - 0,001...0,12 МПа. Нагрев наконечника инжекторной горелки или засорение мундштука приводят к увеличению давления в трубке наконечника мундштука, Это снижает инжекцию — поступление ацетилена в смесительную камеру уменьшается, смесь переобогащается

кислородом. Такое непостоянство состава горючей смеси - недостаток инжекторных горелок, сварщику приходится охлаждать наконечник горелки и регулярно прочищать мундштук латунной проволокой. Преимущество инжекторных горелок - возможность устойчивой работы даже при малом давлении горючего газа.

Менее универсальны безынжекторные горелки. В них горючий газ и кислород подаются под одинаковым давлением 0,05...0,1 МПа. Для точного регулирования давления газов вентили этих горелок снабжены игольчатыми шпинделями. Безынжекторные горелки не могут работать на горючем низкого давления. Однако они обеспечивают постоянный состав горючей смеси во время работы и просты по конструкции.

В зависимости от мощности пламени по ГОСТ 1077-79Е однопламенные горелки для ацетилено-кислородной сварки делят на четыре типа. Это безынжекторная горелка Г1 микромощности (с расходом ацетилена 5...60 дм³/ч) и три инжекторных горелки: Г2 - малой (25...700 дм³/ч), Г3 - средней (50...2500 дм³/ч) и Г4 - большой (2500...7000 дм³/ч) мощности. К каждому типу горелки прилагается комплект сменных наконечников, обозначаемых номерами. Чем выше номер наконечника, тем больше возможный расход газа через него. Например, горелка типа Г2 комплектуется пятью наконечниками (№ 0,1, 2, 3 и 4), горелка типа Г3 - семью наконечниками (таблица 7.1). Диапазоны расхода газа через наконечники соседних номеров взаимно перекрываются. Это обеспечивает возможность плавной регулировки мощности пламени горелок путем замены наконечников и манипулирования вентилями горелки.

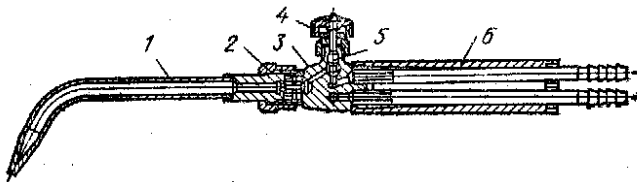


Рис. 7.4. Горелка безынжекторная Г-1

1 - наконечник; 2 - дозирующий канал; 3 - корпус; 4 - регулировочные вентили; 5 - игольчатый шпindel; 6 - ствол.

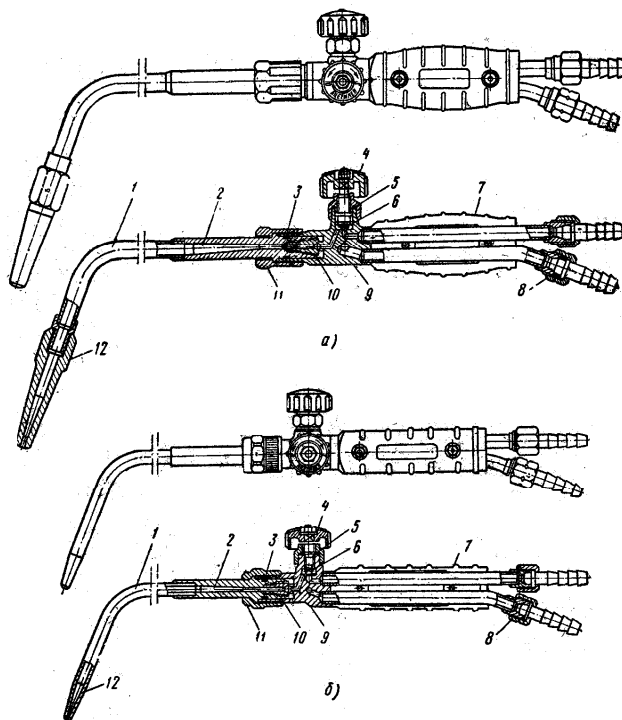


Рис. 7.5. Внешний вид и разрез инжекторных горелок:

а – типа ГЗ, б – типа Г2; 1 – трубка наконечника; 2 – смесительная камера; 3 и 5 – резиновые уплотнительные кольца; 4 – маховичок; 5 – уплотнительный клапан; 7 – пластмассовая рукоятка; 8 – ацетиленовый нипель; 9 – корпус; 10 – инжектор; 11 – накидная гайка; 12 – мундштук.

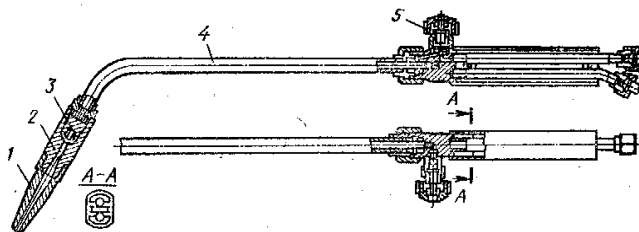


Рис. 7.6. Горелка инжекторная типа Г-4:

1 – мундштук; 2 – смесительная камера; 3 – инжектор; 4 – трубка наконечника; 5 – регулировочные вентили.

Таблица 7.1

Технические характеристики горелок малой и средней мощности
Г2 и Г3

Параметр	Номер наконечника							
	0	1	2	3	4	5	6	7
Толщина низкоуглеродистой стали, мм	0,3-0,6	0,5-1,5	1,0-2,5	2,5-4	4-7	7-11	10-18	17-30
Расход, л/ч: ацетилена	25-60	50-125	120-140	230-430	400-700	660-1100	1030-1750	1700-2800
кислорода	28-70	55-135	130-260	250-440	430-750	740-1200	1150-1950	1900-3100
Давление на входе в горелку, МПа ацетилена кислорода	>0,001 0,08-0,4	>0,001 0,1-0,4	>0,001 0,15-0,4	>0,001 0,2-0,4	>0,001 0,2-0,4	>0,001 0,2-0,4	>0,001 0,2-0,4	>0,001 0,2-0,4
Диаметр отверстий, мм: инжектора мундштука	0,18 0,6	0,25 0,85	0,35 0,15	0,45 1,5	0,6 1,9	0,75 2,3	0,95 2,8	1,2 3,5
Скорость истечения смеси из мундштука, м/с	40-135	50-130	65-135	75-135	80-140	90-150	100-160	110-170

Горелки для пропан-бутановой смеси и для других газов - заменителей ацетилена отличаются от ацетиленовых горелок тем,

что они снабжены устройством для подогрева смеси горючего газа с кислородом до выхода ее из канала мундштука (рис. 7.7).

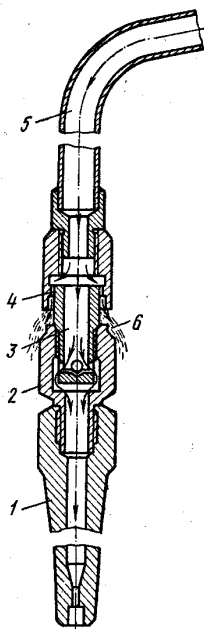


Рис. 7.7. Наконечник горелки ГЗУ-2 для пропан-бутановой смеси с подогревателем:

1 – мундштук; 2 – подогревающая камера; 3 – подогреватель; 4 – сопла подогревателя; 5 – трубка для горючей смеси; 6 – факелы подогревающего пламени.

Подогреватель ввинчивается между наконечником и мундштуком горелки, через отверстия сопла часть горючей смеси выходит наружу еще до мундштука. При работе горелки пламя от сгорания этой части смеси обволакивает мундштук и подогревает до температуры 300...350 °С проходящую через него основную часть смеси. В результате скорость сгорания газа и температура сварочного пламени повышаются. Это увеличивает эффективную мощность пламени и производительность процесса обработки металла.

Специализированные горелки предназначены для выполнения одной технологической операции: наплавки, пайки, нагрева для термообработки и правки металла или для очистки

поверхностей от ржавчины и загрязнений; многопламенные горелки - для газопрессовой сварки. Устройство этих горелок практически такое же, как и у горелок для сварки. Отличия заключаются в форме, размерах или количестве мундштуков, в наличии специальных приспособлений, например, порошковых питателей на горелках для наплавки твердых покрытий порошковым присадочным материалом.

Контрольные вопросы:

1. Какие типы горелок применяют при газопламенной обработке?
2. Какие требования предъявляются к сварочным горелкам?

Лекция № 8.

Газовая сварка (Техника и режимы газовой сварки)

План:

- 8.1. Техника газовой сварки
- 8.2. Левая и правая сварка
- 8.3. Режим газовой сварки

8.1. Техника газовой сварки

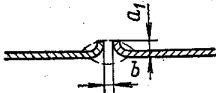
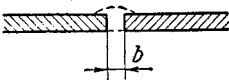
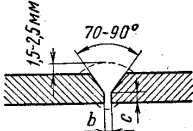
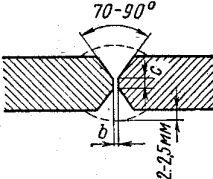
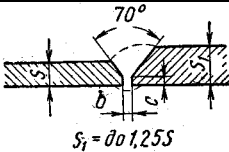
Газовой сваркой можно выполнять нижние, горизонтальные, вертикальные и потолочные швы. Наиболее трудно выполнять потолочные швы, так как в этом случае сварщик должен поддерживать и распределять по шву жидкий металл, используя давление газов пламени. Наиболее часто газовой сваркой выполняют стыковые соединения, реже угловые соединения. Газовой сваркой не рекомендуется выполнять соединения внахлестку и тавровые, так как они требуют интенсивного нагрева металла и сопровождаются повышенным короблением изделия.

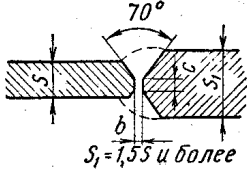
Отбторгованные соединения тонкого металла сваривают без присадочной проволоки. Применяют прерывистые и непрерывные швы, а также швы однослойные и многослойные. Перед сваркой кромки тщательно очищают от следов масла, краски, ржавчины, окалины, влаги и прочих загрязнений.

В табл. 8.1 показана подготовка кромок при газовой сварке углеродистых сталей стыковыми швами.

Таблица 8.1

Подготовка кромок при газовой сварке стыковых соединений

Название шва	Схема шва	Размеры, мм		
		толщин а металла, S	зазор, b	притуп- ление, с
С отбортовкой кромок без присадочного металла		0,5-1	-	1-2
Без скоса кромок, односторонний		1-5	0,5-2	-
Без скоса кромок, двухсторонний		3-6	1-2	-
V – образный		6-15	2-4	1,5-3
X – образный		15-25	2-4	2-4
V – образный при листах разной толщины		5-20	2-4	1,5-2,5

Х – образный при листах разной толщины		12-30	3-4	2-4
---	---	-------	-----	-----

Пламя горелки направляют на свариваемый металл так, чтобы кромки металла находились в восстановительной зоне, на расстоянии 2—6 мм от конца ядра. Касаться расплавленного металла концом ядра нельзя, так как это вызовет науглероживание металла ванны. Конец присадочной проволоки также должен находиться в восстановительной зоне или быть погруженным в ванну расплавленного металла. В том месте, куда направлен конец ядра пламени, жидкий металл давлением газов слегка раздувается в стороны, образуя углубление в сварочной ванне.

Скорость нагрева металла при газовой сварке можно регулировать, изменяя угол наклона мундштука к поверхности металла (рис. 8.1).

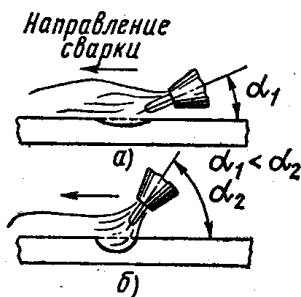


Рис. 8.1. Влияние угла наклона мундштука горелки на глубину проплавления:

а – сварка при малом угле, б – сварка при большом угле

Чем больше этот угол, тем больше тепла передается от пламени металлу и тем быстрее он будет нагреваться. При сварке толстого или хорошо проводящего тепло металла (например, красной меди) угол наклона мундштука α берут больше, чем при сварке тонкого или с низкой теплопроводностью.

На рис. 8.2, а показаны углы наклона мундштука, рекомендуемые при левой сварке стали различной толщины.

На рис. 8.2, б показаны способы перемещения мундштука по шву. Основным является перемещение мундштука вдоль шва.

Поперечные и круговые движения являются вспомогательными и служат для регулирования скорости прогрева и расплавления кромок, а также способствуют образованию нужной формы сварного шва.

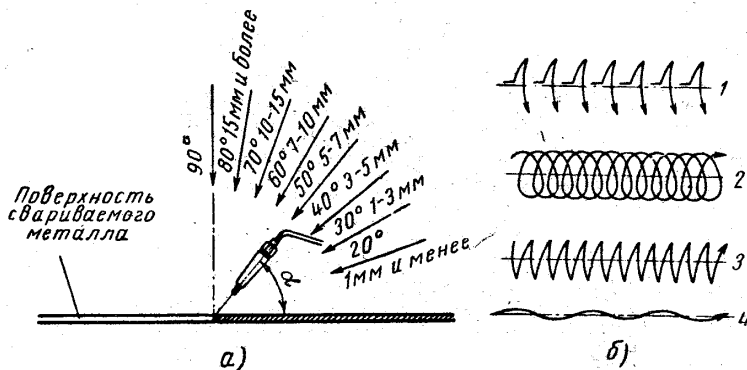


Рис. 8.2. Углы наклона (а) и способы перемещения (б) мундштука при газовой сварке

Способ 4 (см. рис. 8.2, б) применяют при сварке тонкого металла, способы 2 и 3 — при сварке металла средней толщины. Во время сварки нужно стремиться к тому, чтобы металл ванны всегда был защищен от окружающего воздуха газами восстановительной зоны пламени. Поэтому способ 1, при котором пламя периодически отводится в сторону, применять не рекомендуется, так как при нем возможно окисление металла кислородом воздуха.

8.2. Левая и правая сварка

Левая сварка (рис. 8.3, а). Этот способ наиболее распространен. Его применяют при сварке тонких и легкоплавких металлов. Горелку перемещают справа налево, а присадочную проволоку ведут впереди пламени, которое направляют на несваренный участок шва. На рис. 2.3.3, а внизу показана схема движения мундштука и проволоки при левом способе сварки. Мощность пламени при левой сварке берут от 100 до 130 дм³ ацетилена в час на 1 мм толщины металла (стали).

Левая сварка обеспечивает более равномерную высоту и ширину шва в сварном соединении, наибольшую производительность и меньшую стоимость при сварке листов толщиной до 5 мм. Это объясняется тем, что пламя предварительно подогревает основной металл, подлежащий сварке. Кроме того, левая сварка проще по выполнению и не требует от сварщика приобретения больших навыков.

Повышение скорости при левой сварке по сравнению с правой может происходить лишь до тех пор, пока поглощение теплоты изделием (потери) незначительно, а это возможно только при сварке тонких листов.

При толщине листов более 5 мм левая сварка по скорости уступает правой.

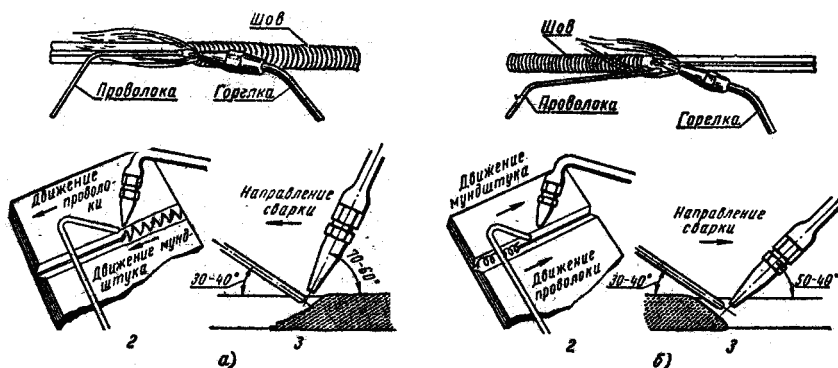


Рис. 8.3. Способы сварки:

а — левый, б — правый; 1 — момент сварки; 2 — схемы движений мундштука и проволоки; 3 — углы наклона мундштука и проволоки

Правая сварка (рис. 8.3, б). Горелку ведут слева направо, присадочную проволоку перемещают вслед за горелкой. Пламя направляют на конец проволоки и сваренный участок шва. Поперечные колебательные движения производят не так часто, как при левой сварке. Мундштуком делают незначительные поперечные колебания; при сварке металла толщиной менее 8 мм мундштук передвигают вдоль оси шва без поперечных движений. Конец проволоки держат погруженным в сварочную ванну и перемешивают им жидкий металл, чем облегчается

удаление окислов и шлаков. Тепло пламени рассеивается в меньшей степени и используется лучше, чем при левой сварке. Поэтому при правой сварке угол раскрытия шва делают не 90° , а $60\text{--}70^\circ$, что уменьшает количество наплавляемого металла, расход проволоки и коробление изделия от усадки металла шва.

Правой сваркой целесообразно соединять металл толщиной свыше 3 мм, а также металл высокой теплопроводности с разделкой кромок, как, например, красную медь. Качество шва при правой сварке выше, чем при левой, потому что расплавленный металл лучше защищен пламенем, которое одновременно отжигает наплавленный металл и замедляет его охлаждение. Вследствие лучшего использования тепла правая сварка металла больших толщин экономичнее и производительнее левой — скорость правой сварки на $10\text{--}20\%$ выше, а экономия газов составляет $10\text{--}15\%$.

Правой сваркой соединяют сталь толщиной до 6 мм без скоса кромок, с полным проваром, без подварки с обратной стороны. Мощность пламени при правой сварке берут от 120 до 150 дм^3 ацетилена в час на 1 мм толщины металла (стали). Мундштук должен быть наклонен к свариваемому металлу под углом не менее 40° .

При правой сварке рекомендуется применять присадочную проволоку диаметром, равным половине толщины свариваемого металла:

$$d = S/2, \text{ мм.}$$

При левой сварке пользуются проволокой диаметром на 1 мм больше, чем при правой сварке:

$$d = S/2 + 1, \text{ мм.}$$

Проволока диаметром более $6\text{--}8$ мм при газовой сварке не применяется.

8.3. Режим газовой сварки

К параметрам режима газопламенной сварки относятся: мощность пламени, его состав, диаметр присадочной проволоки, ее расход. Выбор режима сварки зависит от теплофизических свойств металла, размеров и формы свариваемой детали, способа сварки и положения сварного шва в пространстве.

Мощность пламени M , л/ч, пропорциональна толщине свариваемого металла S , мм: $Q = K_m S$.

Коэффициент пропорциональности K_m — это удельный расход ацетилена в л/ч, необходимый для сварки данного металла толщиной 1 мм. Он установлен опытным путем и равен, например, для углеродистой стали, чугуна и латуни - 100...130 л/ч, для легированной стали и алюминиевых сплавов - 75 л/ч, для меди - 150...200 л/ч. Определив требуемую мощность пламени, подбирают соответствующий этой мощности наконечник горелки.

Состав пламени определяется соотношением расхода кислорода к расходу горючего газа. Его устанавливают по внешнему виду пламени. Масса присадочного металла, требуемая для сварки одного погонного метра шва, пропорциональна квадрату толщины кромок:

$$P = K_n S^2$$

Коэффициент K_n при сварке кромок толщиной до 5 мм принимают для сталей 12, для меди 18, для латуни 16 и для алюминия 6,5. Если толщина кромок больше 5 мм, эти значения K_n надо уменьшить на 20...25 %.

Контрольные вопросы:

1. Что такое левый и правый способ сварки?
2. Из каких параметров состоит режим газовой сварки?
3. Как осуществляется подготовка кромок при сварке стыковых соединений?
4. Для чего при газовой сварке осуществляют колебания мундштука горелки?

Лекция № 9.

Газовая сварка (Специальные виды газовой сварки)

План:

- 9.1. Специальные виды газовой сварки
- 9.2. Особенности сварки швов в различных пространственных положениях

9.1. Специальные виды газовой сварки

Сварка сквозным валиком (рис. 9.1). Листы устанавливают вертикально с зазором, равным половине толщины листа.

Пламенем горелки расплавляют кромки, образуя круглое отверстие, нижнюю часть которого заправляют присадочным металлом на всю толщину свариваемого металла. Затем перемещают пламя выше, оплавляя верхнюю кромку отверстия и накладывая следующий слой металла на нижнюю сторону отверстия, и так до тех пор, пока не будет сварен весь шов. Шов получается в виде сквозного валика, соединяющего свариваемые листы. Металл шва получается плотным, без пор, раковин и шлаковых включений.

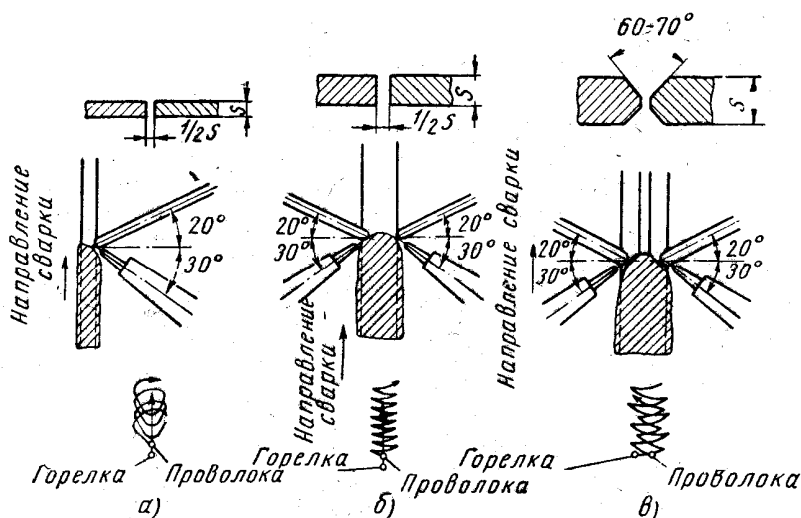


Рис. 9.1. Схемы сварки сквозным валиком при толщине (S) металла:

а — от 2 до 6 мм; б — от 6 до 12 мм; в — от 12 до 20 мм

Сварка ванночками (рис. 9.2). Этим способом сваривают стыковые и угловые соединения металла небольшой толщины (менее 3 мм) с присадочной проволокой.

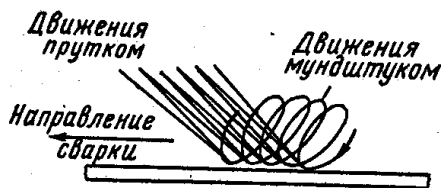


Рис. 9.2. Сварка ванночками

Когда на шве образуется ванночка диаметром 4—5 мм, сварщик вводит в нее конец проволоки и, расплавив небольшое количество ее, перемещает конец проволоки в темную, восстановительную часть пламени. При этом он делает мундштуком круговое движение, перемещая его на следующий участок шва. Новая ванночка должна перекрывать предыдущую на 1/3 диаметра. Конец проволоки во избежание окисления нужно держать в восстановительной зоне пламени, а ядро пламени не должно погружаться в ванночку во избежание науглероживания металла шва. Сваренные этим способом (облегченными швами) тонкие листы и трубы из малоуглеродистой и низколегированной стали дают соединения отличного качества.

Многослойная газовая сварка. Этот способ сварки имеет ряд преимуществ по сравнению с однослойной: обеспечивается меньшая зона нагрева металла; достигается отжиг нижележащих слоев при наплавке последующих; обеспечивается возможность проковки каждого слоя шва перед наложением следующего. Все это улучшает качество металла шва. Однако многослойная сварка менее производительна и требует большего расхода газов, чем однослойная, поэтому ее применяют только при изготовлении ответственных изделий. Сварку ведут короткими участками. При наложении слоев нужно следить за тем, чтобы стыки швов в различных слоях не совпадали. Перед наложением нового слоя нужно проволочной щеткой тщательно очистить поверхность предыдущего от окалины и шлаков.

Сварка окислительным пламенем. Этим способом сваривают малоуглеродистые стали. Сварку ведут окислительным пламенем, имеющим состав

$$\beta = \frac{O_2}{C_2H_2} = 1,4$$

Для раскисления образующихся при этом в сварочной ванне окислов железа применяют проволоки марок Св-12ГС, Св-08Г и Св-08Г2С, содержащие повышенные количества марганца и кремния, которые являются раскислителями. Данный способ повышает производительность на 10—15%.

Сварка пропан-бутан-кислородным пламенем. Сварка ведется при повышенном содержании кислорода в смеси

$$\beta = \frac{O_2}{C_3H_8 + C_4H_{10}} = 3,5$$

с целью повышения температуры пламени и увеличения провара и жидкотекучести ванны: для раскисления металла шва применяют проволоки Св-12ГС, Св-08Г, Св-08Г2С, а также проволоку Св-15ГЮ.

9.2. Особенности сварки швов в различных пространственных положениях

Горизонтальные швы сваривают правым способом (рис. 9.3, а). Иногда сварку ведут справа налево, держа конец проволоки сверху, а мундштук снизу ванны. Сварочную ванну располагают под некоторым углом к оси шва. При этом облегчается формирование шва, а металл ванны удерживается от стекания.

Вертикальные и наклонные швы сваривают снизу вверх левым способом (рис. 9.3, б). При толщине металла более 5 мм шов сваривают двойным валиком.

При сварке потолочных швов (рис. 9.3, в) кромки нагревают до начала оплавления (запотевания) и в этот момент вводят в ванну присадочную проволоку, конец которой быстро оплавливают. Металл ванны удерживается от отекания вниз прутком и давлением газов пламени. Пруток держат под небольшим углом к свариваемому металлу. Сварку ведут правым способом. Рекомендуется применять многослойные швы, свариваемые в несколько проходов.

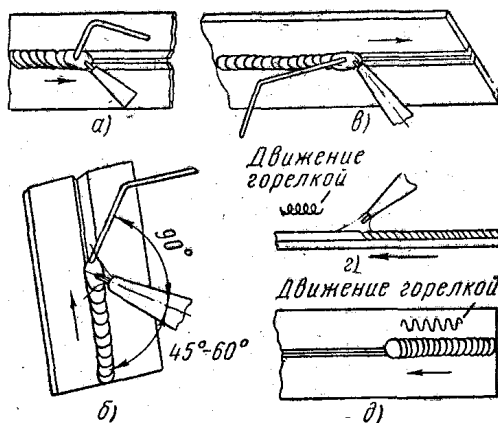


Рис. 9.3. Особенности сварки различных швов:
а — горизонтальных, б — вертикальных и наклонных, в —
потолочных, г, д — с отбортовкой

Сварку металла толщиной менее 3 мм с отбортованными кромками без присадочного металла производят спиралеобразными (рис. 9.3, г) или зигзагообразными (рис. 9.3, д) движениями мунштука.

Контрольные вопросы:

1. Как сваривают вертикальные швы?
2. Как сваривают горизонтальные швы?
3. Как сваривают потолочные швы?
4. Каковы преимущества многослойной газовой сварки?
5. Какие материалы сваривают окислительным газовым пламенем?

Лекция №10. Газопрессовая сварка

План:

- 10.1. Способы газопрессовой сварки
- 10.2. Оборудование, применяемое при газопрессовой сварке
- 10.3. Технология газопрессовой сварки

10.1. Способы газопрессовой сварки

Существуют разновидности газопрессовой сварки: в пластическом состоянии и с оплавлением торцов деталей.

Сварка в пластическом состоянии выполняют: а) с постоянным давлением сжатия, которое снимается после достижения заданной величины осадки; б) с переменным давлением сжатия и сваривания при достижении заданной температуры нагрева. При втором способе детали первоначально сжимают небольшим осевым усилием, нагревают до установленной температуры сваривания, а затем усилие сжатия повышают до максимальной величины, и детали свариваются при достижении установленной величины осадки.

Сварка с оплавлением осуществляется путем нагрева пламенем, направляемым в зазор между торцами деталей; после начала оплавления торцов детали сжимают и они свариваются, а жидкий шлак в виде графа выдавливается наружу из стыка.

При сварке с оплавлением требуется большая мощность пламени, чем при сварке в пластическом состоянии, но зато этот способ не требует предварительной обработки и подгонки кромок, а качество сварного соединения получается более высоким.

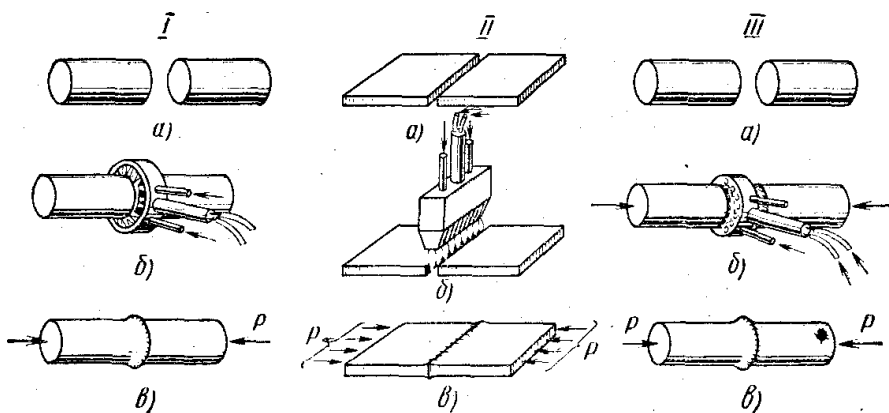


Рис. 10.1. Способы газопрессовой сварки:

I — сварка стержней кольцевой горелкой в пластическом состоянии и с оплавлением; II — сварка листов; III — сварка стержней торцевой горелкой с оплавлением;

а — детали перед сваркой; б — нагрев; в — осадка и сварка

10.2. Оборудование, применяемое при газопрессовой сварке

Для газопрессовой сварки применяют специальные станки, оснащенные устройствами для закрепления свариваемых деталей, механизмом для их сжатия при сварке и нагревательными многопламенными горелками, форма и размеры головок которых соответствуют профилю и размерам поперечного сечения свариваемых элементов. Сварочная установка оснащается устройствами для газопитания.

Горелки — многосопловые разъемные, снабжены водяным охлаждением камер, в которые ввернуты сопла. В зависимости от мощности горелки могут иметь один или два ствола. Применяют инжекторные и безинжекторные горелки.

На рис. 10.2 показана одноствольная кольцевая горелка серии КГ для нагрева и сварки труб диаметром 30—170 мм с толщиной стенки 3—14 мм и круглых стержней диаметром 30—120 мм.

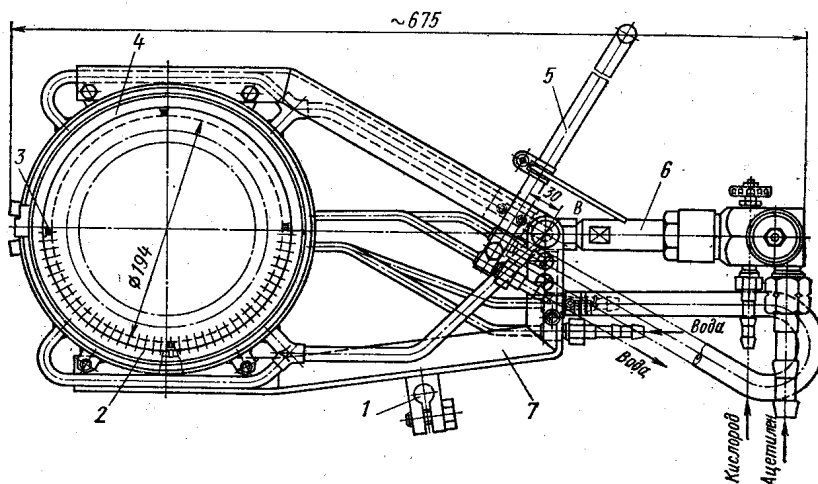


Рис. 10.2. Кольцевая горелка серии КГ для газопрессовой сварки:

1 — зажим для крепления горелки к станку; 2 — неподвижная половина наконечника; 3 — мундштук; 4 — подвижная половина наконечника; 5 — рукоятка для разъема наконечника; 6 — ствол; 7 — каркас

Мощность горелки может изменяться от 0,75 до 15 м³/ч ацетилена. Удельный расход ацетилена при сварке труб 2 дм³/ч на 1 мм² поперечного сечения стыка. Изменяя давление кислорода перед горелкой в пределах 0,2—0,5 МПа, можно изменять режим (скорость) нагрева стыка. Расход охлаждающей воды 0,05 дм³ на 1 дм³ ацетилена. Расстояние между осями сопл, ввернутых в камеры головки горелки, составляет 6—7 мм. Диаметр кольцевой головки выбирают в соответствии с диаметром свариваемых труб и стержней.

Разработаны и применяются также полукольцевые горелки серии ПКГ, конструкция которых показана на рис. 10.3.

Их используют для сварки труб диаметром 174—299 мм с толщиной стенки 7—14 мм. Они имеют мощность 7,5—25 м³/ч ацетилена. Каждая полукольцевая горелка имеет свой ствол, что позволяет обеспечивать повышенную мощность нагревательного пламени.

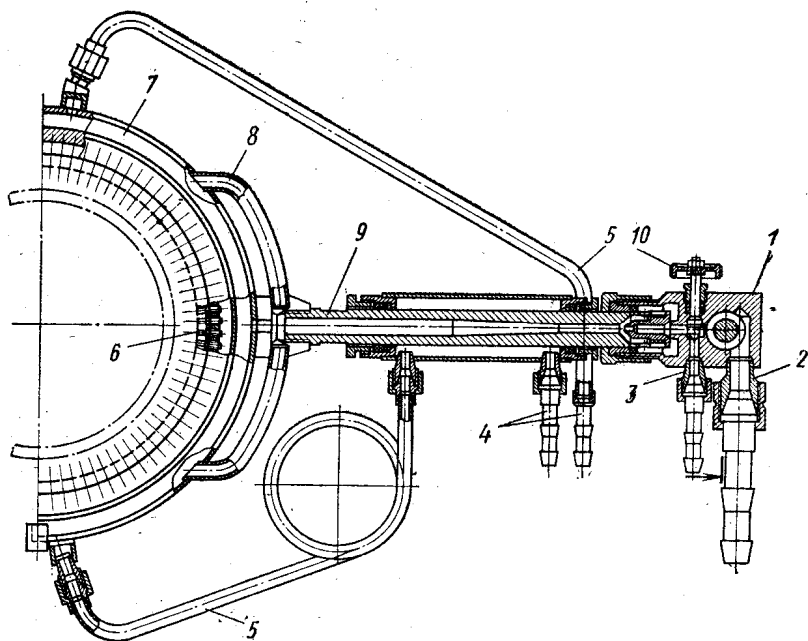


Рис. 10.3. Полукольцевая горелка серии ПКГ:

1 — корпус; 2 — штуцер для ацетилена; 3 — штуцер для кислорода; 4 — ниппели для воды; 5 — трубки водяного охлаждения; 6 — мундштуки; 7 — сварное полукольцо головки; 8 — трубка подвода горючей смеси; 9 — смесительная камера; 10 — вентиль кислорода

10.3. Технология газопрессовой сварки

Для получения качественного сварного соединения при газопрессовой сварке необходимо соблюдать следующие параметры технологического процесса: температуру нагрева; величину осадочного давления; величину осадки; мощность и состав пламени; величину колебаний горелки вдоль оси изделия.

При сварке низкоуглеродистой стали температура нагрева должна составлять 1180—1260° С. Давление осадки для низкоуглеродистой стали должно быть равно при сварке труб 20—35 МПа, сплошных сечений 15—25 МПа. При сварке труб из низколегированной стали давление осадки выбирают равным 50—60 МПа, при сварке труб из хромоникелевой аустенитной стали типа Х18Н10Т — 100—120 МПа.

Величина осадки при сварке труб $a = (1,0 — 1,3)s$, при сварке сплошных стержней $a = 0,3d$ (s — толщина стенки трубы, d — диаметр стержня). При недостаточной величине осадки прочность сварного соединения снижается вследствие неполного удаления пленки окислов металла из зоны сварки.

Тепловая мощность пламени, необходимая для прогрева стыка, при сварке труб составляет 1,8—2,2 дм³/ч·мм², при сварке стержней сплошного сечения 1,0—2,5 дм³/ч·мм² ацетилена.

Газопрессовая сварка характеризуется применением равномерного и постепенного нагрева, надежной защитой нагреваемого металла факелом пламени от действия кислорода воздуха, однородностью металла в месте сваривания, применением последующей механической и термической обработки. Это обуславливает получение высоких прочностных свойств сварного соединения, временное сопротивление которого при правильном выполнении сварки, как правило, бывает выше, чем у свариваемого металла. Пластичность сварных стыков после проведения проковки и нормализации не ниже пластичности основного металла.

Сварка в пластическом состоянии. Для обеспечения равномерного нагрева всего сечения стыка кромки свариваемых деталей скашивают под углом $6\text{--}15^\circ$. При сварке труб с толщиной стенки $3,5\text{--}8,0$ мм угол скоса равен $10\text{--}15^\circ$. Это обеспечивает хороший провар всей толщины стенки трубы и предупреждает образование значительного утолщения стенки на внутренней поверхности трубы.

Торцы кромок необходимо тщательно очищать от ржавчины, окалины, масла, краски и прочих загрязнений. Свариваемые детали должны быть возможно точнее сцентрированы относительно друг друга; несовпадение кромок не должно превышать $1,0\text{--}1,5$ мм.

Для нагревания применяют пламя с избытком ацетилена до 8%, так как окислительное пламя вызывает появление пленки окислов в стыке, что снижает его прочность. Слишком большой избыток ацетилена также вреден — происходит науглероживание свариваемого металла и повышение его хрупкости. При нагреве концы ядер пламени многопламенной горелки должны быть удалены на одинаковое расстояние от поверхности детали. В зависимости от мощности пламени горелки это расстояние составляет $8\text{--}20$ мм. Нагрев должен быть равномерным по всей поверхности стыка.

Практически всегда нижняя сторона стыка нагревается сильнее верхней, поэтому горелку несколько опускают, приближая на $1\text{--}2$ мм верхние пламена к поверхности стыка. Свариваемые детали центрируют, надежно зажимают в губках станка и подвергают предварительному сжатию. Необходимую величину осадки устанавливают заранее. Затем зажигают пламя горелки и начинают нагрев стыка. По мере нагревания кромки сжатых деталей деформируются, и тогда горелкой совершают колебательные движения (одно-два движения в секунду) в обе стороны от стыка на $10\text{--}12$ мм, равномерно прогревая металл около шва.

При нагреве до белого каления и появления тонкой пленки плавящегося металла детали сжимают до заданной величины осадки. Затем горелку гасят, стык охлаждают в спокойном воздухе. После охлаждения стык подвергают нормализации нагревом той же горелкой до температуры $850\text{--}900^\circ\text{C}$ с последующим охлаждением на воздухе.

Сварка оплавлением. При сварке этим способом на оплавление и усадку при сварке дается припуск 15—20 мм. Концы не требуют тщательной подготовки и могут быть обрезаны с помощью кислородной резки. Остатки шлака и окислов после резки удаляют зубилом, проволочной щеткой или наждачным камнем. Стержни сближают до соприкосновения, зажимают и регулируют характер и положение пламен горелки, а затем начинают нагрев стыка. Сверху стыка пламя несколько приближают к поверхности. Во время нагрева стыка горелку перемещают вправо и влево на расстояния, равные диаметру свариваемой детали. Вначале число колебаний равно 20—25, а в конце — 50—60 в минуту.

По достижении температуры нагрева 1100—1200° С (оранжево-желтый цвет) стержни раздвигают на 15—20 мм, направляют пламена в образовавшийся зазор и оплавливают торцы стержней. При этом вместе с жидким металлом с поверхности торцов стекают шлаки, после чего, не отводя горелки, стержни сжимают с удельным усилием сжатия 30—35 МПа. Сжатие прекращают после достижения заданной величины усадки.

Для повышения пластичности и ударной вязкости металла место сварки вновь нагревают до температуры 1150° С, срубая утолщение (грат), затем место сварки проковывают до заданного размера. Если это предусмотрено техническими условиями, то проводят термообработку стыка (нормализацию, отжиг) по заданному режиму для данной марки стали.

Контрольные вопросы:

1. Какие способы газопрессовой сварки вы знаете?
2. В чем состоит сущность газопрессовой сварки в пластическом состоянии?
3. В чем состоит сущность газопрессовой сварки оплавлением?
4. Какое оборудование применяется при газопрессовой сварке?
5. Какие параметры входят в режим газопрессовой сварки?
6. Какие виды горелок применяются при газопрессовой сварке?
7. Как осуществляется подготовка торцов деталей при газопрессовой сварке в пластическом состоянии?

8. Какие виды термической обработки проводят после газопрессовой сварке?

9. Каковы особенности газопрессовой сварки?

10. Как осуществляется подготовка торцов деталей при газопрессовой сварке оплавлением?

Лекция № 11.

Кислородная резка

План:

11.1. Сущность кислородной резки

11.2. Механизм окисления железа

11.3. Отставание в процессе резки

11.4. Подогревающее пламя и нагрев металла до воспламенения

11.5. Влияние чистоты кислорода на показатели резки

11.6. Основные условия кислородной резки

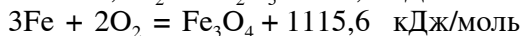
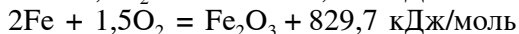
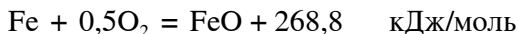
11.7. Влияние состава стали на резку

11.1. Сущность кислородной резки

Процесс кислородной резки металлов основан на сгорании (интенсивном окислении) металлов в струе кислорода и принудительном удалении этой струей образующихся окислов.

По направленности кислородной струи и формы образуемых резов кислородную резку можно разделить на 2 основных способа: резку разделительную и резку поверхностную (стружку или обточку).

При резке стали сгорание железа в кислороде протекает по реакциям:



так как при высоких температурах в зоне реакции резки образуются все три окисла железа.

Нагрев металла осуществляется подогревающим пламенем. Когда температура нагрева металла достигает величины, достаточной для воспламенения в кислороде, пускают струю технически чистого (99,0-99,8%) кислорода и начинают процесс резки. Этот кислород принято называть режущим. Вытесненной струей режущего кислорода в разрез расплавленные окислы нагревают нижеследующие слои металла, создавая условия для

его интенсивного окисления и т.д. Образующиеся при сгорании металла окислы, будучи расплавленными сдуваются струей режущего кислорода.

11.2. Механизм окисления железа

- 1) Интенсивного окисления (горение) металла в твердой фазе не происходит
- 2) Твердая поверхностная пленка окислов железа при кислородной резке защищает металл и препятствует контакту его с кислородом.

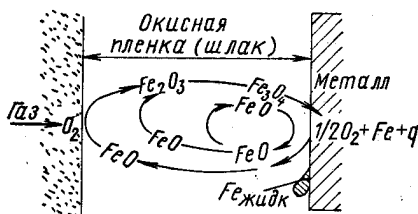


Рис. 11.1. Схема кислородного обмена при газовой резке

- 3) Процесс горения железа начинается и поддерживается лишь после перехода окислов в жидкое состояние при температурах 1330 - 1350°C.

- 4) Обмен кислородом между газовой средой и металлом происходит в окисной пленке расплавленного шлака по схеме:

11.3. Отставание в процессе резки

При разделительной резке, в особенности при резке стали большой толщины, окисление металла по толщине происходит неравномерно - верхние слои металла окисляются и выносятся кислородной струей раньше, чем нижние. Поэтому даже при строго вертикальном направлении струи происходит отклонение передней грани реза от вертикали - отставание. Отставание может привести к искажению формы вырезаемой детали и несоответствию ее контура на верхней и нижней поверхностях листа металла при резке по сложному контуру.

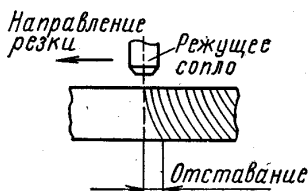


Рис. 11.2. Отставание в процессе резки

Причина отставания – стадийное окисление металла по толщине.

Величина отставания зависит от:

- 1) толщины металла;
- 2) скорости резки;
- 3) отсутствия непосредственного подогрева нижних слоев металла подогревающим пламенем;
- 4) относительной загрязненности режущей струи, увлекающей за собой выделяющиеся при плавлении и окислении металла газы;

11.4. Подогревающее пламя и нагрев металла до воспламенения

Для начала процесса резки металл должен быть нагрет до температуры воспламенения в кислороде, при резке низкоуглеродистых сталей до $T_{\text{восп}} = 1350-1360^{\circ}\text{C}$. Нагрев ацетилено-кислородным пламенем значительно эффективнее. При сравнительно малой толщине стали (до 12-15мм) рекомендуется применять окислительное подогревающее пламя повышенной мощности, обеспечивающее необходимый нагрев пламени при больших скоростях перемещения пламени. При резке стали больших толщин роль подогревающего пламени в тепловом отношении значительно меньше, т.к. основное количество теплоты выделяется в результате процесса окисления железа.

Форма подогревающих сопел и их расположение относительно режущего сопла:

- а) кольцевой щелевидный канал;

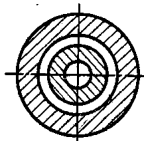


Рис.11.3. Кольцевой щелевидный канал

б) концентрически расположенные цилиндрические каналы;

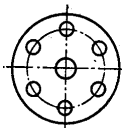


Рис.11.4. Концентрически расположенные цилиндрические каналы

в) последовательное расположение подогревающего и режущего сопла – при прямолинейной резке стали толщиной менее 5 мм.

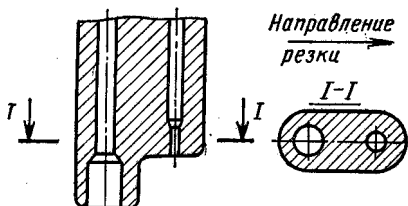


Рис. 11.5. Последовательное расположение подогревающего и режущего сопла

Расстояние от подогревающего сопла до металла берется

$$L = l + 3 \text{ мм}$$

l - длина ядра пламени в мм.

При резке больших толщин $L = l + (5 \div 10) \text{ мм}$

Наличие на поверхности металла окалины, шлака и других загрязнений изолирует металл от непосредственного воздействия пламени и препятствует быстрому его нагреву до температуры воспламенения.

11.5. Влияние чистоты кислорода на показатели резки

Понижение чистоты кислорода на 1% (в пределах 99,5-97,5%) уменьшает скорость резки на 10-15% и повышает удельный расход кислорода на 25 - 35%, ухудшает качество

поверхности резки и отделяемость шлака. Применять для резки кислород чистотой ниже 97% не рекомендуется.

11.6. Основные условия кислородной резки

Не все металлы и сплавы поддаются резке окислением. Окислительная резка требует выполнения следующих условий.

1. Температура воспламенения металла должна быть ниже температуры его плавления. В этом случае металл горит в твердом состоянии; поверхность реза получается гладкой, верхние края кромки реза не подплавляются, продукты горения в виде шлака легко удаляются из полости реза кислородной струёй и форма реза остается постоянной.

Этому условию отвечает железо и углеродистые стали. Техническое железо горит в кислороде при температуре 1050—1360 °С в зависимости от его состояния (прокат, порошок и др.), в то время как температура плавления железа 1539°С.

Не поддаются резке окислением алюминий и его сплавы. Температуры воспламенения и плавления алюминия соответственно равны 900 и 660 °С. Следовательно, алюминий может гореть только в жидком состоянии, поэтому получить постоянную форму реза невозможно.

2. Температура плавления образующихся при резке оксидов и шлаков должна быть ниже температуры плавления металла. В этом случае они становятся жидкотекучими и беспрепятственно удаляются из области реза кислородной струёй.

Оксиды в виде FeO , Fe_3O_4 , образующиеся при окислении железа в процессе резки, имеют температуру плавления 1350 и 1400°С, т.е. ниже температуры плавления железа (табл. 11.1).

Таблица 11.1

Температура плавления некоторых металлов и их окислов

Металл	Температура плавления, °С	Оксиды	Температура плавления, °С
Алюминий	658	Al_2O_3	2050
Ванадий	1750	V_2O_3	1970
		V_2O_4	1637
		V_2O_5	658
Вольфрам	3370	WO_2	1277
		WO_3	1473

Железо	1533	FeO	1370
		Fe ₂ O ₃	1527
		Fe ₃ O ₄	1565
Кобальт	1490	CoO	1810
Марганец	1250	MnO	1785
		Mn ₃ O ₄	1560
Медь	1084	Cu ₂ O	1230
		CuO	1336
Молибден	2622	MoO ₃	795
Никель	1452	NiO	1990
Титан	1727	TiO ₂	1775
Хром	1550	Cr ₂ O ₃	1990

Поэтому низкоуглеродистые стали поддаются резке окислением. Стали, содержащие более 0,65% углерода, имеют температуру плавления ниже температуры плавления оксидов железа, и резка их окислением в обычных условиях затруднительна.

Некоторые металлы образуют оксиды с высокими температурами плавления, например, оксиды алюминия, хрома, никеля, меди. Эти оксиды, получаемые при резке хромистых и хромоникелевых сталей, меди и ее сплавов, чугунов и др., по сравнению с разрезаемым металлом являются тугоплавкими. Они при обычной окислительной резке не могут быть удалены из области резки, так как закрывают место окисления подогретого до температуры воспламенения металла от струи кислорода, и резка становится невозможной.

3. Металлы должны обладать небольшой теплопроводностью, чтобы не было сильного теплоотвода от места резки, иначе процесс резки прервется. Медь, алюминий и их сплавы обладают высокой теплопроводностью по сравнению с железом и сталью; практически не удается сконцентрировать нагрев этих металлов до температуры воспламенения подогревающим пламенем по всей толщине листа, поэтому указанные металлы не подаются обычной кислородной резке.

4. Количество тепла, выделяющееся при сгорании металла в кислороде, должно быть достаточно большим, чтобы обеспечить поддержание процесса резки. При резке стали около 70% тепла, используемого для подогревания, выделяется при

сгорании металла в кислороде и только 30% подводится от подогревающего пламени.

11.7. Влияние состава стали на резку

Перечисленным выше условиям наиболее полно отвечают чистое железо и стали с низким содержанием углерода. Низко- и среднеуглеродистые, а также низколегированные стали при содержании углерода до 0,3% хорошо режутся кислородом.

Способность стали поддаваться резке приблизительно можно оценить по химическому составу, пользуясь следующей формулой эквивалента углерода, учитывающей влияние углерода и легирующих элементов стали на резку:

$$C_s = C + 0,16Mn + 0,3 (Si + Mo) + 0,4Cr + 0,2V + 0,04 (Ni + Cu),$$

где C_s —эквивалент углерода; символы элементов в формуле обозначают и содержание в стали в процентах.

Пример. Сталь имеет состав: C—0,2; Mn—0,8; Si— 0,6. Тогда $C_s = 0,2 + 0,16 \cdot 0,8 + 0,3 \cdot 0,6 = 0,508$. Сталь относится к I группе (табл. 11.2).

Таблица 11.2

Классификация сталей в зависимости от разрезаемости их кислородом

№ группы	C_s	%C	Марка стали	Условия резки
I	До 0,6	до 0,3	сталь10 – сталь25, Ст1 -Ст4, 15Г, 20Г, 10Г2, 15М, 15НМ	Режутся хорошо в любых условиях и не требуют термообработки

Продолжение таблицы 11.2

II	0,61-0,8	до 0,5	сталь 30 – сталь 45, 30Г – 40Г, 15Х, 20Х, 15ХФ, 20ХФ, 15ХГ, 20М, 30М, 20НМ, 12ХН2А и др.	Режутся удовлетворительно. Летом – резка без подогрева. Зимой и при резке больших сечений рекомендуется подогрев до 120°C
III	0,81-1,1	до 0,8	сталь50 - сталь70, 50Г -70Г, 12М,	Режутся ограниченно, склонны к закалке и

			35ХМ, 18ХГМ, 20ХГС и др.	трещинам при резке; резку ведут в горячем виде при температуре листа 200-300°C
IV	Более 1,1	более 0,8	25ХГС - 50ХГС, 33ХС – 40ХС, 40ХГМ, 50ХГА и др.	Режутся плохо, склонны к трещинам, требуют предварительного подогрева до 300-450°C и замедленного остывания после резки.

Кислородная резка почти не влияет на свойства низкоуглеродистой стали вблизи места реза. Только при резке сталей с повышенным содержанием углерода кромки разреза в результате частичной закалки становятся более твердыми.

Глубина зоны влияния при резке приведена в таблице 11.3

Таблица 11.3

Глубина зоны влияния при резке

Толщина стали, мм	5	25	100	250	800
Глубина зоны влияния, мм:					
для низкоуглеродистой стали (до 0,25%С)	0,1-0,3	0,5-0,7	1,5-2,0	1,5-3,0	4-5
для углеродистой стали (0,5-1%С)	0,3-0,5	0,8-1,5	2,5-3,5	3,5-5	6-8

При резке высоколегированных хромистых, хромомарганцовистых и хромоникелевых сталей происходит обеднение кромок хромом, кремнием, марганцем и титаном, а содержание никеля возрастает. В структуре такой стали между кристаллами около кромок появляются включения легкоплавких сульфидов и силицидов железа, что способствует возникновению горячих трещин в момент остывания кромок. Возможна межкристаллитная коррозия после резки. Поэтому кромки этих сталей после резки кислородом в случае необходимости фрезеруются или строгаются.

Влияние примесей в стали на процессе резки:

Углерод (С), снижая температуру плавления стали и повышая температуру ее воспламенения в кислороде,

препятствуют процессу резки. Даже при низком содержании углерода в стали, около 0,15-0,18% кромки реза обогащаются углеродом и приобретают склонность к закалке.

Марганец (Mn) и кремний (Si), при их содержании до 4% в стали не влияют на процесс резки. Повышение содержания марганца в стали ухудшает ее разрезаемость. Повышение содержания Si более 4-5% увеличивает вязкость шлака из-за образования SiO_2 , затрудняет процесс резки.

Сера (S), фосфор (P), молибден (Mo), вольфрам (W), ванадий (V), медь (Cu) и алюминий (Al) в тех незначительных количествах, в которых они присутствуют в стали, на процесс резки не влияют.

Хром (Cr) в стали повышает вязкость шлака, и уже при его содержании 2-3% способствует зашлакованию кромок реза. При содержании $\text{Cr} > 4-5\%$, вся поверхность стали оказывается покрытой тугоплавкой окисной пленкой ($T_{\text{пл}} \text{Cr}_2\text{O}_3 = 2200^\circ \text{C}$) и процесс резки становится не возможным.

Никель (Ni), весьма слабо окисляется кислородной струей, чем и объясняется невозможность газовой резки этого металла. При содержании в стали до 6-7% процессу газовой резки стали заметно не препятствует

Контрольные вопросы:

1. Какие металлы можно резать окислением?
2. Объясните почему алюминий и его сплавы не режутся кислородом.

Лекция № 12.

Кислородная резка (Классификация и техника кислородной резки)

План:

- 12.1. Классификация видов кислородной резки
- 12.2. Режимы кислородной резки
- 12.3. Техника кислородной резки
- 12.4. Резка профильного проката и труб
- 12.5. Пакетная резка
- 12.6. Резка стали большой толщины с применением кислорода низкого давления
- 12.7. Поверхностная резка

12.1. Классификация видов кислородной резки

Классификация видов кислородной резки приведена на рис. 12.1

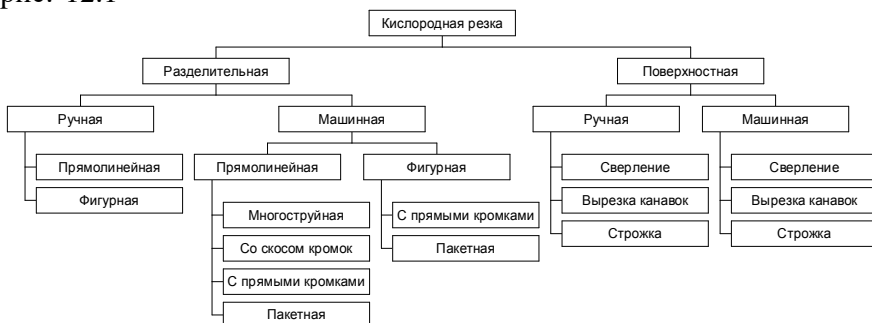


Рис. 12.1. Классификация видов кислородной резки

12.2. Режимы кислородной резки

Основные показатели режима резки — это давление режущего кислорода и скорость резки, которые зависят (для данного химического состава стали) от толщины разрезаемой стали, чистоты кислорода и конструкции резака.

Давление режущего кислорода имеет большое значение для резки. При недостаточном давлении кислорода струя кислорода не сможет выдуть шлаки из места реза и металл не будет прорезан на всю толщину. При слишком большом давлении кислорода расход его возрастает, а разрез получается недостаточно чистым. Величина давления кислорода зависит от конструкции резака, применяемых мундштуков, величины сопротивлений в кислородоподводящих коммуникациях и арматуре.

На скорость резки, помимо толщины металла, влияют также: метод резки (ручной или машинный); форма линии реза

(прямолинейная или фигурная) и, наконец, вид резки (разделочная, заготовительная с припуском на механическую обработку, заготовительная под сварку, чистовая). Если скорость резки мала, то будет происходить оплавление кромок; если скорость слишком велика, то будут образовываться непрорезанные участки из-за отставания кислородной струи, непрерывность резки нарушится.

Скорость ручной резки можно определить по формуле

$$v = \frac{40000}{50 + s}, \text{ мм / мин}$$

где s —толщина разрезаемой стали, мм .

12.3. Техника кислородной резки

Поверхность разрезаемого металла должна быть чистой от ржавчины, масла и других загрязнений. Простым способом очистки поверхности металла по линии реза является нагрев металла газовым пламенем с последующей зачисткой поверхности металлической щеткой.

Разрезаемый лист укладывают на подкладки, выверяют по горизонтали и, если нужно, закрепляют. Лист размечают (рис. 12.2), нанося на нем мелом или чертилками контуры вырезаемых деталей, причем так, чтобы металл использовался с наименьшим количеством отходов.

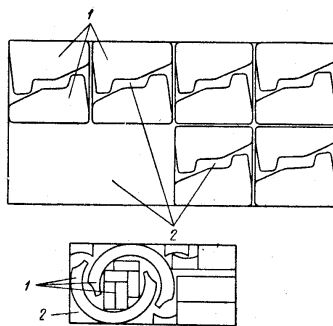


Рис. 12.2. Примеры экономной раскройки листа:

1 – вырезаемые детали, 2 – остатки металла

Номера наружного и внутреннего мундштуков подбирают в зависимости от толщины металла, в соответствии с паспортом резака.

Резку обычно начинают с кромки листа. Если же нужно начать с середины листа (например, при вырезке фланцев), то сначала в листе прожигают кислородом отверстие, а затем вырезают нужную фигуру.

Начало резки по контуру 1 (рис. 12.3, а) должно всегда находиться на прямой, что обеспечивает получение чистого реза на закруглениях. В контуре 2 начало резки может быть выбрано в любом месте, кроме углов. При вырезке фланцев (рис. 12.3, б) вначале вырезается внутренняя часть 1 в металле, идущем в отходы, а затем вырезается контур 2. Место начала резки внешнего контура 2 (рис. 12.3, а) следует выбирать таким образом, чтобы происходило легкое отделение металла, идущего в отходы.

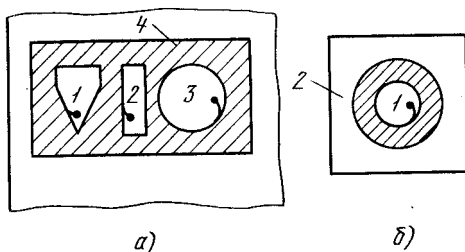


Рис. 12.3. Приемы резки внутри контура изделия:

а – начало резки, б – вырезка фланцев, 1, 2, 3, 4 – последовательность резов

Наружный контур 4 вырезается в последнюю очередь. Это обеспечивает вырезку деталей с меньшими отклонениями от размеченных до резки контуров. Внутренние напряжения, имеющиеся в прокатном листе, искажают контуры реза. Их устранения достигают резкой по внутреннему контуру.

Нагревают металл в месте, откуда ведут резку, а затем пускают режущую струю кислорода. Вслед за этим начинают перемещать резак по намеченной линии реза, прожигая металл на всю толщину. Если резку начинают с кромки, время начального подогрева (при работе на ацетилене) металла толщиной 5—200 мм составляет от 3 до 10 с. При пробивке отверстия в листе струёй кислорода это время увеличивается в 3—4 раза.

Резак следует перемещать равномерно. Если двигать его слишком быстро, то соседние участки металла не будут успевать нагреваться и процесс разрезания может прекратиться. При

слишком медленном перемещении резака кромки будут оплаиваться и разрез получится неровным, с большим количеством шлака (рис. 12.4).

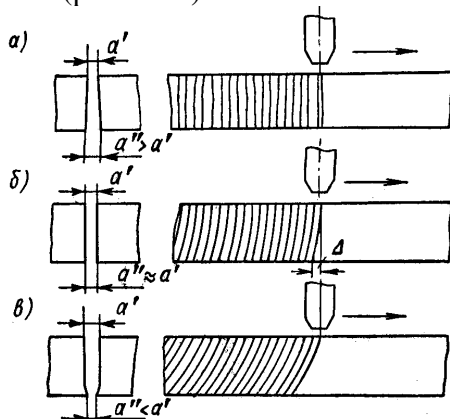


Рис. 12.4. Форма реза при различных скоростях резки:

а – при малой скорости резки, б – при нормальной скорости резки, в – при повышенной скорости резки

Мощность подогревающего пламени определяется условиями резки и должна повышаться с увеличением толщины металла. При повышенном содержании в стали легирующих примесей, а также при увеличении скорости резки мощность пламени должна быть больше, чем для низколегированных сталей и небольшой скорости резки. Слишком сильно увеличивать мощность подогревающего пламени не следует, так как это ведет к излишнему расходу горючего, кислорода и оплавлению верхних кромок реза.

Давление режущего кислорода имеет важное значение для резки. При недостаточном давлении струя кислорода не сможет выдувать шлаки из места реза и металл не будет прорезаться на всю толщину. При слишком большом давлении увеличивается расход кислорода и разрез получается менее чистым. Давление кислорода зависит от толщины разрезаемого металла.

При резке со скосом кромки (рис. 12.5) поверхности реза получаются не одинаковы по качеству. Поверхность б всегда лучше, чем поверхность а. Острый угол на поверхности а оплаивается сильнее, так как на нем концентрируется большая часть подогревающего пламени. Тупой угол поверхности а

(нижняя кромка) омывается жидким шлаком и кислородной струёй, вследствие чего также оплавляется. Поэтому лучше, если позволяет характер реза, располагать резак таким образом, чтобы была использована отрезанная часть с поверхностью б.

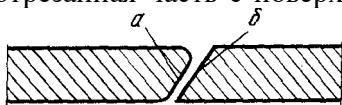


Рис. 12.5. Вид поверхностей наклонного реза

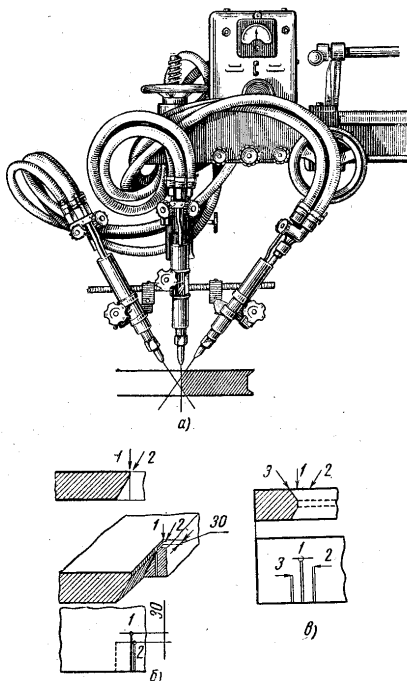


Рис. 12.6. Резка кромок несколькими резаками одновременно:

а – установка резаков для скоса кромок, б – резка двумя резаками, в – резка тремя резаками

Для подготовки скоса кромок под сварку можно на машине одновременно резать двумя или тремя резаками, как это схематично показано на рис. 12.6. Видно, что резаки должны смещаться в направлении резки, с тем чтобы не происходило соприкосновений струй кислорода от резаков и образование завихрений, приводящих к ухудшению качества поверхностей

резов. Смещение между резаками составляет несколько сантиметров.

При ручной резке целесообразно пользоваться простейшими приспособлениями: опорной тележкой для резака, циркулем, направляющими линейками (рис. 12.7).

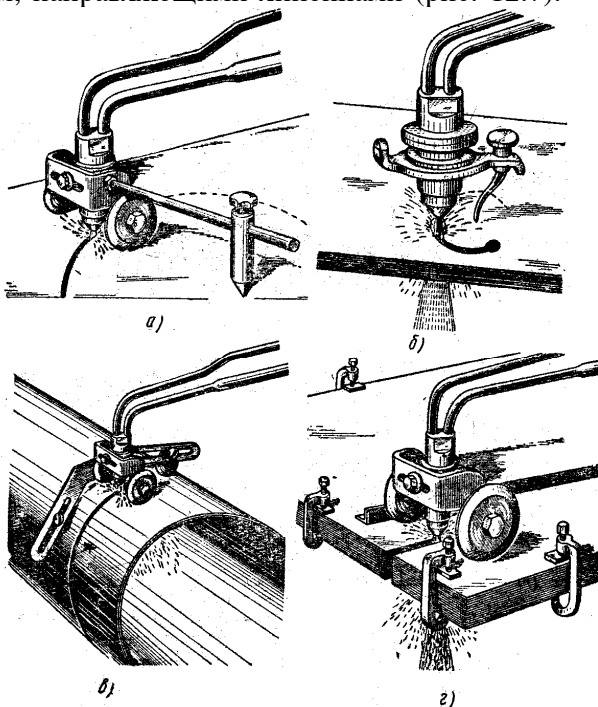


Рис. 12.7. Приспособления к резаку:

а — для вырезки фланцев, б — для вырезки отверстий, в — для резки труб, г — для пакетной резки

По окончании резки поверхность металла очищают стальной щеткой от окалины и остатков шлака. Наплывы, образующиеся на нижней кромке металла, срубают зубилом.

12.4. Резка профильного проката и труб

Резка уголка выполняется так, как показано на рис. 12.8, а. После того как будет прорезана одна полка, резак разворачивают и устанавливают перпендикулярно второй полке.

Порядок резки двутавровой балки показан на рис. 12.8, б. В местах утолщения металла скорость резки снижается, чтобы полностью прорезать здесь металл.

При резке швеллера (рис. 12.8, в) резак можно располагать со стороны внутренней или наружной поверхности швеллера.

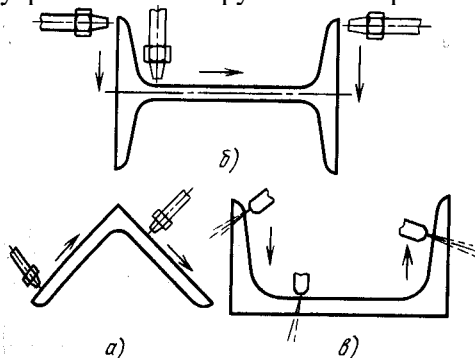


Рис. 12.8. Последовательность резки профильного проката

Заготовку из стали квадратного сечения начинают резать с угла (рис. 12.9, а). Чтобы прорезать нижний угол, резак наклоняют на $5\text{--}10^\circ$ в сторону, противоположную направлению резки.

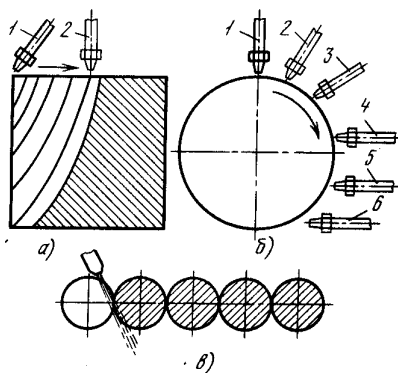


Рис. 12.9. Приемы резки прутков различного профиля:
1-6 - последовательность резки

Процесс резки круглой заготовки показан на рис. 12.9, б. Повысить производительность резки прутков можно, применяя безостановочный процесс (рис. 12.9, в). В местах перехода на

каждый последующий пруток следует наклонять резак в сторону, обратную направлению резки.

Резку труб приходится выполнять, особенно в монтажных условиях, во всех положениях; при этом качество резки получается различное. Желательно для резки труб, главным образом больших диаметров, применять роликовые стэнды (рис. 12.10) с приводными или неприводными роликами.

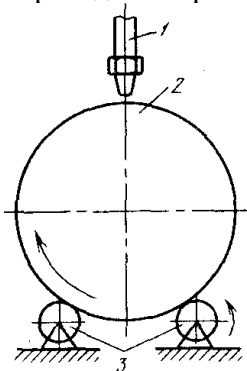


Рис. 12.10. Роликовый стэнд для резки труб:

1 — резак, 2 — труба, 3 — опорные ролики

Большую роль играет качество резки при подготовке торца трубы под сварку; в этих случаях надо применять разметку, используя для этого ленту из тонкого гибкого материала (жесть, картон и др.). Лентой обертывают трубу и по ее краю мелом наносят линию резки.

12.5. Пакетная резка

При массовой вырезке однотипных деталей из листов небольшой толщины можно применять пакетную резку, при которой несколько листов складывают вместе и плотно сжимают струбцинами или скрепляют швами, наложенными по торцам листов дуговой сваркой. Толщина отдельных листов в пакете не должна превышать 12 мм; лучшие результаты дает пакетная резка листов толщиной 1,5—2 мм. Пакет начинают резать с нижней кромки. Затем мундштук резака поднимают по торцу пакета, и когда он дойдет до верхней кромки, начинают вести по линии реза, следя за тем, чтобы прорезался весь пакет. При

пакетной резке ширина реза и расход кислорода на одно изделие получаются больше, чем при резке каждого листа в отдельности.

Резку пакета лучше выполнять резаками низкого давления. При резке кислородом низкого давления, порядка 0,15 МПа, толщина листов в пакете может быть до 20 мм, а общая толщина пакета — до 80—120 мм. При этом производительность труда при резке возрастет в 1,2—5 раз.

12.6. Резка стали большой толщины с применением кислорода низкого давления

Поверхность детали предварительно очищают вдоль линий реза от песка, пригаров и окалины. Деталь укладывают на подкладки или края выкопанного под ним приямка так, чтобы высота свободного пространства под местом реза составляла 300—500 мм. Это обеспечивает свободное стекание шлака и не создает противодействия кислородной струе.

Состав подогревающего пламени существенно влияет на протекание процесса. При резке стали больших толщин подогревающее пламя следует регулировать с максимальным избытком, горючего газа в смеси; это увеличивает длину факела и способствует прогреву металла на всю толщину.

Для плавного (без рывков) перемещения резака при резке деталей с неровной опорной поверхностью целесообразно вдоль линии реза уложить две полосы толщиной 5—8 мм и по ним перемещать тележку резака.

Торец металла в плоскости реза нужно хорошо подогреть, особенно в нижней части, для чего в начале резки выдвигают мундштук примерно на $1/3$ диаметра пламени вперед по отношению к верхней кромке реза. При пуске режущей струи кислорода мундштук несколько отклоняют в направлении резки, что способствует «врезанию» струи кислорода в металл и предупреждает образование «порога», ниже которого горение стали прекращается. Одновременно с пуском режущего кислорода начинают перемещать резак по линии реза. Вначале скорость перемещения резака должна составлять не более 50—70% скорости резки для металла данной толщины. Для пуска режущей струи кислорода вентиль открывают медленно. Положение мундштука в начале и в конце процесса резки стали большой толщины показано на рис. 12.11.

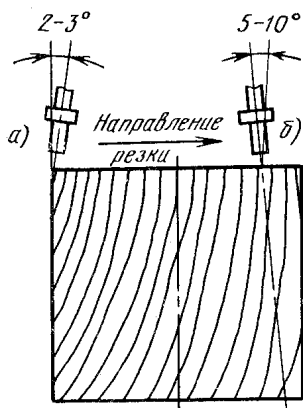


Рис. 12.11. Положение мундштука при резке стали большой толщины:

а — в начале, б — в конце

В начале резки резак устанавливают с небольшим наклоном ($2-3^\circ$). Скорость перемещения резака должна быть достаточной для прогревания нижних слоев металла, иначе процесс резки может прекратиться. Слишком большая скорость может привести к «непрорезу». После того как резак пройдет довольно большой путь по верхней плоскости металла, начнется сквозное прорезание. В конце резки необходимо несколько наклонить резак в сторону, обратную направлению его движения, чтобы сначала прорезать нижнюю часть заготовки. Чтобы увеличить длину подогревающего пламени, резак необходимо устанавливать под углом, при котором наблюдается избыток ацетилена.

Пакетной резке поддаются углеродистые стали с содержанием углерода до $0,4\%$ и низколегированные с содержанием углерода до $0,25\%$.

12.7. Поверхностная резка

Производится струей режущего кислорода, наклоненной к поверхности металла под углом от 20 до 30° (рис. 12.12).

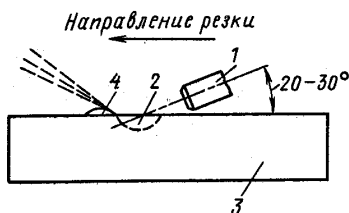


Рис. 12.12. Схема процесса поверхностной резки:

1 – режущее сопло, 2 – образуемая канавка, 3 – обрабатываемая заготовка, 4 – шлак

Последовательность операций при поверхностной резке показана на рис. 12.13, а, б.

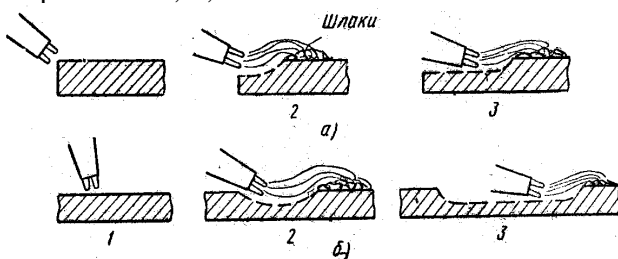


Рис. 12.13. Последовательность операций, изменение положения мундштука при поверхностной резке и параметры реза:

а — резка с кромки, б — резка с середины листа: 1 — разогрев, 2 — начало резки, 3 — вырезка канавки

Глубина канавки возрастает при увеличении угла наклона мундштука, повышении давления кислорода и уменьшении скорости перемещения мундштука вдоль канавки. Ширина канавки определяется диаметром канала для режущей струи кислорода. При изменении чистоты кислорода на 1% скорость резки соответственно изменяется примерно на 15%. Скорость поверхностной резки лежит в пределах 1—6 м/мин. Глубокие канавки вырезают за два-три прохода.

Контрольные вопросы:

1. На какие группы делится термическая резка?
2. Перечислите параметры режима кислородной резки
3. Расскажите о технике резки кромок металла одновременно двумя и тремя резаками.

Лекция № 13.

Кислородная резка (Резаки для кислородной резки)

План:

- 13.1. Классификация резаков для кислородной резки
- 13.2. Резаки для ручной резки
- 13.3. Керосинорезы
- 13.4. Резаки для машинной резки
- 13.5. Специальные резаки
- 13.6. Машины для кислородной резки

13.1. Классификация резаков для кислородной резки

Резаки классифицируют по следующим признакам:

- 1) виду резки—разделительной, поверхностной, кислородно-флюсовой;
 - 2) назначению—для ручной резки, механизированной резки, специальные;
 - 3) роду горючего—для ацетилен, газов-заменителей, жидких горючих;
 - 4) принципу действия—инжекторные, безынжекторные;
 - 5) давлению кислорода — высокого, низкого;
 - 6) конструкции мундштуков — щелевые, многосопловые
- (рис. 13.1)

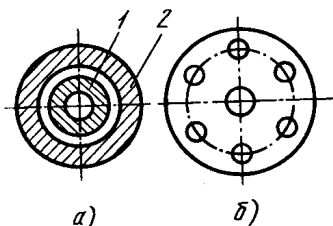


Рис. 13.1. Типы мундштуков:

а – щелевой; б – многосопловой, 1 – внутренний; 2 – наружный

Щелевые мундштуки состоят из внутреннего и наружного мундштуков, которые ввертываются на резьбе в головку резака или присоединяются к ней накладной гайкой (рис. 13.2, в, г, д). По кольцевому зазору между наружным и внутренним мундштуками поступает горючая смесь подогревательного

пламени. По центральному каналу внутреннего мундштука подается струя кислорода, в которой сгорает разрезаемый металл.

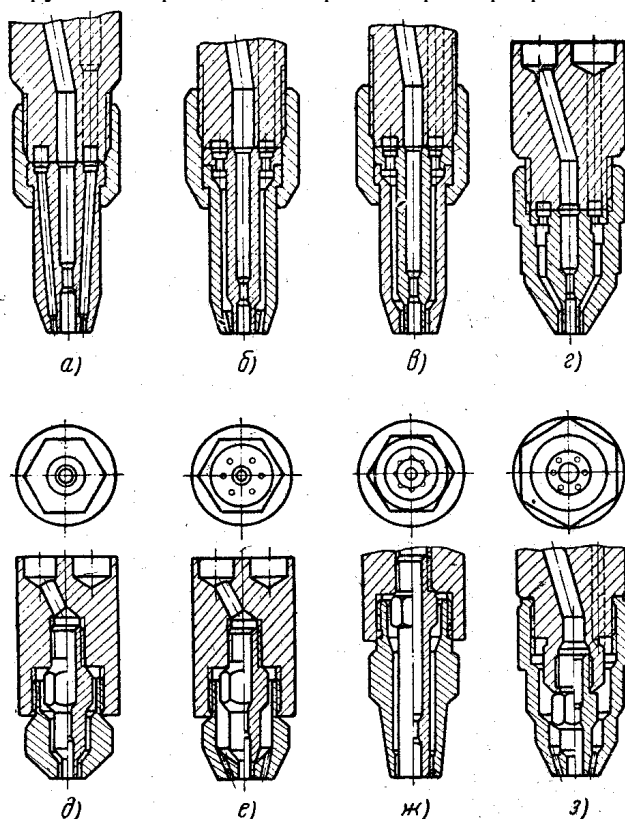


Рис. 13.2. Конструкции мундштуков для резки:

а — неразборный многосопловой, б — составной многосопловой, в, г — составной щелевой, д — составной щелевой, ввертываемый, е — составной многосопловой, ввертываемый, ж — составной многосопловой со шлицами, ввертываемый, з — составной многосопловой, ввертываемый, с уменьшенным расходом меди

Многосопловые мундштуки изготовляют цельными или составными, имеющими ряд каналов (сопел) диаметром 0,7—1 мм, расположенных вокруг центрального канала для струи кислорода (рис. 13.2, а, б, е, ж, з). Многосопловые мундштуки

обычно применяют при работе на газах-заменителях: природном, нефтяном, коксовом и других, обладающих низкими скоростями горения. Эти мундштуки более трудоемки в изготовлении. Сопла таких мундштуков иногда забиваются каплями шлаков, что вызывает хлопки и обратные удары пламени, нарушающие резку. Поэтому более широкое применение нашли щелевые мундштуки.

Мундштуки — особенно ответственные детали резаков. Очень важно, чтобы была обеспечена герметичность соединений мундштуков и отсутствие прилипания брызг разрезаемого металла к их поверхности. В настоящее время все мундштуки изготовляют из бронзы БрХ0,5. Тугоплавкая пленка оксида хрома на ее поверхности сильно уменьшает возможность прилипания брызг.

13.2. Резаки для ручной резки

Наибольшее применение имеют универсальные инжекторные ручные резаки со щелевыми мундштуками. Резак (рис. 13.3) имеет рукоятку 7 и корпус 8; к корпусу накидной гайкой 11 присоединена смесительная камера 12, в которую ввернут инжектор 10. Кислород, поступающий через шланговый ниппель 5, идет далее по двум направлениям.

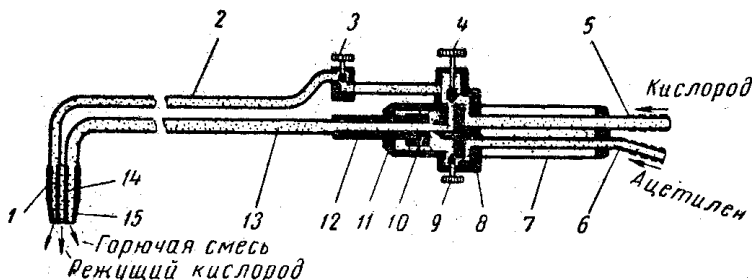


Рис. 13.3. Схема инжекторного резака:

1 — головка, 2 — трубка режущего кислорода, 3 — вентиль режущего кислорода, 4 — вентиль подогревающего кислорода, 5, 6 — ниппели кислорода и ацетилена, 7 — рукоятка, 8 — корпус, 9 — ацетиленовый вентиль, 10 — инжектор, 11 — накидная гайка, 12 — смесительная камера, 13 — трубка для газовой смеси, 14 — внутренний мундштук

Кислород подогревательного пламени регулируется вентилем 4 и поступает в центральный канал инжектора 10.

Попадая в смесительную камеру 12, струя кислорода создает разрежение в каналах, по которым через ниппель 6 и вентиль 9 подсасывается ацетилен. Горючая смесь по трубке 13 идет в головку резака и, выходя через зазор между наружным 15 и внутренним 14 мундштуками, сгорает, образуя подогревательное пламя.

Другая часть кислорода через вентиль 5 проходит в трубку 2 и поступает в головку 1, откуда выходит через центральный канал внутреннего мундштука 14, образуя режущую струю кислорода.

Согласно ГОСТ 5191-79Е, резаки, предназначенные для разделительной кислородной резки по мощности (толщине разрезаемой стали), подразделяются на резаки малой, средней и большой мощности. К резакам малой мощности относятся резаки, способные резать низкоуглеродистую сталь толщиной 3—100 мм, средней мощности 200 мм и большой мощности 300 мм. Стали толщиной более 300 мм режут специальными резаками.

Резаки малой и средней мощности работают на ацетилене и заменителях ацетилена — природном газе, пропан-бутане; резак большой мощности — только на заменителях ацетилена. В конструкции резака на газе-заменителе имеются относительно большие проходные каналы для горючего газа в инжекторе, смесительной камере и мундштуке.

Каждый тип резака снабжен набором сменных мундштуков. В полном наборе различают мундштуки номеров 0; 1; 2; 3; 4; 5; 6.

В зависимости от типа и модели резака сменные мундштуки подразделяют на составные (наружные и внутренние) и моноблочные (цельные неразборные).

Длина резаков по ГОСТ 5191-79Е должна быть не более 700 мм. Масса резака малой мощности с наибольшим мундштуком не более 1,0 кг, средней мощности — 1,5 кг.

Выбор мундштука (номера) определяется режимом кислородной резки (давлением и расходом кислорода и горючего газа) и толщиной разрезаемого материала.

На стволе резака должны быть нанесены тип резака и товарный знак предприятия-изготовителя. По требованию потребителя резаки комплектуют опорной тележкой с циркульным устройством, полным набором сменных мундштуков

или уменьшенным числом мундштуков одного или нескольких номеров.

Температура нагрева боковой поверхности составного мундштука вблизи его торца при свободном горении ацетилено-кислородной смеси не должна превышать 120°C.

Металлические детали резаков обычно изготавливают из латуни, допускается ствол резака изготавливать из алюминиевых сплавов и других материалов, не изменяющих эксплуатационные свойства резаков.

Средний срок службы резаков с полным комплектом сменных мундштуков при односменной работе и коэффициенте загрузки 0,5 должен быть не менее: 2,5 года для резаков с составным мундштуком, 4 года для резаков с моноблочным мундштуком, 5 лет для вставных резаков.

На рис. 13.4 показан резак «Пламя-62» с ввертываемыми мундштуками.

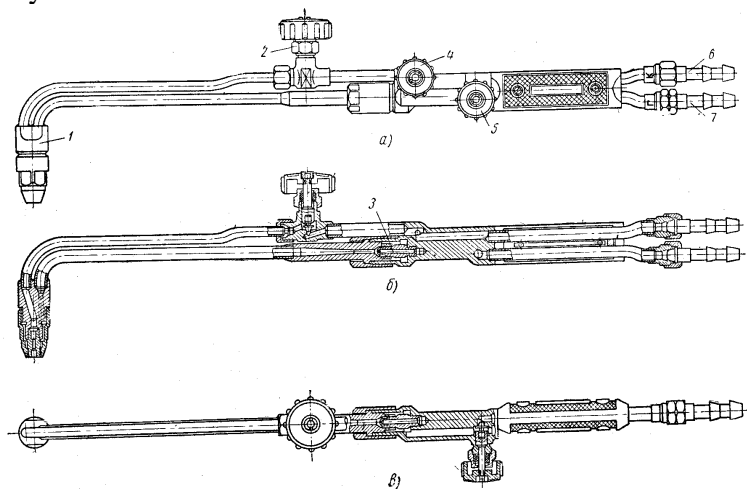


Рис. 13.4. Резак «Пламя-62»:

а – внешний вид, б – разрез, в – вид сверху, 1 – головка, 2 – вентиль режущего кислорода, 3 – инжектор, 4 – вентиль кислорода подогревающего пламени, 5 – вентиль ацетилена, 6 – кислородный ниппель, 7 – ацетиленовый ниппель

Резак можно устанавливать на тележку с двумя роликами, катящимися по поверхности разрезаемого металла (рис. 13.5, а). Благодаря этому расстояние между мундштуками и поверхностью

металла остается постоянным и отпадает необходимость держать резак на весу во время работы. Тележка позволяет резать не только в направлении, перпендикулярном к поверхности разрезаемого металла, но и под углом до 36° к вертикали, что требуется при скосе кромок под сварку (рис. 13.5, б). К тележке можно привернуть циркуль, позволяющий резать по окружности (рис. 13.5, в).

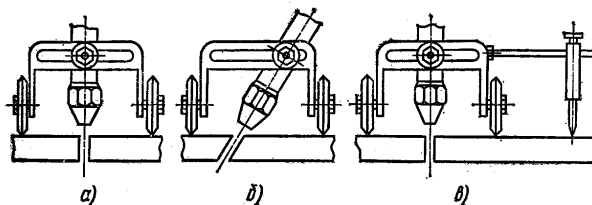


Рис. 13.5. Использование опорной каретки резака:

а – вертикальная разделительная резка, б – резка под углом при скосе кромок, в – вертикальная разделительная резка при помощи циркульного устройства

Давление кислорода устанавливают в пределах от 0,3 до 1,4 МПа, давление ацетилена от 0,002 до 0,01 МПа. Техническая характеристика резака «Пламя-62» приведена в табл. 13.1

Таблица 13.1

Техническая характеристика инжекторного резака «Пламя-62»

Показатели	Толщина разрезаемого металла, мм					
	3-6	6-25	50	100	200	300
Номер мундштука внутреннего наружного	1	2	3	4	5	5
	1	1	1	2	2	2
Давление кислорода, МПа	0,35	0,4	0,6	0,8	1,1	1,4
Расход, м ³ /ч кислорода ацетилена	3	5,2	8,5	18,5	33,5	42
	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2
Примерная ширина реза, мм	2-2,5	2,5-3,5	3,5-4,5	4,5-7	7-10	10-15
Скорость резки, мм/мин	550	370	260	165	100	80

Резак «Пламя-62» может работать на газах-заменителях ацетилена — природном газе и пропан-бутане.

Промышленностью для ацетилено-кислородной резки выпускаются инжекторные резаки «Факел» и «Маяк-1». Для работы на газах-заменителях ацетилена выпускается резак «Маяк-2».

13.3. Керосинорезы

В керосинорезах в качестве горючего используют пары керосина. Комплект керосинореза состоит из резака, бачка для жидкого горючего и циркуля с тележкой. Схема резака керосинореза изображена на рис. 13.6.

Кислород через вентиль 9 и инжектор поступает в головку 3, где смешивается с парами керосина. Керосин поступает через вентиль 7 в асбестовую набивку 11 испарителя, где испаряется в результате нагрева пламенем вспомогательного мундштука 12. Горючая смесь выходит наружу через кольцевой зазор между мундштуками 1 и 2, образуя подогревающее пламя. Мощность и состав пламени регулируют вентилем 9 и маховичком 10, изменяющими положение инжектора 4 в смесительной камере. Режущий кислород проходит через вентиль 6 по трубке 5 в центральный канал мундштука 1. Головка керосинореза имеет кольцевые мундштуки щелевого типа. Резак снабжен рукояткой 8, в которой размещаются трубки для подвода керосина и кислорода.

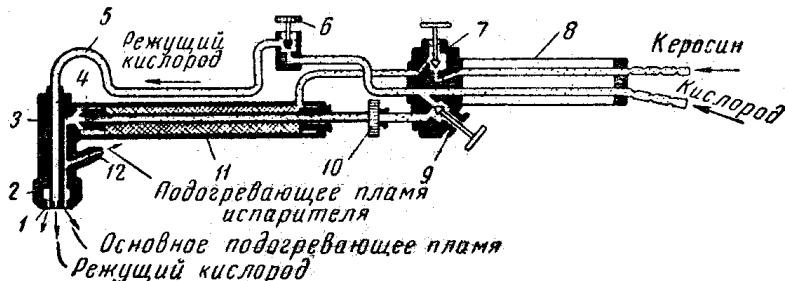


Рис. 13.6. Схема резака керосинореза:

1, 2 — мундштуки, 3 — головка, 4 — инжектор, 5 — кислородная трубка, 6 — кислородный вентиль, 7 — керосиновый вентиль, 8 — рукоятка, 9 — вентиль подогревающего кислорода, 10 — маховичок, 11 — асбестовая оплетка, 12 — вспомогательный мундштук

Керосин подается в резак под давлением 0,15—0,3 МПа из бачка емкостью 5 дм³, снабженного ручным воздушным насосом, манометром и запорным вентилем.

Техническая характеристика керосинореза приведена в табл. 13.2.

Таблица 13.2

Техническая характеристика керосинореза

Показатели	Толщина разрезаемого металла, мм			
	до 20	20-50	50-100	100-200
Номер внутреннего мундштука (сопла)	1	2	3	4
Давление, МПа				
кислорода	0,4-0,5	0,5-0,7	0,7-0,9	0,9-1,1
керосина в бачке	0,15-0,3	0,15-0,3	0,15-0,3	0,15-0,3
Расход				
кислорода, м ³ /ч	5,4-7,6	7,6-9,8	9,8-20,2	20,2-32,6
керосина, кг/ч	0,7-0,8	0,8-0,9	0,9-1,1	1,1-1,3
Скорость резки, мм/мин	450-300	300-150	150-100	100-75

Кроме резаков, работающих на парах керосина, применяют резаки с распылением жидкого керосина, например, РКР-3 (резак керосиновый с распылителем, третьей модели), для ручной резки стали толщиной до 100 мм. Керосин распыляется с помощью специального сопла распылителя, размещенного непосредственно в головке резака (рис. 13.7).

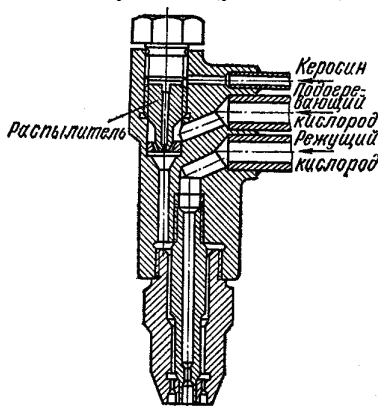


Рис. 13.7. Головка керосинореза с распылителем

13.4. Резаки для машинной резки

Машинные резаки устанавливаются на машинах для кислородной резки. Отличительной особенностью их является прямолинейная конструкция, при которой оси мундштуков, головки, корпуса и газоподводящие трубки расположены вертикально, соответственно рабочему положению резака на машине. Для машин общего назначения выпускаются резаки типов РМ-2 (2-вентильные) и РМ-3 (3-вентильные), отличающиеся числом вентилях в корпусе, расположением ниппелей (вертикальным или горизонтальным), конструкцией корпуса и головки, диаметром кожуха, длиной, размерами реек и проходных каналов.

На рис. 13.8 показана в качестве примера конструкция трехвентильного машинного резака с горизонтальным расположением вентилях.

По конструкции используются машинные резаки инжекторные (И), равного давления (РД) и внутрисоплового смещения (ВС).

Разработаны и применяются также машинные резаки РКШ, РКМ, РКП и РКС, работающие на керосине. В отличие от ручных керосинорезов в этих резаках осуществляется механическое распыление керосина кислородом с помощью специального инжекторного устройства, расположенного в головке резака. Мелкие частицы распыленного керосина затем дополнительно испаряются при попадании в медный мундштук, который всегда нагрет во время работы отраженным теплом подогревающего пламени резака. Такими резаками могут по желанию заказчика оснащаться серийные резательные машины, например, типа АСШ-2, СГУ и др.

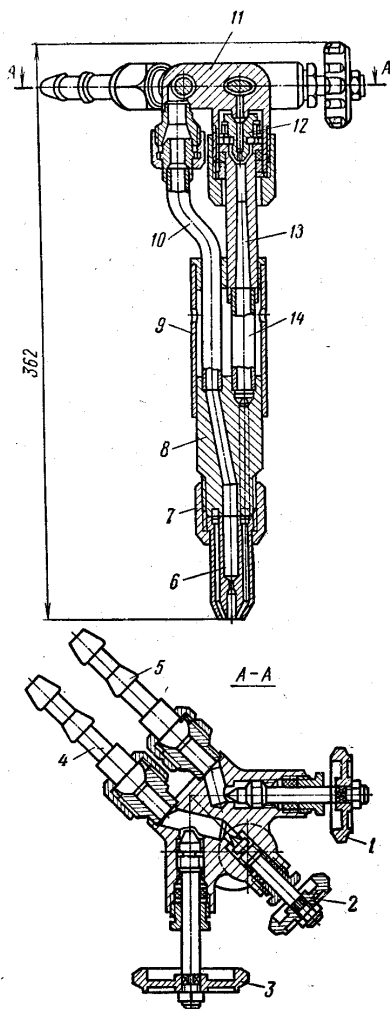


Рис. 13.8. Трехвентильный машинный резак с горизонтальным расположением вентилей:

1 — вентиль ацетилена, 2 — вентиль подогревающего кислорода, 3 — вентиль режущего кислорода, 4 — кислородный ниппель, 5 — ацетиленовый ниппель, 6 — мунштуки, 7 — накидная гайка, 8 — головка, 9 — кожух, 10 — трубка режущего кислорода, 11 — корпус; 12 — инжектор, 13 — смесительная камера, 14 — трубка горючей смеси

13.5. Специальные резак

Вставные резак. Резак РГС-70 присоединяется к сварочной горелке Г-3; резак РГМ-70 – к горелке ГС-2. Эти резак удобны при работе в монтажных условиях, когда одному и тому же сварщику приходится часто переключаться с операции резки на сварку и наоборот.

Резак для срезки заклепок, вырезки труб и отверстий (рис. 13.9). При выполнении некоторых операций целесообразно применять резак специальной конструкции, например: резак с плоскими мундштуками для срезания заклепок, с короткими мундштуками, ось которых перпендикулярна оси резака; для вырезки труб; резак для вырезки отверстий небольшого диаметра. Такие резак выполняются вставными и присоединяются к рукоятке универсальной горелки.

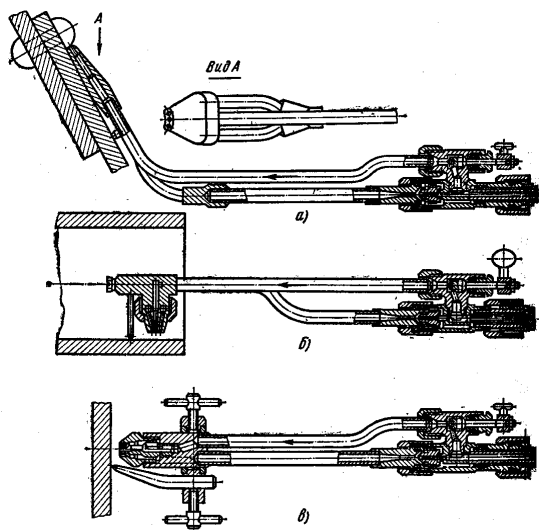


Рис. 13.9. Вставные резак специального назначения:

а – для срезки заклепок, б – для вырезки труб; в – для вырезки отверстий малого диаметра

Резак для резки стали больших толщин. С помощью универсальных инжекторных резаков «Маяк 1», «Факел» и «Пламя-62» можно резать сталь толщиной до 300 мм, при этом с увеличением толщины разрезаемой стали необходимо повышать

давление режущего кислорода. При резке стали толщиной 300 мм давление кислорода повышают до 1,2—1,4 МПа. Следовательно, можно предположить, что для резки листов толщиной более 300 мм необходимо было бы применять резаки с давлением кислорода более 1,4 МПа и значительно большей мощностью подогревательного пламени.

Однако резку сталей больших толщин целесообразно выполнять резаками, работающими на пониженных давлениях (0,2—0,4 МПа) режущего кислорода. Особенности конструкции таких резаков заключаются в том, что кислородные каналы имеют большую длину, сечение канала постоянно, внутренняя поверхность канала и сопла (особенно у выходной кромки) тщательно обработана, кислородная трубка и подводящий рукав имеют относительно увеличенные внутренние диаметры.

Для резки стали толщиной от 300 до 700 мм (прибылей болванок, отливок, разрезки крупного стального лома) применяют резаки (рис. 13.10), работающие на кислороде низкого давления (до 0,3 МПа).

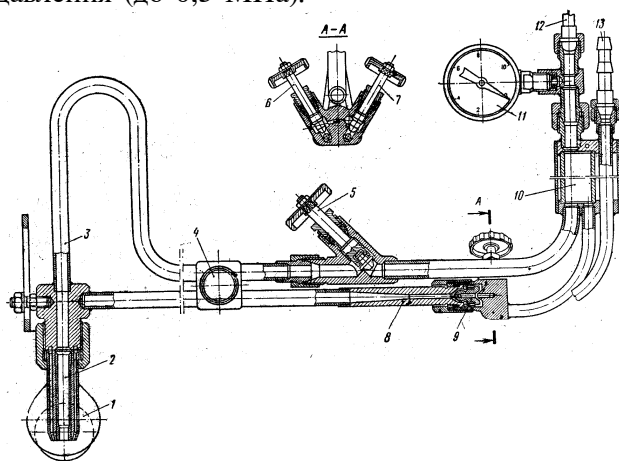


Рис. 13.10. Резак PP-700 для стали больших толщин:

1 — каретка; 2 — мунштук; 3 — трубка режущего кислорода; 4 — боковая рукоятка; 5 — вентиль режущего кислорода; 6 — вентиль подогревающего кислорода; 7 — вентиль ацетилена; 8 — смесительная камера; 9 — инжектор; 10 — рукоятка; 11 — манометр режущего кислорода; 12 — ниппель кислорода; 13 — ниппель ацетилена

В качестве горючего газа применяют ацетилен, расходуемый от 1,0 до 4,2 м³/ч, или газы-заменители. Питание резака ацетиленом осуществляется от батареи ацетиленовых баллонов или генератора среднего давления (0,01—0,02 МПа). Питание кислородом производится от батареи кислородных баллонов. Мундштук резака (рис. 13.11, а) имеет сменные латунные сопла-вставки со ступенчато- или плавно суживающимися цилиндрическими каналами, без расширения на выходе, обеспечивающие сохранение цилиндрической формы режущей струи кислорода после сопла.

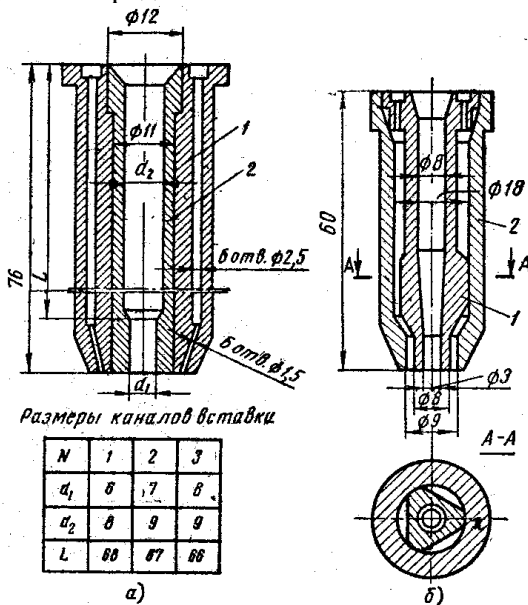


Рис. 13.11. Мундштуки:

а — мундштук для резки больших толщин:

1 — мундштук из меди М-3, 2 — сменная вставка из латуни ЛС-59-1;

б — мундштук для резки больших толщин на природном газе

Перед соплом режущий кислород проходит длинный прямой участок кислородом подводящей трубки, благодаря чему устраняются завихрения в кислородной струе и повышается ее

Для работы на природном газе инжектор резака рассверливается со стороны входа до диаметра 3 мм, со стороны выхода до 2 мм. Мундштук имеет конструкцию, изображенную на рис. 13.11, б, и состоит из внутреннего режущего сопла 1, вставленного в наружный подогревающий мундштук 2. Режущее сопло и подогревающий мундштук изготавливаются из стали 45 с последующим никелированием или воронением. Давление кислорода перед резаком 0,35 МПа; расход кислорода 6—7 м³/ч; ширина реза 8—10 мм.

1 — разрезаемый металл, 2 — плавающее устройство, 3 — положение резака при резке, 4 — каналы для шлифующих (смывающих) струй кислорода, 5 — канал основной (режущей) струи кислорода

Резаки для поверхностной резки. Для снятия металла с поверхности на некоторую глубину служат резак для поверхностной резки. Поверхностная резка применяется для удаления трещин, зачистки корней швов перед наложением подваренного валика и др.

Резак для ручной поверхностной резки типа РАП-62 образует канавку шириной от 6 до 20 мм, глубиной от 2 до 6 мм со скоростью от 1 до 6 м/мин.

Резаки для поверхностной резки (рис. 13.13) отличаются от резаков для разделительной резки тем, что их мундштуки имеют канал 2 большого диаметра для режущей струи кислорода и несколько каналов 3 малого диаметра для подогревающего пламени. Струя кислорода выходит из мундштука с меньшей скоростью, чем при разделительной резке, что обеспечивает сгорание лишь поверхностных слоев металла.

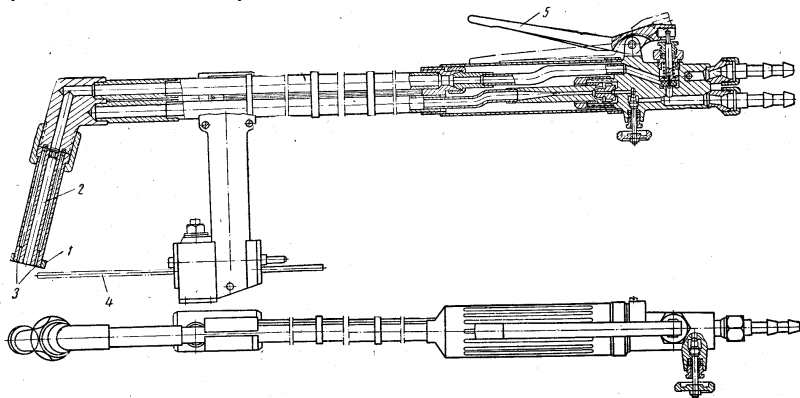


Рис. 13.13. Резак для поверхностной резки и выплавки пороков

При пуске струи режущего кислорода стальной пруток 4 в месте его касания поверхности металла загорается и тем ускоряет начало резки. Быстрый пуск режущего кислорода осуществляется рычажным клапаном 5. При поверхностной резке мундштук держат под углом 15—20° к поверхности (рис. 13.14), вследствие чего на металле получается неглубокая (до 10 мм), но достаточно широкая (до 50 мм) канавка.



Рис. 13.14. Схема поверхностной кислородной резки и формы выплавляемых канавок

Опорное кольцо 1 (см. рис. 13.14) на мундштуке сделано из нержавеющей жароупорной стали. Подогревающая смесь вытекает через каналы 3 мундштука 2, образуя факелы подогревающего пламени.

13.6. Машины для кислородной резки

Для получения точного, чистого реза резаку необходимо придать принудительное движение с постоянной скоростью, соответствующей толщине разрезаемого металла. Это достигается при механизированном процессе кислородной резки, осуществляемом машинами различных типов.

Машины для газовой резки изготавливаются по ГОСТ 5614-80 и подразделяют по следующим признакам:

- 1) способу установки (стационарные и переносные);
- 2) способу резки (К – кислородные, Кф – кислородно-флюсовые, Пл – плазменные, Гл – газолазерные);
- 3) конструктивной схеме стационарных машин (П – порталные, Пк – портално-консольные, Ш – шарнирные) (рис. 13.15);
- 4) системе контурного управления стационарных машин (Л – линейные, М – магнитные для фигурной резки, Ф –

фотокопировальные для фигурной резки, Ц – цифровые программные для фигурной резки);

5) способу движения переносных установок (Р – по разметке, П – по циркулю, Н – по направляющим, Г – по гибкому контуру).

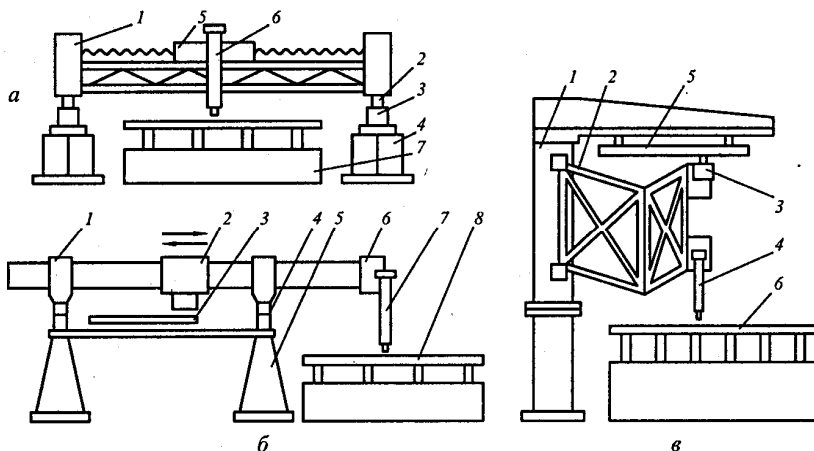


Рис. 13.15. Схемы стационарных машин для кислородной резки:

а - порталных (1 - портал; 2 - ролики; 3 - направляющие рельсы; 4 - опоры; 5 — каретка; 6 — резак; 7— раскройный стол); б - портално-консольных (1 - портал; 2 - ведущий механизм; 3 - копир; 4 - рельсы; 5 - опоры; 6 - суппорт; 7- резак; 8 - лист); в - шарнирных (1 - колонна; 2 – шарнирная рама; 3 - привод вращения; 4 - резак; 5 - копир; 6 - лист)

Переносные машины. Представляют собой самоходные тележки, оснащенные резаком и имеющие в качестве привода электродвигатель, пружинный механизм или газовую турбину. Эти машины устанавливают прямо на лист разрезаемого металла, по которому они и перемещаются. На таких машинах может быть установлено от 1 до 3 резаков. Скорость резки машинами составляет от 130 до 1200 мм/мин, в зависимости от толщины металла.

Машина «Радуга» (рис. 13.16) весит 16 кг и предназначена для резки стали толщиной от 5 до 300 мм одним или двумя резаками. Она может перемещаться по прямому или изогнутому

угольнику, по окружности с помощью циркуля радиусом от 150 до 1500 мм и более, а также по разметке с направлением от руки. Скорость резки можно изменять от 80 до 1500 мм/мин, потребляемая мощность 26 Вт. На корпусе машины имеется штанга 8 с суппортом 5, в котором укреплены резак 6 и 7. В корпусе расположен редуктор с системой зубчатых колес, соединенный с электродвигателем и передающий вращение его вала ведущему ролику 1. Скорость передвижения тележки регулируют изменением числа оборотов вала электродвигателя с помощью реостата 4, включенного в цепь обмотки якоря.

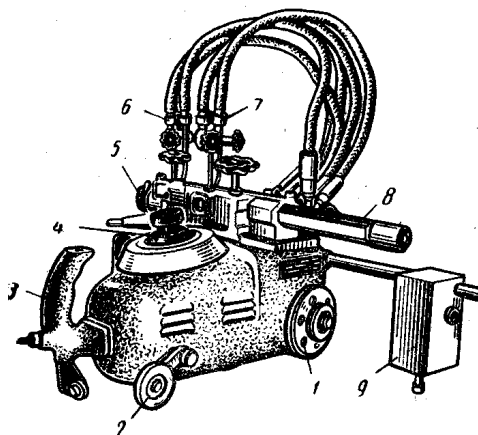


Рис. 13.16. Переносная машина для кислородной резки «Радуга»:

1 — ведущее колесо, 2 — направляющее колесо, 3 — рукоятка для ручного направления резки, 4 — диск реостата для изменения скорости резки, 5 — суппорт крепления резаков, 6 и 7 — резаки, 8 — штанга, 9 — циркуль

Переносная машина «Спутник-3» (рис. 13.17) предназначена для резки труб. Тележка крепится цепью к трубе и перемещается механизмом, приводимым в действие электродвигателем. Диаметры разрезаемой трубы 194—1420 мм, толщина стенки 5—75 мм. Масса машины без блока питания 20,8 кг.

Переносный фланцerez ПГФ-2-67 (рис. 13.18) устанавливается на обрабатываемый лист, он вырезает фланцы и диски диаметром 50—450 мм из стальных листов

толщиной 5—60 мм. Скорость резки 100—900 мм/мин. Масса машины 26 кг.

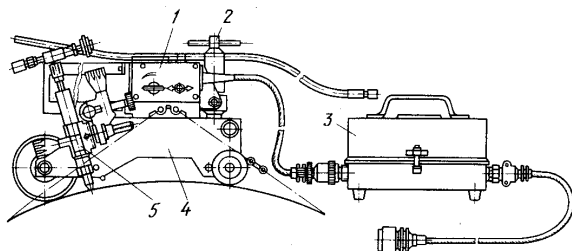


Рис. 13.17. Переносная машина для кислородной резки «Спутник-3»:

1 — ведущий механизм, 2 — натяжное устройство, 3 — блок питания, 4 — тележка, 5 — державка с резак

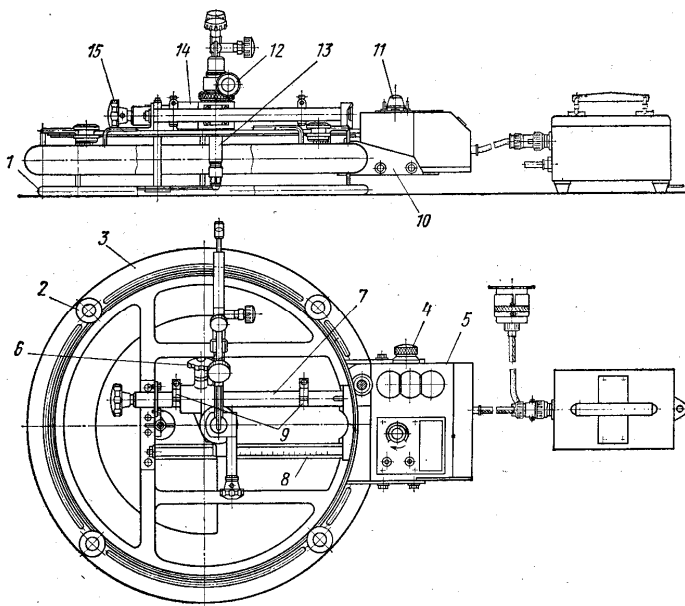


Рис. 13.18. Переносной фланцез ПГФ-2-67:

1 — кольцевая опора; 2 — втулка; 3 — карусельное кольцо; 4,6,11,15 — маховички; 5 — электропривод; 7 — ходовая штанга; 8 — установочная штанга; 9 — кронштейн; 10 — маховичок вертикального перемещения; 12 — стопор; 13 — резак; 14 — суппорт

Стационарные машины. Стационарные газорезательные машины предназначены для выполнения следующих операций: раскрой листов, вырезка прямолинейных и фигурных заготовок, точная резка, вырезка малогабаритных заготовок и деталей. Машины имеют несколько резаков (от 2 до 12) для одновременной вырезки нескольких полос. Толщина обрабатываемых листов находится в пределах от 5 до 100 мм.

В каждой машине применен один из четырех способов управления резаками:

а) механическое копирование, когда резаки повторяют движение острия указательного стержня, перемещаемого по линии чертежа;

б) электромагнитное копирование, когда резаки копируют движение намагниченного пальца, который притягивается к кромке стального копира;

в) фотоэлектронное копирование со специальной фотоэлектронной головкой, работающей по чертежу;

г) с программным управлением.

Большое распространение получила шарнирная машина АСШ-70 (рис. 13.19). Она вырезает детали размером 750—1500 мм любой формы при толщине листа до 100 мм, может вырезать одновременно три детали.

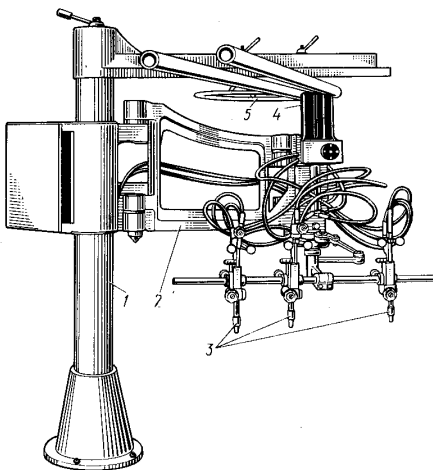


Рис. 13.19. Общий вид шарнирной машины АСШ-70:

1 — колонка, 2 — шарнирная рама, 3 — резаки, 4 — магнитная катушка, 5 — копир

Машина СГУ-61 (рис. 13.20) предназначена для вырезки заготовок из листов размерами 6000х2000 мм и толщиной от 5 до 100 мм. На ней может выполняться резка с односторонним скосом кромок. Количество резаков от 1 до 4. Управление резаками производится либо магнитной головкой по копиру, либо механическим копированием по чертежу.

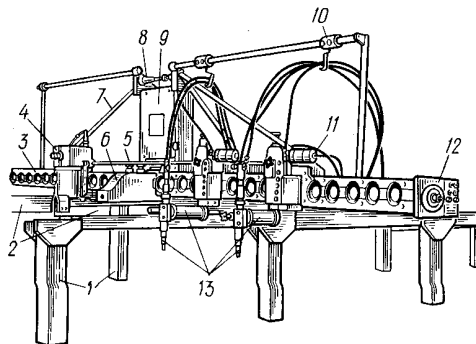


Рис. 13.20. Стационарная машина для резки СГУ-61:

1 — опоры, 2 — рельсовые пути, 3 - направляющая поперечного хода, 4 — ведущий механизм с магнитной головкой, 5 — штанга, связывающая ведущий механизм с каретками суппортов, 6 - передняя каретка продольного хода, 7 - ферма, 8 - верхняя винтовая стяжка, 9 - релейный блок, 10 — каретка для поддержания шлангов и кабелей, 11 — двигатель подъема резаков, 12 — пульт управления, 13 — суппорты с резаками.

Полную автоматизацию процесса кислородной резки обеспечивают резательные машины с программным управлением.

Контрольные вопросы:

1. Расскажите о классификации резаков.
2. Какие бывают мундштуки у резаков для кислородной резки?
3. Что такое керосинорез?
4. Что называется резкой «смыв-процессом»?
5. Что такое поверхностная резка?
6. Как надо обращаться с резаками для кислородной резки?

7. Что представляет собой переносная машина для кислородной резки?

Лекция № 14.

Кислородно-флюсовая и копьевая резка

План:

14.1. Материалы, применяемые при кислородно-флюсовой резке

14.2. Оборудование для кислородно-флюсовой резки

14.3. Технология кислородно-флюсовой резки

14.4. Технология и оборудование копьевой резки

14.1. Материалы, применяемые при кислородно-флюсовой резке

Флюс, подаваемый в зону резки, выполняет две функции: тепловую и абразивную. Тепловое действие флюса состоит в том, что он сгорает в щели реза, вследствие чего повышается температура места реза, тугоплавкий оксид или оксиды становятся жидкотекучими и под действием силы тяжести и давления кислородной струи без затруднений удаляются. С помощью флюса удастся разрезать металл толщиной до 500 мм.

Вдуваемый флюс образует в щели реза шлак из продуктов горения, который передает теплоту нижним слоям разрезаемого металла. Нижние слои металла дополнительно подогреваются до температуры воспламенения и глубина реза возрастает.

Сущность абразивного действия флюса состоит в том, что его частицы, имеющие большую скорость, ударным трением стирают с поверхности реза тугоплавкие оксиды.

Составы флюсов. Для выделения дополнительного количества теплоты при резке в качестве флюса применяют в основном железный порошок. При сгорании железного порошка образуются легкоплавкие оксиды железа, которые, сплавляясь с оксидами поверхностной пленки, образуют более легкоплавкие шлаки, относительно легко удаляющиеся из зоны реза.

Применяют восемь марок железного порошка: ПЖ0 - ПЖ7, химический состав которых приведен в таблице 14.1

Кроме железного порошка применяют различные смеси его с различными компонентами. Например, при резке хромоникелевых сталей наибольшую эффективность получают при добавлении к железному порошку 10—15% алюминиевого

порошка. При сгорании этой смеси в кислороде образуются легкоплавкие шлаки с температурой плавления менее 1300°C.

Таблица 14.1

Химический состав железного порошка по ГОСТ 9849-80

Марка	Содержание элементов						
	Fe	C	Si	Mn	S	P	O ₂
	не менее	не более					
ПЖ0	99,0	0,02	0,10	0,015	0,015	0,015	0,20
ПЖ1	98,8	0,03	0,10	0,10	0,02	0,02	0,20
ПЖ2	98,8	0,03	0,10	0,30	0,02	0,02	0,20
ПЖ3	98,5	0,08	0,15	0,40	0,02	0,02	0,50
ПЖ4	98,0	0,12	0,25	0,50	0,03	0,03	1,0
ПЖ5	97,0	0,10	0,25	0,60	0,03	0,03	2,0
ПЖ6	96,0	0,25	0,45	0,70	0,05	0,05	-
ПЖ7	96,0	-	0,50	0,04	-	-	-

Легко сдувается при поверхностной резке шлак, если в железный порошок добавлять до 20% силикокальция (23-31 % Са, 62-59 % Si, 1,5-3% Al и др.).

Порошки пропускают через сита. При этом количество частиц мельче 0,07 мм не должно превышать 10 %, а частиц крупнее 0,28 мм — 5 %. Большое количество крупных частиц может привести к неравномерному поступлению флюса в резак.

Флюс, выполняющий только абразивное действие, представляет собой кварцевый песок или смесь кварцевого песка с мраморной крошкой. Эти флюсы не получили промышленного применения по двум причинам: низкая производительность процесса резки и обильное выделение кварцевой пыли, которая может вызвать заболевание силикозом.

14.2. Оборудование для кислородно-флюсовой резки

Применяют три схемы установок для кислородно-флюсовой резки: с внешней подачей флюса, с однопроводной подачей флюса под высоким давлением и механической подачей флюса (рис. 14.1).

Основными узлами каждой установки для кислородно-флюсовой резки являются флюсопитатель и резак.

Флюсопитатели подразделяются на пневматические и с механической подачей.

Пневматическая подача флюса осуществляется инжекторным или циклонным (вихревым) устройством, в который поступает кислород, воздух или азот, увлекающий флюс к резаку.

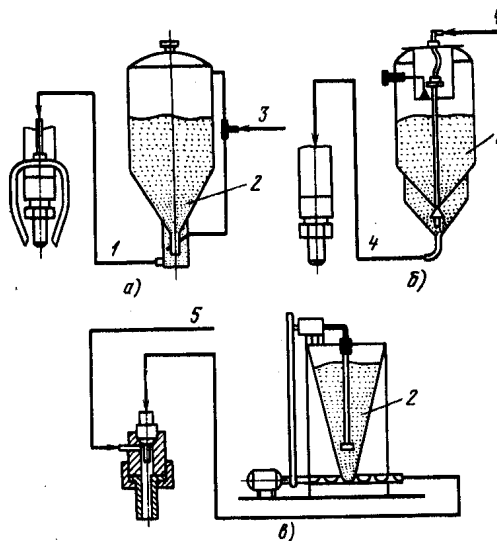


Рис. 14.1. Установки для кислородно-флюсовой резки:
а — с внешней подачей флюса, б — с однопроводной подачей флюса, в — с механической подачей флюса;

1 - газофлюсовая смесь, 2 - флюс, 3 - флюсонесущий газ, 4 — кислородно-флюсовая смесь, 5 — режущий кислород

Механическая подача порошка от флюсопитателя до резака осуществляется шнековым устройством со шлангами и трубками.

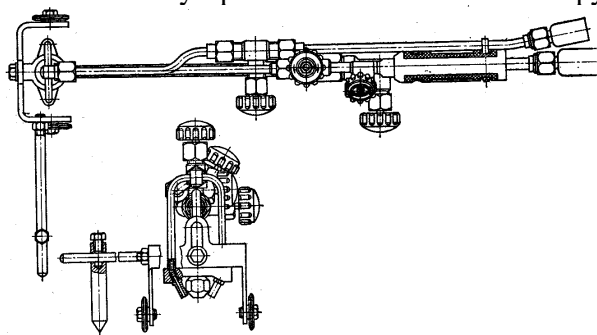


Рис. 14.2. Резак РАФ-2-65 для кислородно-флюсовой резки:

1 — тройник, 2 — колонка, 3 — втулка, 4 — вентиль

Резаки для кислородно-флюсовой резки отличаются от резаков для кислородной резки тем, что они имеют дополнительные узлы для подачи флюса. Применяют резаки с подачей флюса по центральному каналу резака и с внешней подачей флюса. Универсальные резаки имеют сменные мундштуки. На рис. 14.2 показан резак РАФ-2-65 для кислородно-флюсовой резки, входящий в состав установки УРХС-5 (установка модели 5 для резки хромистых сталей).

Установка для кислородно-флюсовой резки УРХС-5 показана на рис. 14.3, техническая характеристика установки приведена в табл. 14.2

Таблица 14.2
Техническая характеристика установки УРХС-5

Скорость резки, мм/мин прямолинейной фигурной	230-760 140-460
Давление: кислорода, МПа ацетилена, кПа флюсонесущего кислорода, МПа	0,5-1,0 0,3 0,035-0,045
Расход: кислорода, м ³ /ч флюса, кг/ч ацетилена, м ³ /ч	4-38 9-18 0,6-1,8
Емкость флюсопитателя, кг	20

В установке УРХС-5 флюс из флюсопитателя 1 подается в резак 4 струей кислорода по шлангу 3, а затем через флюсоподающие сопла головки засасывается режущей струей кислорода в полость реза. Подача флюса регулируется вентилем 15. Режущий и подогревательный кислород поступает в резак по шлангу 2.

Установка УРХС-5 может применяться при резке резаками, работающими на ацетилене и газах-заменителях, при

ручной и машинной резке; в последнем случае флюсопитатель установки может подавать флюс одновременно на два резака.

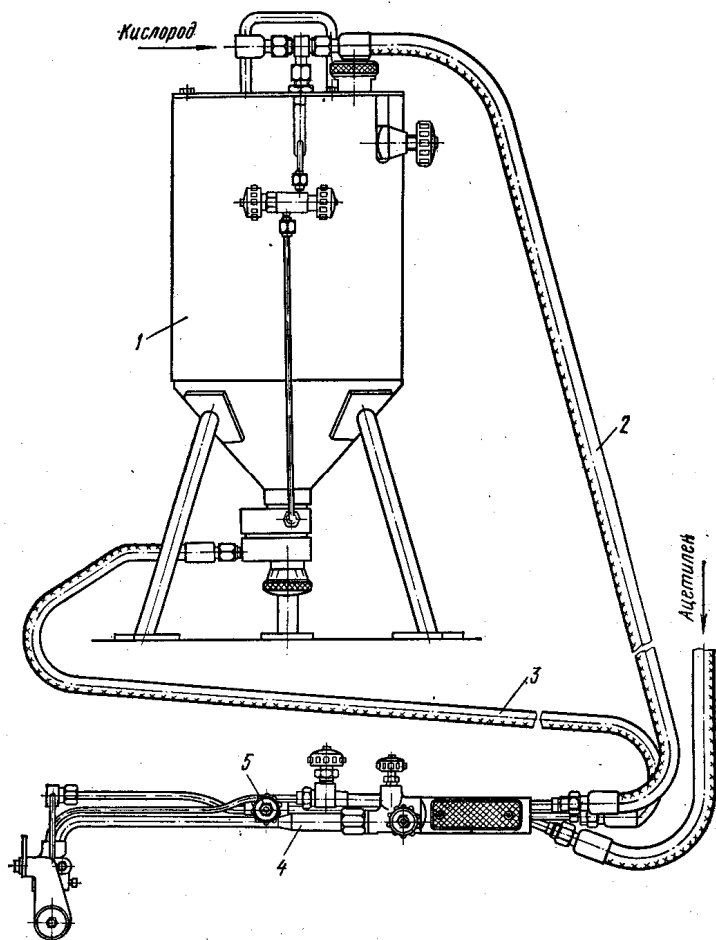


Рис. 14.3. Установка УРХС-5 для кислородно-флюсовой резки:

1 – флюсопитатель, 2 и 3 – шланги, 4 – резак, 5 – вентиль регулировки подачи флюса.

14.3. Технология кислородно-флюсовой резки

Техника кислородно-флюсовой резки в основном такая же, как и обычной резки кислородом низкоуглеродистой стали. Резку производят ручными или машинными резаками. Применяют как разделительную, так и поверхностную кислородно-флюсовую резку. В качестве горючего можно использовать заменители ацетилена — пропан-бутан, коксовый и природный газ.

Режимы кислородно-флюсовой резки нержавеющей стали приведены в табл. 14.3

Таблица 14.3

Режимы разделительной резки высоколегированных хромистых и хромоникелевых сталей на установках УРХС-5

Толщина стали, мм	Скорость резки, мм/мин		Расход газа		Расход флюса, кг/м
	прямо- линейной	фигурной	кислорода, м ³ /м	ацетилена, л/м	
10	760	475	0,2-0,3	20-30	0,15-
20	560	350	0,35-0,5	25-40	0,25
40	400	250	0,65-1,05	40-65	0,20-
60	330	210	0,95-1,5	50-75	0,35
100	270	170	1,5-2,35	65-105	0,30- 0,50

При кислородно-флюсовой резке мощность пламени должна быть в два раза больше, а режущее сопло — на один номер больше по сравнению с применяющимися при резке без флюса. Это обусловлено затратой дополнительного тепла на плавление флюса и добавочной энергии режущей струи на удаление большего количества шлаков из места разреза.

Флюсопитатель устанавливают на расстоянии не более 10 м от места резки. Шланги, по которым подается кислородно-флюсовая смесь, укладывают без резких перегибов во избежание забивания их флюсом. Перед засыпкой флюса в бункер проверяют, есть ли подсос в инжекторе флюсопитателя, а при необходимости регулируют подсос вентилем инжектора. После засыпки флюса в бункер продувают флюсонесущий шланг. Затем проверяют устойчивость пламени резака и равномерность подачи флюса в режущую струю.

Место начала реза предварительно нагревают до температуры белого каления. Продолжительность подогрева

металла перед началом резки значительно меньше (чем при обычной кислородной резке) и составляет для листа толщиной 10 мм 15 с, а для листа толщиной 90 мм — 120 с.

Затем открывают на пол-оборота вентиль режущего кислорода и одновременно включают подачу кислородно-флюсовой смеси. Когда расплавленный шлак дойдет до нижней кромки разрезаемого металла, начинают передвигать резак вдоль намеченной линии реза, одновременно полностью открывая вентиль подачи, режущего кислорода. Резак должен перемещаться равномерно, без задержек на одном месте, со скоростью, соответствующей толщине разрезаемого металла. При коротких резах резак ведут от себя для того, чтобы лучше наблюдать за процессом отекания шлака. Нужно следить за равномерным и достаточным поступлением флюса в резак, увеличивая или уменьшая его количество с помощью вентиля флюсопитателя.

Расстояние между торцом резака и разрезаемым металлом при толщине его до 100 мм должно быть 25 мм, при большей толщине расстояние составляет 40—60 мм.

Давление кислорода при резке не должно превышать определенной величины, так как при слишком большом давлении увеличиваются потери флюса и возрастает ширина реза. Давление режущего кислорода при резке нержавеющей стали X18H10T толщиной от 10 до 100 мм составляет 0,5-0,7 МПа.

В случае спекания флюса в резаке или шланге быстро перекрывают подачу флюса, выключают резак, охлаждают его и прочищают каналы головки, инжектора и шлангов. При необходимости заменяют соответствующую часть резака или шланг новыми.

При прекращении работы сначала выключают подачу флюса, затем резак, закрыв предварительно ацетиленовый, а потом кислородный вентиль, и, наконец, закрывают вентиль режущего кислорода.

При резке чугуна и цветных металлов рабочее место резчика должно быть обеспечено усиленной вентиляцией для удаления выделяющихся вредных паров и газов.

При резке латуни выделяется много вредных паров окиси цинка, поэтому резку латуни нужно производить в респираторе (маске).

14.4. Технология и оборудование копьевой резки

Кислородным копьем можно прожигать отверстия во всех пространственных положениях.

В качестве копы используют газовые трубы диаметром от 1/4 до 1" или цельнотянутые толстостенные трубы наружным диаметром 20—35 мм. Часто используют газовую трубу, внутрь которой заложены прутки из низкоуглеродистой стали диаметром 5 мм (рис. 14.4).

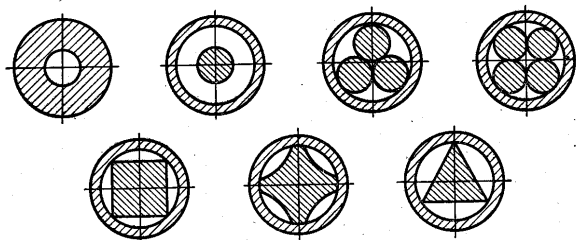


Рис. 14.4. Прутковые копы

Эти проволоки при сгорании конца копы увеличивают количество выделяющегося тепла в месте резки.

Режимы прожигания отверстий в стали приведены в таблице 14.4

Таблица 14.4

Режимы кислородно-копьевой резки при прожигании отверстий

Толщина металла, мм	Давление кислорода, МПа	Расход кислорода, м ³ /ч
150-300	0,5-0,6	40-50
300-600	0,6-0,8	50-70
600-1000	0,8-1,0	70-90
1000-2000	1,0-1,5	90-120

Особенность прожигания отверстий в бетоне и железобетоне состоит в том, что для поддержания материала в месте контакта с копьем в расплавленном состоянии копье необходимо прижимать к обрабатываемому бетону с силой до 300—500 Н, преодолевая сопротивление густоплавких шлаков. Это вызвано тем, что бетон, состоящий из окислов (Al_2O_3 , CaO и SiO_2), кислородной струей не окисляется и теплоты не выделяет, в связи с чем при удалении от его поверхности горящего конца копы быстро застывает. Поэтому прожигать

отверстия в бетоне и других неметаллических материалах следует без возвратно-поступательных движений копы, совершая им лишь периодически вращательные движения на угол 10—15° в обе стороны.

Порошково-кислородное (кислородно-флюсовое) копые представляет собой стальную трубку с проходящими по ней кислородом и флюсом — мелкодисперсной смесью металлических порошков (железного и алюминиевого). Так же, как и при кислородном копые, рабочий конец порошково-кислородного копыя в начале процесса нагревают посторонним источником теплоты до температуры 1350—1400° С, после чего в копые подают кислород и флюс. На выходе из копыя порошок воспламеняется, образуя ярко светящийся факел длиной до 50 мм с температурой 4000° С и выше. Направляя факел копыя на поверхность обрабатываемого материала, ее расплавляют и кислородной струёй удаляют образующиеся шлаки. При резке металлов наряду с расплавлением имеет место и окисление основного металла. Устройство копыедержателя для порошково-кислородной копыевой резки показано на рис. 14.5

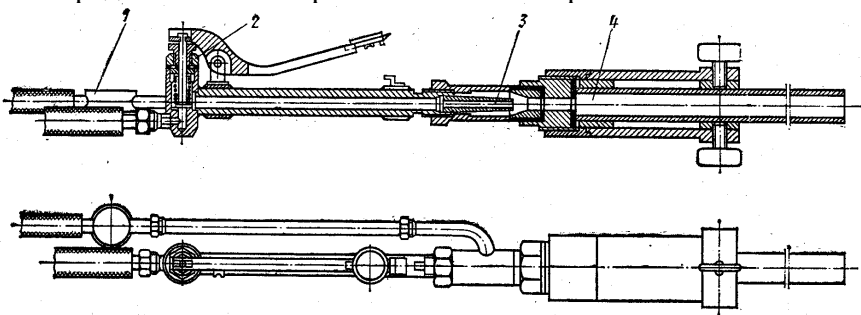


Рис. 14.5. Копыедержатель:

1 — шланг для подачи флюса; 2 — клапан для пуска кислорода; 3 — сопло инжектора для засасывания флюса, 4 — кислородное копые (стальная труба)

В отличие от кислородного порошково-кислородное копые во избежание закупорки его шлаком не прижимают к прожигаемому материалу, а выдерживают на расстоянии 30—50 мм от торца образуемого отверстия. Достигается это периодической с интервалом в несколько секунд подачей копыя вперед до упора в торец отверстия. Промежутки времени между

очередными подачами копыя вперед зависят от скорости сгорания трубки копыя.

В процессе прожигания отверстий копыю иногда придают вращательные движения, поворачивая его от руки на угол 10-15° в обе стороны. Последнее улучшает условия стекания шлака и способствует расширению образуемого отверстия.

Отверстия порошково-кислородным копыем прожигают в горизонтальном или наклонном снизу вверх направлении. При прожигании отверстий в горизонтальном направлении копые наклоняют на угол около 5° от горизонтали, что при прожигании отверстий в бетоне и чугуне, когда образуются особенно густоплавкие шлаки, улучшает условия их отекания и несколько увеличивает скорость прожигания.

Контрольные вопросы:

1. Из каких компонентов состоят флюсы для кислородно-флюсовой резки?
2. Как подают флюс в зону кислородно-флюсовой резки?
3. Назовите область применения кислородно-флюсовой резки.
4. Какая аппаратура применяется для кислородно-флюсовой резки?
5. Какие функции выполняет флюс при кислородно-флюсовой резке?
6. Какие параметры входят в режим кислородно-флюсовой резки?
7. Как осуществляют кислородно-флюсовую резку латуни?
8. В какой последовательности завершают кислородно-флюсовую резку?
9. Какие мероприятия проводят в случае спекания флюса в резаке или шланге?
10. Какими конструктивными элементами отличаются резаки, используемые при кислородно-флюсовой резке?
11. Что используют в качестве кислородного копыя?
12. Для чего внутрь трубки кислородного копыя закладывают стальные прутки?
13. В чем отличие кислородно-копьевого прожигания отверстий в стали и бетоне?
14. Каковы технологические особенности кислородно-копьевой резки?

15. В каких целях кислородному копью придают вращательные движения?

Лекция № 15.

Газовая наплавка и пайка

План:

- 15.1. Материалы для наплавки
- 15.2. Технология наплавки
- 15.3. Оборудование для пайки
- 15.4. Материалы, применяемые при пайке
- 15.5. Техника пайки

15.1. Материалы для наплавки

Для наплавки применяют зернистые и порошковые наплавочные смеси, литые сплавы в виде прутков, порошковую проволоку, флюсы.

Литые прутки для наплавки. Для наплавки износостойкого слоя используют литые прутки по ГОСТ 21449-75, которые в зависимости от химического состава подразделяются на пять марок: Пр-С27, Пр-С1, Пр-С2, Пр-ВЗК и Пр-ВЗК-Р. Прутки изготавливают с номинальными диаметрами: 4 мм при длине 300 и 350 мм, 5 и 6 мм при длине 350 и 400 мм; 8 мм при длине 450 и 500 мм.

Порошкообразные твердые сплавы. Для наплавки износостойкого слоя на детали используют механические смеси порошков марок С-2М, ФБХ6-2, БХ и КБХ по ГОСТ 11546-75.

Сталинит (С-2М) - порошкообразный применяют для наплавки электродуговым способом быстроизнашивающихся стальных и чугунных деталей. Сталинит М изготавливают из феррохрома, ферромарганца, нефтяного кокса и чугунной стружки. Химический состав сталинита М следующий: хрома 24—26%, марганца 6—8,5%, углерода 7—10%, кремния до 3%, серы до 0,4%, фосфора до 0,3%, остальное железо. Твердость наплавки сталинитом составляет не менее 54 HRC.

Боридная смесь (БХ) содержит 50 % боридов хрома и 50% железного порошка. Дает хрупкий наплавленный слой. Применяется для наплавки деталей, работающих в условиях абразивного износа. Твердость наплавки боридной смесью составляет не менее 63 HRC.

Карбидно-боридная смесь (КБХ) содержит 5% карбида хрома; 5% бориды хрома; 30% железного порошка; 60%

феррохрома. Твердость наплавки карбидно-боридной смесью составляет не менее 60 HRC.

Литые износостойкие сплавы имеют температуру плавления 1260—1300° С и представляют собой твердый раствор карбидов хрома в кобальте (стеллиты) или в никеле и железе (сормаиты). Сплавы на железной основе более хрупки, но дешевле, чем сплавы на никелевой и кобальтовой основе. Сормайт содержит 25—31% хрома, 3— 5% никеля, 2,5—3% углерода, 2,8—3,5% кремния, до 1,5% марганца, остальное железо.

Стеллиты имеют большую вязкость, коррозионную стойкость и лучшие наплавочные свойства, чем сормаиты. Литые сплавы применяют для наплавки инструмента, ножей для резки металла, штампов, конусов, загрузочных устройств доменных печей и других подобных деталей.

По ГОСТ 21448-75 выпускают порошки для износостойкой наплавки на основе железа ПГ-С27, ПГ-С1, ПГ-УС25, ПГФБХ6-2, ПГ-АН1 и никеля ПГ-СР2, ПГ-СР3, ПГСР-4

15.2. Технология наплавки

Газокислородное пламя применяют главным образом для наплавки литыми твердыми сплавами (стеллитами, сормаитами). Обычно стеллиты (хромокобальтовые сплавы, например, марки ВЗК; они обладают высокой жаропрочностью, сопротивлением истиранию при температуре до 1000°С) применяют для изделий, работающих при высоких, а сормаиты — при низких температурах. В процессе наплавки этими материалами пользуются флюсами. При наплавке стеллитом употребляют флюс, состоящий из 20% буры прокаленной, 68% борной кислоты и 12% плавикового шпата. Для наплавки сормаита флюс составляется из 50% буры, 47% двууглекислой соды и 3% кремнезема.

Если деталь сильно изношена, то перед газовой наплавкой износостойким сплавом ее наплавляют малоуглеродистой проволокой для восстановления первоначального профиля. После этого очищают место наплавки от шлаков, а затем снимают фаску или делают выточку (канавку). При наплавке сормаитом глубина выточки (канавки) должна быть равна: для деталей, работающих на истирание, 1,5—2,5 мм; для режущих кромок инструмента 0,5—1,5 мм; для инструмента, испытывающего

ударные нагрузки, не более 0,5 мм. При наплавке инструментов, применяемых при горячей обработке металлов, глубину фаски увеличивают в два раза.

Глубина канавки определяет толщину рабочего слоя наплавки. Острые углы фасок следует закруглять. Ширина фаски берется равной 5—10 мм.

Наплавку ведут в нижнем положении. Мощность наконечника выбирают в соответствии с толщиной металла в месте наплавки. Пламя должно быть с небольшим избытком ацетилена.

Детали небольших размеров наплавляются газокислородным пламенем без дополнительного нагрева наплавляемой детали. Крупногабаритные изделия подвергаются предварительному или сопутствующему подогреву до 500—700 °С. Подобно сварке применяют левую и правую наплавку.

Газокислородную наплавку применяют и с трубчатыми наплавочными материалами. Трубчатые наплавочные материалы представляют собой стальные или никелевые трубки, наполненные смесью карбидов вольфрама с другими износостойкими материалами (крупка). В случае использования крупки из карбида вольфрама твердость наплавки получается 85 HRC.

Газокислородную наплавку порошковыми сплавами ранее применяли редко из-за раздувания порошка пламенем горелки. Теперь для наплавки пламенем применяют порошки ПГ-ХН80СР-2, ПГ-ХН80СР-3 и др., не раздуваемые пламенем. Наплавка производится горелкой ГАЛ-2-69. За один проход наносится слой толщиной не более 1 мм. По производительности процесс порошковой наплавки газовым пламенем не уступает наплавке прутковыми материалами.

15.3. Оборудование для пайки

В качестве основного инструмента при ручной и механизированной пайке служит горелка. В зависимости от вида припоя, характера паяного соединения и организации технологического процесса используют различные виды горелок — кислородно-газовые, однопламенные и многопламенные, инжекторные и безынжекторные, газовоздушные и пр. (рис. 15.1). Для повышения производительности применяют мундштуки той формы, которая наиболее соответствует

конструкции паяного соединения. Широко применяют горелки, работающие на заменителях ацетилена — пропане, природном газе, городском газе, керосине, бензине и т. п.

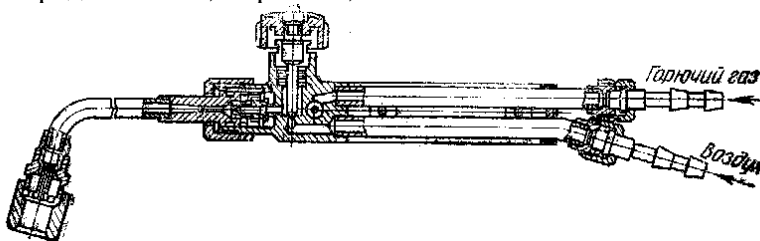


Рис. 15.1. Горелка ГВП-4 для газо-воздушной пайки

Мощность горелки подбирают в соответствии с видом припоя и паяного соединения. Многопламенные мундштуки обеспечивают более равномерный нагрев поверхности пайки. Кроме того, сокращается размер ядра пламени и нагрев можно вести при меньшем расстоянии от поверхности металла, что на 15—20% увеличивает эффективную мощность пламени. Многопламенные горелки рекомендуются для пайки крупногабаритных деталей со швами значительной длины.

15.4. Материалы, применяемые при пайке

Припой выпускают в виде проволоки, прутков, полос, фольги, порошковой проволоки, порошков, пасты и пр. Предъявляемые к припоям требования следующие:

1. Температура его плавления должна быть на 50—60° ниже температуры паемых металлов.
2. Припой должен быть жидкотекуч, хорошо растекаться, проникая в щели зазора, поры и хорошо смачивая металл.
3. Припой и металл должны взаимно диффундировать и образовывать сплав.
4. Необходима примерно одинаковая стойкость против коррозии припоя и металла.
5. Припой должен по возможности не содержать дорогих и дефицитных компонентов.

Все припои для высокотемпературной газовой пайки можно разбить на следующие группы: медно-цинковые (латуни), серебряные, медно-фосфористые.

Медно-цинковые припой применяют при пайке стали, чугуна и медных сплавов, меди, бронзы, никеля. Лучшие результаты дает припой марки ЛОК 62-0,6-0,4, содержащий 60—63% Си, 0,3—0,4% Sn, 0,4—0,6% Si, остальное — цинк. Температура плавления его 905° С, предел прочности 450 МПа. Кремний и олово предохраняют цинк от окисления и испарения. Кремний при восстановлении окислов цинка окисляется до кремнезема, соединяется с флюсами и образует боросиликаты, которые всплывают на поверхность жидкого металла, покрывая его пленкой, препятствующей окислению и испарению цинка. Олово способствует растеканию припоя по металлу и улучшает заполнение зазоров и пор.

Серебряные припой содержат, кроме серебра, медь и цинк. Для снижения температуры плавления в эти припой добавляют кадмий, фосфор и другие элементы. Температура плавления серебряных припоев 720—870° С. Их можно применять для пайки всех черных и цветных металлов, кроме алюминия и цинка, имеющих более низкую температуру плавления, чем припой. Швы получаются с высокими механическими свойствами. В зависимости от содержания серебра выпускаются припой марок от ПСр10 до ПСр70.

Медно-фосфористые припой находят широкое применение в электропромышленности и служат заменителями припоев ПСр 25, ПСр 45 и низкотемпературного припоя. Их используют только для пайки меди и латуни.

Припой для низкотемпературной пайки готовят на основе оловянно-свинцовых сплавов различного состава. В зависимости от содержания олова используют припой марок от ПОС 90 (89—90% Sn) до ПОС 18 (17—18% Sn). Температура плавления этих припоев колеблется от 222—183° С (ПОС 90) до 277—183° С (ПОС 18).

Флюсы для пайки. Флюс удаляет пленку окислов, предохраняет металл от окисления, улучшает смачиваемость металла и способствует затеканию припоя в зазоры между паяемыми деталями. Температура плавления флюса должна быть ниже, а температура испарения — выше температуры плавления припоя. Применяют флюсы в виде порошков, пасты и газа.

Для высокотемпературных припоев типа латуней применяют флюсы с температурой плавления выше 750° С. В качестве тугоплавких флюсов используют техническую буру,

которая не сдувается пламенем горелки. Буру применяют при пайке низкоуглеродистых сталей и меди припоями, имеющими температуру плавления выше 800° С.

При высокотемпературной пайке алюминия применяют флюсы, действующие также, как и флюсы для сварки алюминия и его сплавов, которые образуют легкоплавкие фтористые и хлористые соединения, хорошо растворяющие пленку окиси алюминия. Действие этих флюсов должно проявляться при более низкой (450—550° С) температуре, чем флюсов для сварки. Это обеспечивается добавлением во флюс хлористого лития. Флюс 34А имеет состав: 25—35% хлористого лития, 8—15% хлористого цинка, 12—18% фтористого калия, остальное — хлористый калий. Флюс имеет температуру плавления 420° С.

15.5. Техника пайки

Поверхности паяемых деталей тщательно очищают от загрязнений, окалины, окислов жира механическими способами или травлением в кислотах с последующей промывкой и сушкой.

При низкотемпературной пайке на очищенные поверхности металла наносят флюс и нагревают место спая пламенем горелки. При этом флюс испаряется, а расплавляемый припой затекает в зазор. Для лучшего затекания припоя поверхности в месте спая предварительно облуживают припоем и после этого узел собирают и паяют.

При высокотемпературной пайке детали закрепляют в кондукторе с заранее установленным зазором между паяемыми поверхностями и величиной нахлестки. Окислительное пламя обеспечивает более плотный шов, но внешний вид шва хуже. Легче паять пламенем с избытком ацетилена, поскольку при этом снижается возможность перегрева припоя, а более мягкое пламя не выдувает флюс. При пайке разнородных металлов пламя направляют на более толстый и более теплопроводный металл с целью равномерного нагрева деталей. Поскольку припой стремится всегда затекать на более нагретое место пламя следует держать так, чтобы оно было направлено на место спая.

Флюс наносят в момент пайки на нагретое место деталей. Припой также покрывают флюсом. Припой расплавляют теплотой нагретых деталей, касаясь их концом прутка припоя. В пламени припой плавить не следует. После окончания пайки припой должен медленно остывать вместе с деталью. При пайке

цветных металлов их можно охлаждать в воде. При этом бура, входящая в состав флюсов, хорошо удаляется с поверхности паяного шва. Для удаления остатков буры и флюсов можно применять также травление в 10%-ном растворе серной кислоты с последующей промывкой в воде.

При пайке алюминия место пайки очищают проволочной щеткой, промывают бензином с целью обезжиривания с последующим травлением слабым раствором азотной кислоты. Затем место пайки подогревают пламенем горелки до температуры начала плавления флюса, наносят флюс, вводят в спай припой и расплавляют последний. После пайки шов очищают от остатков флюса и излишнего припоя. От флюса очищают тщательной промывкой в теплой воде и протиркой чистой тканью.

Контрольные вопросы:

1. Какие применяются наплавочные материалы?
2. Каковы особенности технологии газовой наплавки износостойких материалов?
3. Какие детали наплавляют литыми сплавами?
4. Как осуществляется наплавка сильно изношенных деталей?
5. В каких случаях проводят предварительный подогрев при наплавке?
6. В каких случаях для наплавки деталей используют стеллиты и в каких сормайт?
7. Какое оборудование применяется при газовой пайке?
8. Каково назначение припоев?
9. Каково назначение флюсов?
10. Как осуществляется подготовка деталей к пайке?
11. Каковы особенности пайки алюминия?
12. Какие требования предъявляются к припою?
13. Каковы особенности низко- и высокотемпературной пайки деталей?
14. Какова должна быть температура плавления флюса?
15. В каких случаях при пайке применяются многопламенные горелки?
16. Какие флюсы применяются при пайке алюминия?

Лекция № 16.

Газопламенная поверхностная закалка, нанесение покрытий и очистка поверхностей от загрязнений

План:

- 16.1. Способы газопламенной поверхностной закалки
- 16.2. Оборудование для газопламенной поверхностной закалки
- 16.3. Технология газопламенной поверхностной закалки
- 16.4. Оборудование, применяемое при газопламенном нанесении покрытий
- 16.5. Технология газопламенного нанесения покрытий
- 16.6. Технология и оборудование газопламенной очистки поверхности металла от загрязнений

16.1. Способы газопламенной поверхностной закалки

Разработано несколько способов газопламенной поверхностной закалки (рис. 16.1).

При циклических способах нагревают всю поверхность изделия одновременно до закалочной температуры, а затем охлаждают также одновременно во всех точках. Нагревают неподвижной или передвигающейся горелкой. Для закалки изделий круглого сечения применяют циклический способ быстрого вращения.

Непрерывный способ состоит в перемещении изделия относительно горелки или, наоборот, горелки относительно изделия с постоянной заданной скоростью. Горелка нагревает изделие до закалочной температуры, а прикрепленный к горелке разбрызгиватель подает на поверхность детали охлаждающую жидкость, осуществляющую закалку.

При закалке цилиндрических изделий и медленном вращении (комбинированный кольцевой способ) начальный участок закаленного слоя отпускается по дуге длиной 20—30 мм. При комбинированном спиральном способе закаленные слои должны перекрывать друг друга на 5—10 мм.

Особенность пламенной поверхностной закалки — самоотпуск изделия после закалки при температуре 120—200° С, что уменьшает внутренние напряжения в изделии, вызванные закалкой.

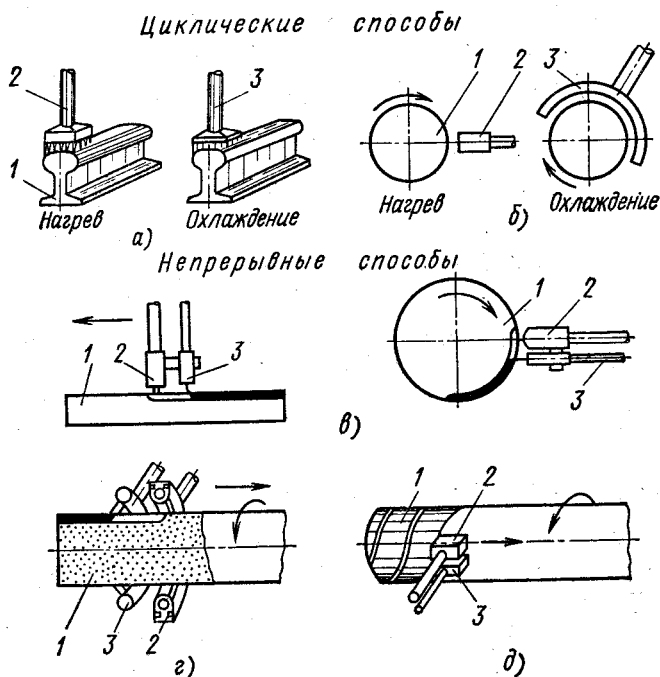


Рис. 16.1. Способы пламенной поверхностной закалки:
 а — стационарный; б — быстрого вращения; в — непрерывно-последовательный; г — комбинированный кольцевой; д — комбинированный спиральный;
 1 — изделие; 2 — горелка; 3 — разбрызгиватель

16.2. Оборудование для газопламенной поверхностной закалки

Основной инструмент для поверхностной закалки — горелка. Форма мундштука горелки определяется конфигурацией поверхности закаливаемой детали. Для закалки используют также специальные наконечники, присоединяемые к стволу стандартной сварочной горелки. Так, например, для поверхностной термообработки стальных и чугунных деталей, а также нормализации, закалки на мартенсит, сорбит и троостит применяют наконечники серии НАЗ, работающие на ацетилено-кислородной смеси (рис. 16.2). В комплект НАЗ входят пять наконечников.

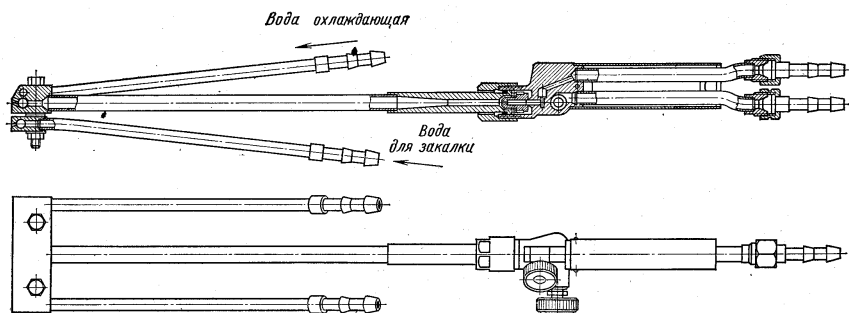


Рис. 16.2. Наконечники серии НАЗ для поверхностной закалки

Закалку тел вращения этими наконечниками выполняют способом быстрого вращения, а деталей с линейной поверхностью — непрерывно-последовательным. Для закалки цилиндрических деталей диаметром до 100 мм ствол горелки Г-3 с наконечником НАЗ устанавливают неподвижно в суппорте токарного станка. При непрерывно-последовательном способе горелка перемещается с помощью суппорта токарного станка или тележки переносного прибора для кислородной резки.

Промышленность выпускает также закалочные горелки ГЗЗ-2-72, работающие на смеси пропан-бутан — кислород. Расход пропанбутана 1,12—2,38 м³/ч, кислорода 3,95—8,35 м³/ч. Горелки комплектуются шестью наконечниками для ширины закалки 45; 55; 60; 65; 70 и 85 мм. Горелки ГЗЗ-2-72 предназначены для закалки и нормализации массивных изделий с поверхностью линейного профиля. Охлаждающие устройства у них сменные.

На рис. 16.3 показана горелка для закалки зубьев шестерен непрерывно-последовательным способом.

Горелка перемещается снизу вверх, с одновременной закалкой обеих рабочих поверхностей одного зуба (рис. 16.4). Эти горелки используют для закалки шестерен с модулем 10—30 мм.

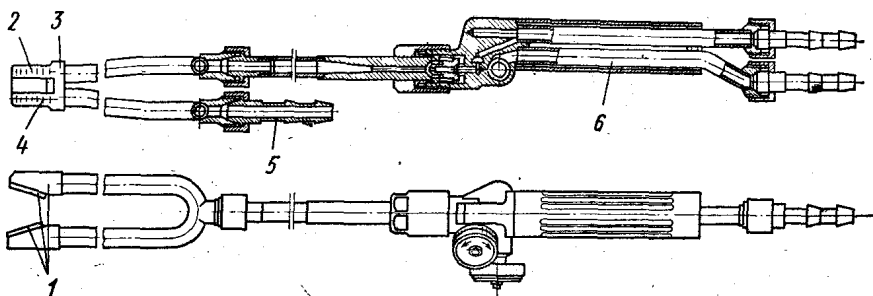


Рис. 16.3. Горелка с наконечником для заправки зубьев шестерен:

1 — выступы, разделяющие газовые и водяные сопла; 2 — газовые сопла; 3 — мундштук; 4 — водяные сопла; 5 — трубка для подвода воды; 6 — ствол горелки Г-3

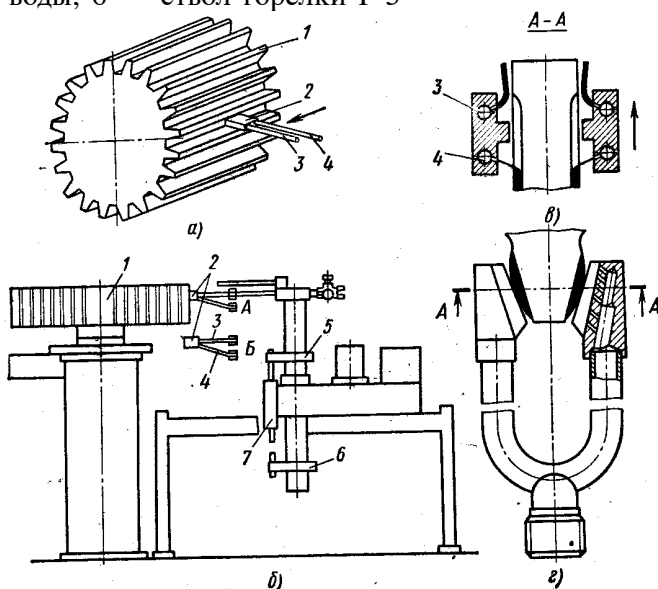


Рис. 16.4. Закалка зубьев крупномодульных шестерен:

а — односторонняя закалка зубьев плоской горелкой; б — закалка зубьев на специализированной установке; в и г — положение мундштуков горелки относительно зуба; 1 — шестерня; 2 — горелка; 3 — подача газов; 4 — подача воды; 5 — верхний упор; 6 — нижний упор; 7 —воздухораспределитель; А — положение горелки в момент гашения пламени; Б — положение горелки в момент начала заправки

16.3. Технология газопламенной поверхностной закалки

Глубина закаленного слоя зависит от скорости перемещения горелки относительно поверхности детали и от погонной мощности пламени, измеряемой в дм^3 ацетилена на 1 см ширины закаливаемой поверхности. Глубина закалки уменьшается со снижением погонной мощности пламени и возрастанием относительной скорости перемещения горелки.

В качестве горючего применяются ацетилен, пропан-бутан, природный газ, пары бензина и керосина. Наилучшие результаты закалки при непрерывно-последовательном способе получают при линейном расходе ацетилена 400—600 л/(ч·см), линейном расходе воды 0,4—0,6 л/(мин·см) и расстоянии между зоной нагрева и зоной охлаждения 20—25 мм. Сталь с содержанием углерода более 0,6% следует закалывать с промежуточным охлаждением воздухом, расход которого 1,5—2,5 м^3 /(ч·см).

16.4. Оборудование, применяемое при газопламенном нанесении покрытий

Основными узлами проволочных аппаратов для газовой металлизации являются механизм подачи проволоки, устройства для нагрева и плавления проволоки, а также для распыления расплавленного металла сжатым воздухом. Схема рабочего поста для газовой металлизации аппаратом МГИ показана на рис. 16.5. Металлизатор МГИ-2 предназначен для нанесения покрытий из цинка, алюминия и других металлов на стальные детали. Он может работать на ацетилене или пропане (с заменой газосмесительного узла).

Для порошкового напыления различных тугоплавких неметаллических материалов (окись алюминия и т. п. с температурой плавления выше 2000 °С) и легкоплавких полимеров (с температурой размягчения и плавления до температуры 500 °С) применяют специальные установки (рис. 16.6). Такая установка состоит из специальной распылительной газовой горелки и бачка-питателя с напыляемым порошковым материалом. Производительность установки УПН-8 1,2—1,3 кг/ч окиси алюминия, установки УПН-6 - 3—5 кг/ч порошка полимера. Бачок имеет емкость 6 дм^3 .

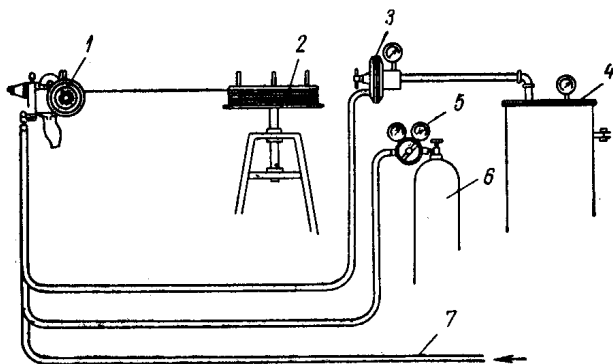


Рис. 16.5. Схема поста для газовой металлизации:

1 — газовый металлизатор; 2 — кассета для проволоки; 3 — регулятор давления воздуха; 4 — маслолагоотделитель; 5 — кислородный редуктор; 6 — баллон с кислородом; 7 — трубопровод подачи горячего газа

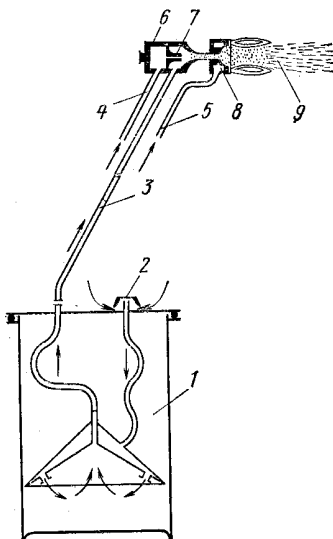


Рис. 16.6. Установка для напыления порошкообразных материалов УПН-6:

1 — питатель; 2 — подсос воздуха; 3 — воздушно-порошковая смесь; 4 — сжатый воздух; 5 — горючая газовая смесь; 6 — горелка-распылитель; 7 — инжектор; 8 — распылительная головка; 9 — напыляемый порошок

Низкотемпературные напыляющие установки имеют горелки, которые могут работать или на ацетилене, или после соответствующей смены смесительного устройства и головки — на пропан-бутане.

Для высокопроизводительных металлизационных процессов выпускаются стационарные газометаллизационные установки МГИ-5 производительностью: при напылении цинка - 37 кг/ч, при напылении алюминия - 14 кг/ч. Они работают на проволоке диаметром 5—6 мм при скорости подачи 0,2—5 м/мин. В качестве горючего используют пропан-бутан. Расход пропан-бутана 2,5 м³/ч, кислорода 12 м³/ч, сжатого воздуха 1,5 м³/ч.

16.5. Технология газопламенного нанесения покрытий

Поверхность изделия перед нанесением покрытия должна быть тщательно очищена от загрязнений маслом, окислами, продуктами коррозии, влаги, пыли и пр. Для получения хорошего сцепления наносимого слоя металла с основной поверхностью детали придают шероховатость путем пескоструйной обработки или нанесения канавок обдиркой на токарном станке.

Углубления в детали, куда не должен попадать напыляемый металл (шпоночные канавки, отверстия и пр.), забивают деревянными пробками. При толщине металлизационного слоя свыше 0,5 мм на поверхности детали нарезают канавки или устанавливают шпильки, делая между ними насечку зубилом.

На подготовленную поверхность детали, свободную от следов ржавчины и загрязнений, наносят покрытие. Для этого включают металлизатор и, помещая деталь на требуемом расстоянии от него, напыляют металл тонким слоем требуемой толщины, равномерно перемещая металлизатор по поверхности, подвергаемой напылению. Детали, имеющие форму тел вращения, металлизуют на токарных станках, в суппорте которых крепится металлизатор.

Скорость перемещения детали относительно сопла металлизатора выбирают такой, чтобы деталь не нагревалась до температуры выше 60—70 °С. При слишком сильном нагревании детали процесс металлизации прерывают и детали дают охладиться до 20—25 °С.

На наружные поверхности покрытие можно наносить слоем 0,05—10 мм и более в зависимости от требований к процессу покрытия.

Детали, работающие на износ в условиях жидкостного трения, следует металлизировать высокоуглеродистой стальной проволокой.

Антифрикционные покрытия наносят из двух разных металлов соответствующих марок, взятых примерно в равных количествах или с применением биметаллической проволоки. Для антифрикционных покрытий применяют следующие сочетания металлов: 75% стали и 25% меди; 75% стали и 25% латуни; 50% стали и 50% алюминия; 70% стали и 30% алюминия; 50% алюминия и 50% свинца.

Для придания деталям жаростойкости их покрывают алюминием (алитируют) и подвергают последующей термообработке, в результате чего алюминий диффундирует в сталь, образуя на ее поверхности тонкий жаростойкий слой железоалюминиевого сплава. Чугун не подвергается жароупрочнению путем алитирования металлизацией алюминием, так как свободный углерод в структуре чугуна препятствует диффузии алюминия в основной металл. Стойкость алитированных изделий зависит от глубины диффузионного слоя и температуры при эксплуатации: для 900—950 °С продолжительность службы изделий из углеродистых сталей после алитирования возрастает в несколько раз.

Защита от окисления алитированной стали в основном обеспечивается наружным слоем окиси алюминия, имеющей температуру плавления свыше 2000 °С. Толщина алюминиевого слоя покрытия должна быть равна 0,3—0,5 мм. Процесс покрытия алюминием для получения защиты от окисления деталей в агрессивных средах состоит в следующем: подготовка поверхности; нанесение покрытия; обмазка покрытия флюсом; обжиг. В качестве флюса применяют обмазку, состоящую из 48—50% графита, 20—25% огнеупорной глины, 20—25% кварцевого песка, 2% нашатыра, разведенного на жидком стекле до сметанообразного состояния.

Обмазка защищает от окисления при обжиге и удерживает расплавленный алюминий от стекания. Начальная температура обжига 600—650 °С, быстрый нагрев до 900—950 °С, выдержка

при 900—950 °С в течение 2,5—3,5 ч, медленное охлаждение до 600—650 °С.

Для защиты от коррозии наиболее широко применяют металлизацию цинком слоем толщиной 0,1—0,3 мм. На 0,1 мм толщины слоя расходуют проволоки 0,9—1,0 кг/м². При газовой металлизации за один проход аппарата наносят слой толщиной 0,03—0,05 мм.

16.6. Технология и оборудование газопламенной очистки поверхности металла от загрязнений

Для пламенной ручной очистки проката применяют специальные многофакельные горелки ГАО, одна из которых изображена на рис. 16.7.

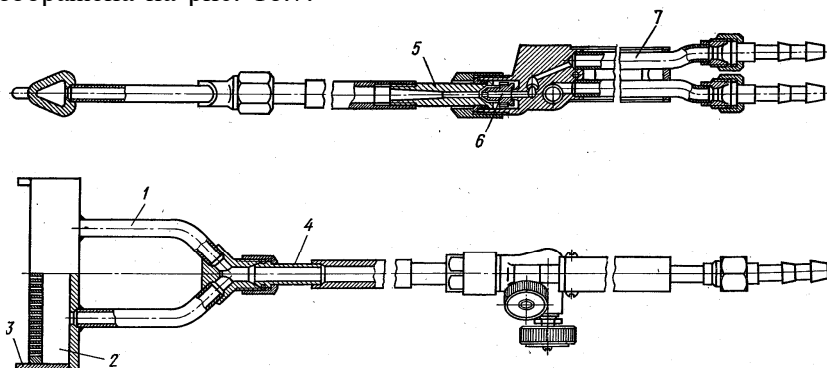


Рис. 16.7. Многофакельная горелка для поверхностной очистки металла:

1 — наконечник; 2 — многофакельный мундштук; 3 — опорные выступы; 4 — трубка; 5 — смесительная камера; 6 — инжектор; 7 — ствол горелки

При особо тяжелых условиях работы можно использовать горелки с водяным охлаждением. Горелка присоединяется к стандартному стволу сварочной Г-3 и работает на кислороде под давлением 0,3—0,5 МПа, ацетилене под давлением 0,008—0,010 МПа. Расход газов: кислорода 1,8—2,3, ацетилена 1,6—2,0 м³/ч. При очистке скорость передвижения горелки относительно металла 0,5—1,0 м/мин. Ширина пламени многофакельного мундштука 100 мм. Такая горелка может очищать до 20 м² поверхности металла в час. Для удобства работы длина горелки составляет 1300—1400 мм.

Многофакельные горелки ГПО-2 с двумя сменными мундштуками обеспечивают ширину обрабатываемой полосы 100 и 200 мм. Эти горелки работают на пропан-кислородной смеси. Расход пропана 0,5—2,5 м³/ч; давление 0,035 МПа. Расход кислорода 1,9—10 м³/ч; давление 0,2—0,5 МПа. Инжектор и смесительная камера в этих горелках расположены в непосредственной близости от мундштука, что обеспечивает устойчивость горения пламени. Применяют жесткое окислительное пламя. Для удаления ржавчины и окалины горелку держат под углом 60° к поверхности листа, опирая на него мундштук закаленными выступами, имеющимися на мундштуке. Скорость передвижения горелки при очистке от окалины может быть увеличена до 1,8 м/мин и более. Вершины конусов пламени должны касаться поверхности очищаемого металла. Для очистки окрашенных поверхностей горелку держат под углом 90° при расстоянии мундштука 25 мм над поверхностью металла. Если под краской обнаружен слой ржавчины, необходимо еще раз пройти пламенем горелки по поверхности листа.

Контрольные вопросы:

1. Какие способы газопламенной поверхностной закалки вы знаете?
2. Какое оборудование применяется при газопламенной поверхностной закалке?
3. В каких случаях используют циклический способ газопламенной поверхностной закалки?
4. В чем состоит сущность непрерывного способа газопламенной поверхностной закалки?
5. От каких параметров режима закалки зависит глубина закаленного слоя?
6. Какие горючие газы применяются при газопламенной поверхностной закалке?
7. Какое оборудование, используется при газопламенном нанесении покрытий?
8. Как осуществляется подготовка поверхности к металлизации?
9. Какие параметры входят в режим напыления покрытия?
10. Какое оборудование применяют для газопламенной очистки металла от загрязнений?

11. Какое пламя рекомендуется использовать при газопламенной очистки металла от загрязнений?

12. Какие параметры входят в режим газопламенной очистки металла?

Литература:

1. Евсеев. Г.Б., Глизманенко Г.Д.. Оборудование и технология газопламенной обработки металлов и неметаллических материалов. - М.: Машиностроение, 1974.
2. Сварки и свариваемые материалы: В 3-х т. Т. 2. Технология и оборудование: Справочное издание/ Под. ред. В.М. Ямпольского. - М.: Изд-во МГТУ им Н.Э. Баумана, 1998.
3. Абралов М.А., Абралов М.М. Пайвандлаш иши асослари. - Тошкент: Талкин, 2004.
4. Быков В.В., Файзулина Т.С. Газопламенные горелки. - М.: Машиностроение, 1974
5. Глизманенко Д.Л. Газовая сварка и резка металлов. - М.: Высшая школа, 1973
6. Глизманенко Д.Л. Сварка и резка металлов. - М.: Высшая школа, 1974
7. Маслов В.И. Сварочные работы. - М.: Издательский центр «Академия», 1999
8. Николаев А.А. Электрогазосварщик. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2000
9. Нинбург А.К. Газопламенная обработка металлов с использованием газов-заменителей ацетилена. - М.: Машиностроение, 1976.
10. Петров Г.Л., Буров Н.Г. Технология и оборудование газопламенной обработки металлов. - М.: Машиностроение, 1970
11. Сварка в машиностроении: Справочник в 4-х т. - М.: Машиностроение. 1978 - 1979
12. Сварка и резка в промышленном строительстве. /Б.Д. Малышев, А.И. Акулов, Е.К. Алексеев и др.; Под ред. Б.Д. Малышева. - М.: Стройиздат, 1989
13. Сварка и резка материалов: Учеб. пособие/ М.Д. Банов, Ю.В. Казаков, М.Г. Козулин и др.; Под ред. Ю.В. Казакова. - М.: Издательский центр «Академия», 2001
14. Соколов И.И. Газовая сварка и резка металлов. - М.: Высшая школа, 1986
15. Чебан В.А. Сварочные работы. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2004
16. www.svarka.ru

Содержание

Введение	3
Лекция № 1. Сущность и классификация способов газопламенной обработки	4
1.1. Классификация способов газопламенной обработки материалов.....	4
1.2. Сущность способов газопламенной обработки материалов.....	5
Лекция № 2. Газовое пламя и процесс горения	16
2.1. Процесс горения.....	16
2.2. Строение газового пламени.....	16
2.3. Тепловое взаимодействие пламени с металлом.....	21
Лекция № 3. Газы, применяемые при газопламенной обработке	23
3.1. Кислород.....	23
3.2. Горючие газы.....	24
3.3. Карбид кальция.....	29
Лекция №4. Аппаратура, применяемая при газопламенной обработке (ацетиленовые генераторы, очистители газа)	31
4.1. Ацетиленовые генераторы.....	31
4.2. Очистители газа.....	39
Лекция №5. Аппаратура, применяемая при газопламенной обработке (баллоны для газов, редукторы)	40
5.1. Баллоны для газов.....	40
5.2. Вентили.....	44
5.3. Редукторы.....	46
Лекция №6. Аппаратура, применяемая при газопламенной обработке (предохранительные затворы, указатели расхода газа)	51
6.1. Предохранительные затворы.....	51
6.2. Указатели расхода газа.....	55
6.3. Рукава (шланги).....	56
Лекция № 7. Аппаратура, применяемая при газопламенной обработке (горелки)	58
7.1. Классификация горелок.....	58

7.2. Виды горелок.....	60
Лекция № 8. Газовая сварка (Техника и режимы газовой сварки).....	66
8.1. Техника газовой сварки.....	66
8.2. Левая и правая сварка.....	69
8.3. Режим газовой сварки.....	71
Лекция № 9. Газовая сварка (Специальные виды газовой сварки).....	72
9.1. Специальные виды газовой сварки.....	72
9.2. Особенности сварки швов в различных пространственных положениях.....	75
Лекция №10. Газопрессовая сварка.....	76
10.1. Способы газопрессовой сварки.....	76
10.2. Оборудование, применяемое при газопрессовой сварке	77
10.3. Технология газопрессовой сварки.....	79
Лекция № 11. Кислородная резка.....	82
11.1. Сущность кислородной резки.....	82
11.2. Механизм окисления железа.....	83
11.3. Отставание в процессе резки.....	84
11.4. Подогревающее пламя и нагрев металла до воспламенения.....	84
11.5. Влияние чистоты кислорода на показатели резки.....	86
11.6. Основные условия кислородной резки.....	86
11.7. Влияние состава стали на резку.....	88
Лекция № 12. Кислородная резка (Классификация и техника кислородной резки).....	91
12.1. Классификация видов кислородной резки.....	91
12.2. Режимы кислородной резки.....	91
12.3. Техника кислородной резки.....	92
12.4. Резка профильного проката и труб.....	97
12.5. Пакетная резка.....	98
12.6. Резка стали большой толщины с применением кислорода низкого давления.....	99
12.7. Поверхностная резка.....	100
Лекция № 13. Кислородная резка (Резаки для кислородной резки).....	102

13.1. Классификация резаков для кислородной резки.....	102
13.2. Резаки для ручной резки.....	104
13.3. Керосинорезы.....	108
13.4. Резаки для машинной резки.....	110
13.5. Специальные резаки.....	112
13.6. Машины для кислородной резки.....	117
Лекция № 14. Кислородно-флюсовая и копьевая резка	123
14.1. Материалы, применяемые при кислородно-флюсовой резке.....	123
14.2. Оборудование для кислородно-флюсовой резки.....	124
14.3. Технология кислородно-флюсовой резки.....	127
14.4. Технология и оборудование копьевой резки.....	129
Лекция № 15. Газовая наплавка и пайка	133
15.1. Материалы для наплавки.....	133
15.2. Технология наплавки.....	134
15.3. Оборудование для пайки.....	135
15.4. Материалы, применяемые при пайке.....	136
15.5. Техника пайки.....	138
Лекция № 16. Газопламенная поверхностная закалка, нанесение покрытий и очистка поверхностей от загрязнений	140
16.1. Способы газопламенной поверхностной закалки.....	140
16.2. Оборудование для газопламенной поверхностной закалки.....	141
16.3. Технология газопламенной поверхностной закалки.....	144
16.4. Оборудование, применяемое при газопламенном нанесении покрытий.....	
16.5. Технология газопламенного нанесения покрытий.....	146
16.6. Технология и оборудование газопламенной очистки поверхности металла от загрязнений.....	148
Литература	150

Редактор Ахметжанова Г.М.