

Уважаемые студенты СВ-201 прошу выполненное
задание сделать

Скриншоты (фотоотчеты) и прислать на страничку
в контакте <https://vk.com/id356059967> Татьяна
Сафонова указывая название предмета, группу,
фамилию, имя, отчество.

*Изучив лекцию составить конспект
по материалам, применяемых для сварки
металлов*

Сварка металлов

Сварка конструкционных материалов

Сварка – это технологический процесс, при помощи которого получают неразъёмные соединения деталей в узлах и конструкциях.

Для осуществления сварки необходимо сблизить металлические поверхности, подлежащие соединению, настолько, чтобы между ними начали действовать силы межатомного сцепления.



Сварка конструкционных материалов

- Сварка широко используется для соединения деталей из:
 1. металлов;
 2. пластмасс (термопластов)
 3. керамических материалов (например, сварка деталей из стекла)

Виды сварки металлов

- *Все способы сварки металлов можно разбить на три группы:*
- *Сварка плавлением основана на местном разогреве деталей до плавления и образования сварного соединения путём перемешивания жидких фаз.*
- *Сварка давлением основана на приложении к свариваемым участкам холодных деталей значительного усилия. (Например, сварка взрывом).*
- *Промежуточные виды сварки: Пластическая сварка (Нагрев до пластического состояния, затем давление)
Контактная сварка (одновременное действие давления и электрического нагрева)*

Сварка плавлением

- Для соединения металлов и пластмасс наиболее часто используется сварка плавлением.
- Источником тепла служат: **электрическая дуга**, электрический ток, **тепло сжигания газа**, лазерный луч, ультразвук, трение и т.д.

Сварка электрической дугой

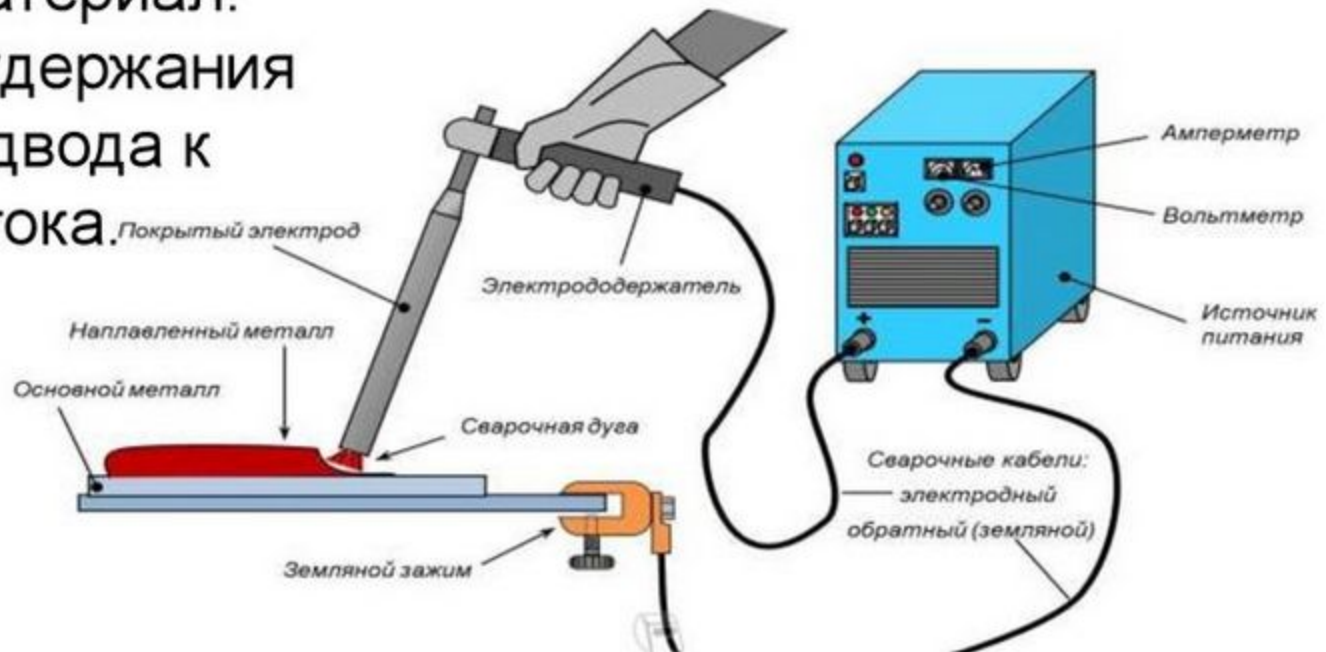
При электродуговой сварке (электросварка) местный разогрев деталей, подлежащих сварке, осуществляется сварочной дугой, которая вызывается путём касания электродом свариваемого металла. При коротком замыкании ток большой силы проходит через отдельные контактные выступы. Они расплавляются, часть металла испаряется и газовый промежуток насыщается парами металла.

Электрод **отрывается** от изделия, это ведет к размыканию цепи и зажиганию дуги. Электрод также начинает плавиться, и на свариваемом металле образуется ванна со смесью жидкого металла и электрода. Она остывает, кристаллизуется и образуется сварной шов.

Электросварка (сварка электрической дугой)

Для сварки электрической дугой необходимы:

1. источник тока (трансформатор или выпрямитель);
2. плавящийся или неплавящийся электрод;
3. при использовании неплавящегося электрода присадочный материал;
4. зажимы для удержания электрода и подвода к нему и земле тока.

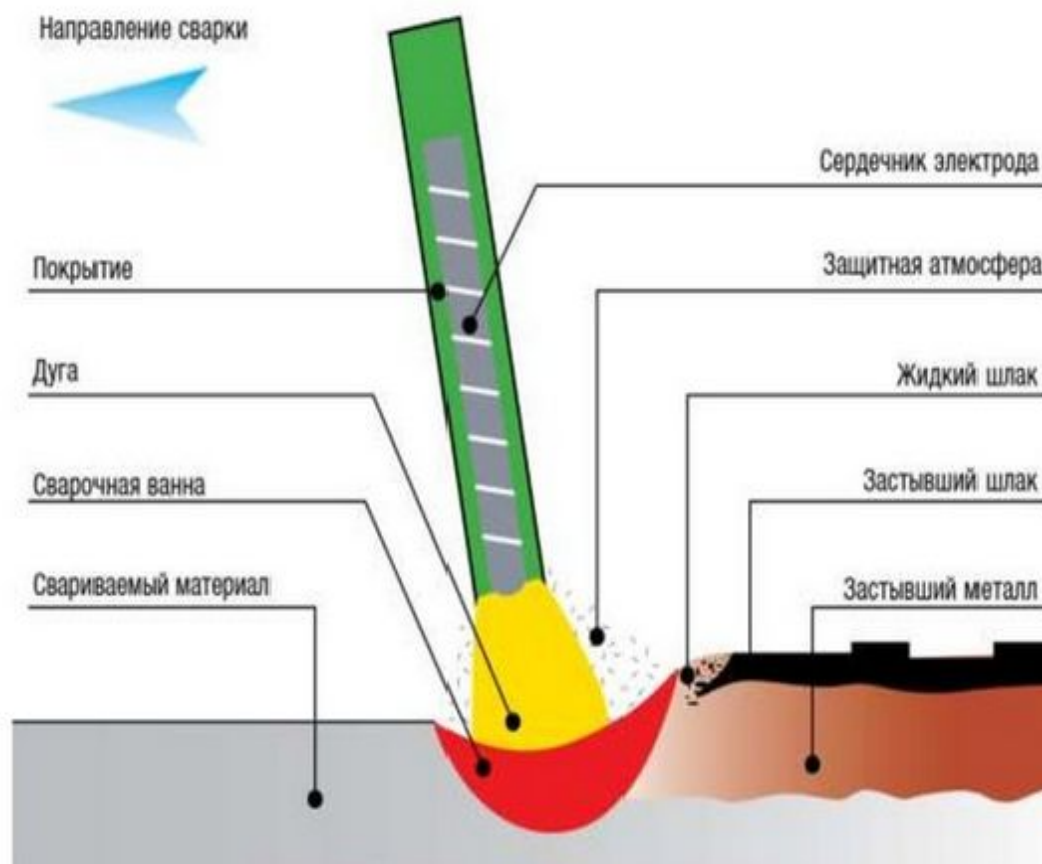


Сварка электрической дугой

Сварка плавящимся электродом

Процессы, протекающие при сварке:

1. Выгорание Si и Mn (особенно металла электрода);
2. Окисление железа и растворение оксида в сварочной ванне (снижается прочность и пластичность);
3. Насыщение шва азотом



Сварка электрической дугой

- **Покрытие** на плавящемся электроде:
 1. стабилизирует дугу;
 2. разлагаясь и вытесняя воздух из зоны сварки, частично предотвращает окисление железа и его азотирование.
 3. более эффективно эти процессы тормозятся при сварке **под слоем флюса**;
 4. еще более эффективно при сварке в атмосфере инертного газа (углекислый газ, аргон).
Сварка **алюминия, титана, нержавеющей и жаростойких сталей**

Электросварка

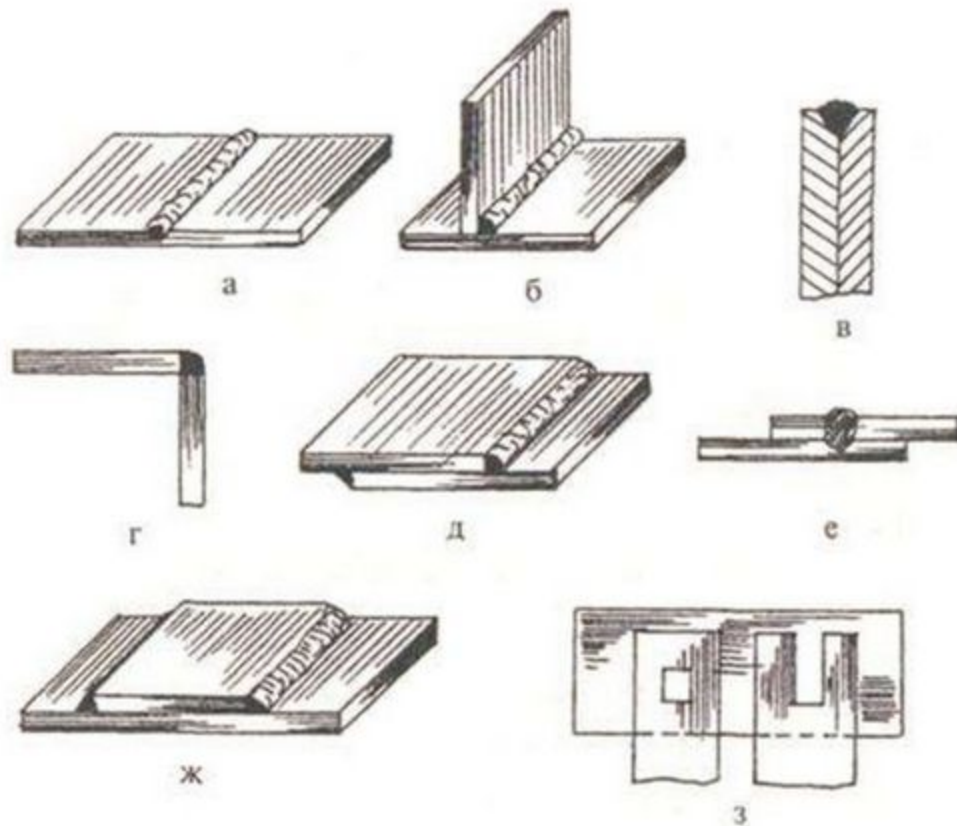
- При сварке неплавящимся электродом используют:
 1. **Угольный** электрод;
 2. **Вольфрамовый** электрод

Присадочным материалом является проволока из такого же материала, что и свариваемые детали

Виды сварки по расположению свариваемых деталей

Виды сварки:

- а) сварка в стык;
- б) тавровое соединение
- в, д, ж) сварка в нахлестку;
- г,з) угловая сварка;
- е) точечная сварка



Недостатком электросварки является необходимость линии электропередачи.

Газовая сварка металлов

Тепло необходимое для расплавления металла достигается сгоранием ацетилена в атмосфере кислорода.

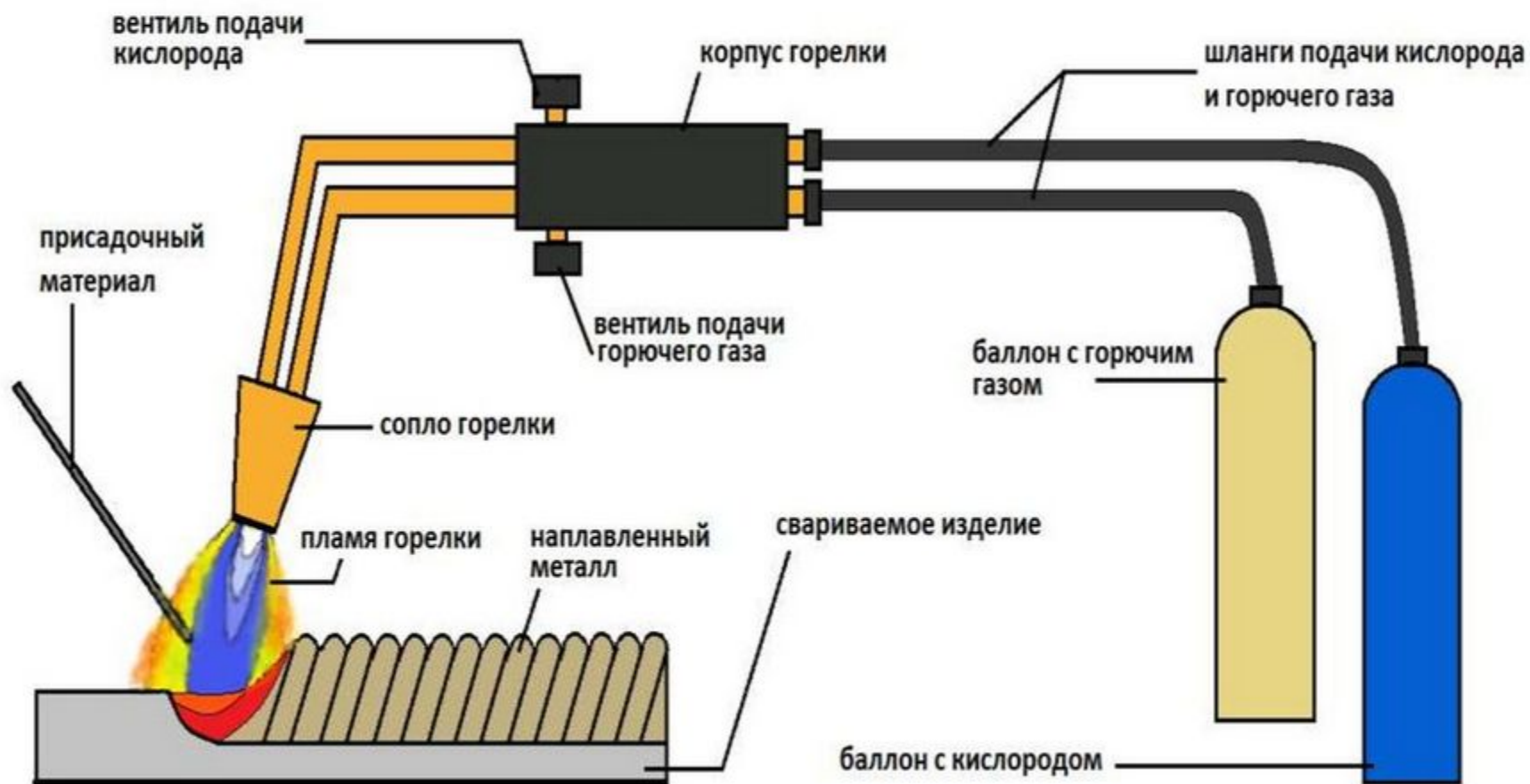
Необходимое оборудование:

1. Баллоны с ацетиленом и кислородом:
2. Газовая горелка
3. Присадочный материал.
4. Флюс – бура.



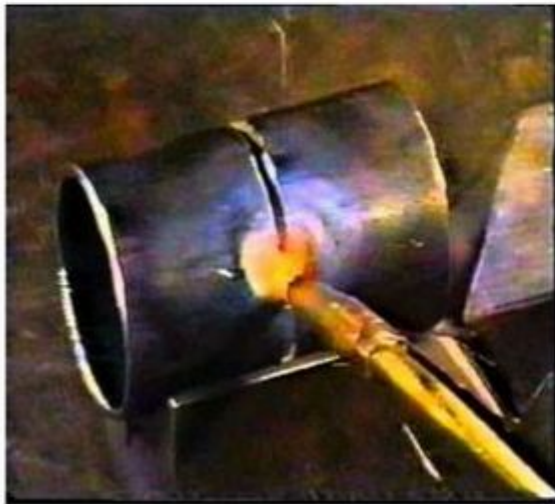
Ацетилено-кислородное пламя (температура около $2621\text{ }^{\circ}\text{C}$ в 2—3 мм от ядра)

Схема газовой сварки



Газовая сварка и резка металла

Применяется для сварки и резки стали и цветных металлов



Газовая сварка

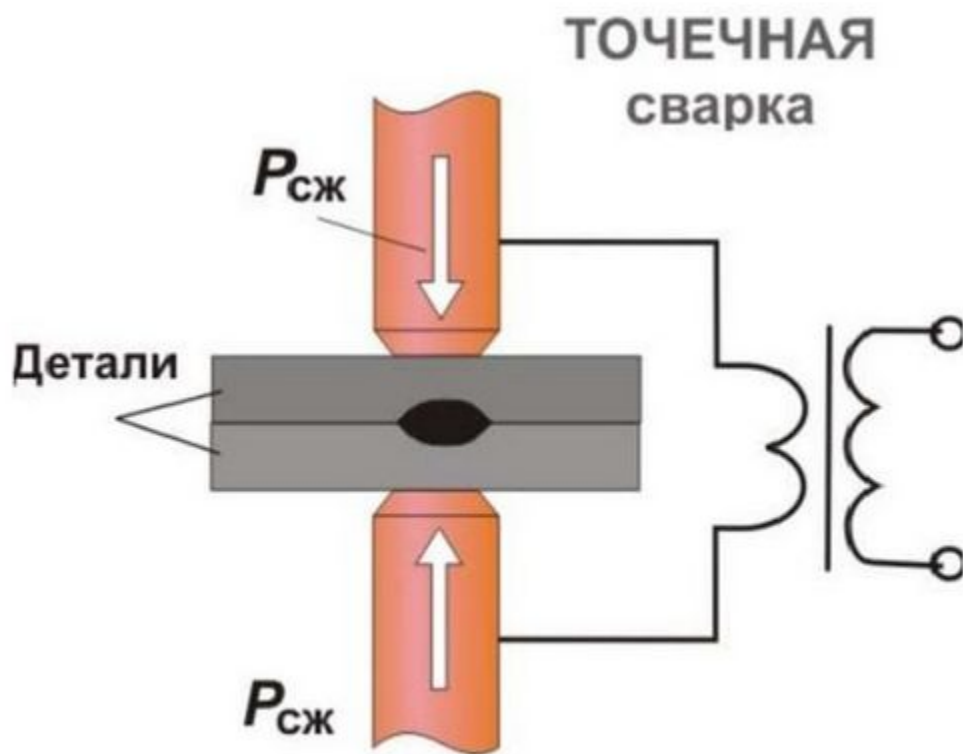


Контактная (точечная сварка)

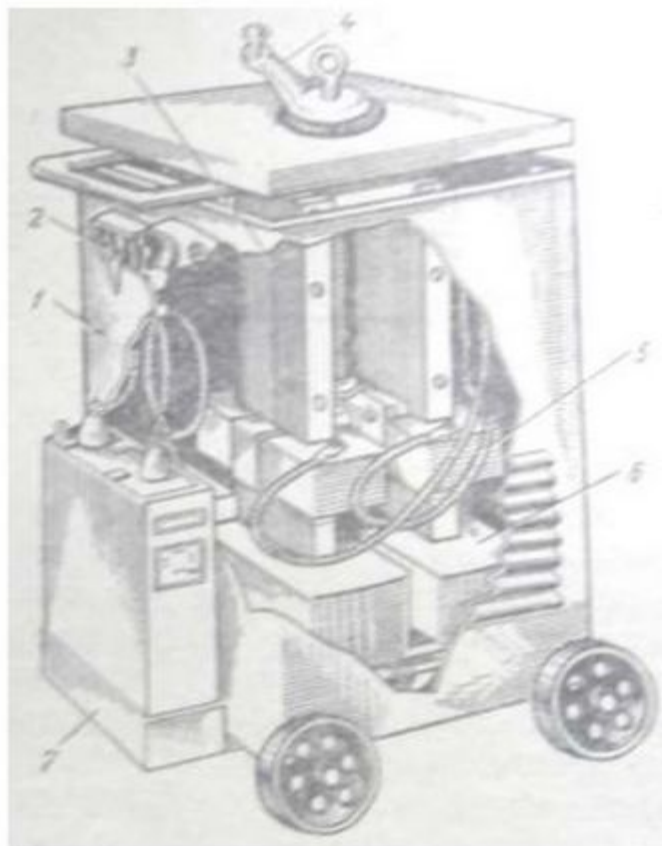
При контактной сварке используется тепло, выделяющееся при прохождении тока большой силы через контакт, образованный двумя деталями, подлежащими сварке.

Используется для соединения листовых деталей.
Легко автоматизируется.

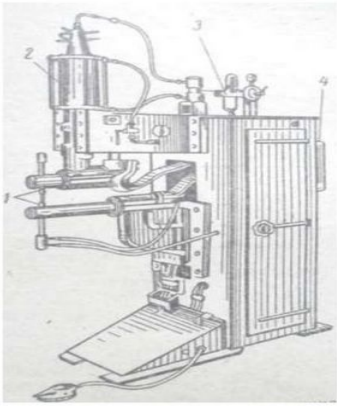
Но создает предпосылки для образования щелей и последующей щелевой коррозии



При сварке постоянным током применяются однопостовые сварочные преобразователи, при сварке переменным – трансформаторы.



Сварочный трансформатор.



Точечная машина.

При контактной сварке используется тепло, выделяющееся при прохождении тока большой силы через контакт, образованный двумя деталями, подлежащими сварке.

Существуют три основные разновидности такой сварки:

- Точечная сварка. Листы сдавливаются токопроводами, пропускается ток, происходит сварка, затем точка охлаждается при выключенном токе. Процесс ведётся на специальных точечных машинах.
- Роликовая сварка. Этот процесс – разновидность точечной сварки, при которой точки ставятся в таком порядке, что последующая частично перекрывает предыдущую.
- Стыковая сварка. Имеет две разновидности:
 - Сварка сопротивлением состоит в том, что к заранее прижатым в контакте деталям подводится сварочный ток. После разогрева переходных мостиков они деформируются, сечение разогревается, происходит его деформация при выключенном токе.
 - Сварка оплавлением заключается в том, что сечение нагревается за счёт оплавления части металла в контакте.

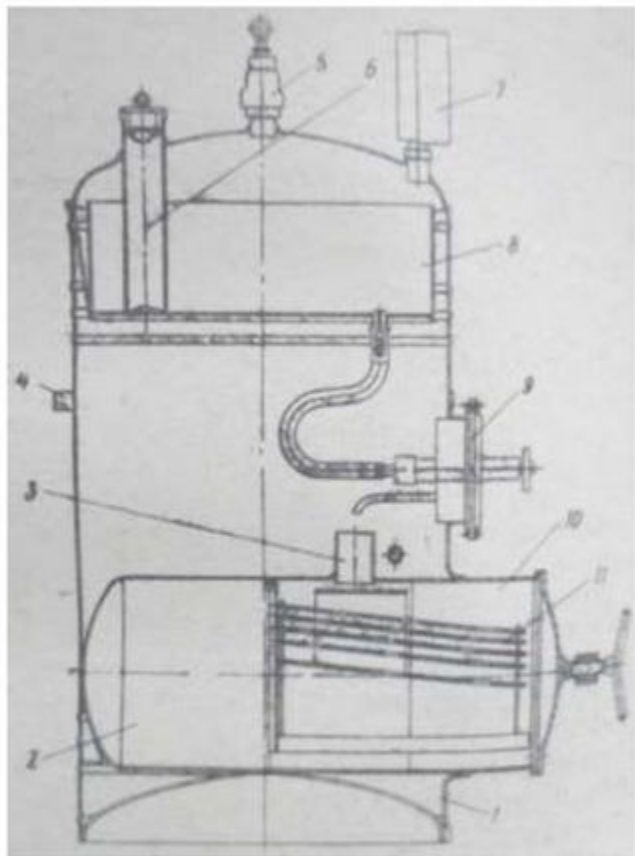
При газовой сварке местный разогрев деталей осуществляют газовым пламенем. Образуется жидкая сварочная ванна. Для формирования шва необходимых размеров вводится присадка.

Сварочное пламя должно обладать максимальной температурой, быть экономичным и нейтральным по отношению к жидкому металлу.

Наиболее часто при сварке применяется ацетилен, получаемый из карбида кальция. В качестве окислителя используется кислород, а не воздух. Температура сварки около 3000 °.

В качестве присадочного металла применяют проволоку, близкую по химическому составу к свариваемому металлу. Флюсы – бура, борная кислота и ряд других соединений. Сварка сталей не требует применения флюсов.

С помощью данного типа сварки соединяют конструкции из тонких листов. Процесс позволяет вести варку в нижнем и вертикальном положениях. Газовую сварку широко используют при соединении деталей из цветных металлов и сплавов.



Ацетиленовый генератор.

Ацетилен получают в ацетиленовых генераторах, где происходит взаимодействие между карбидом кальция и водой. Из 1 кг карбида кальция при действии на него воды выделяется около 320 л ацетилена.

Ацетилен для сварки можно использовать и в баллонах, где он находится в растворённом виде. Баллоны получают с централизованных баз снабжения.

Сварочные материалы для сварки

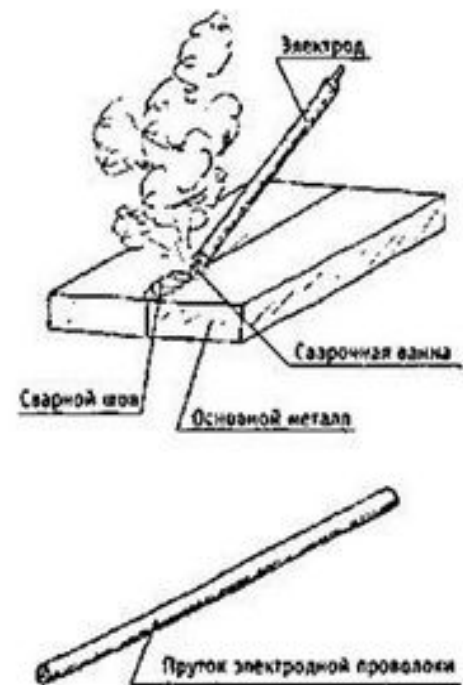
- Сварочными называют материалы, обеспечивающие сварочный процесс и получение качественных сварных соединений.
- К ним относят: электроды, присадочные металлы, флюсы и защитные газы.

Электроды для сварки

- **Покрытый электрод** — плавящийся электрод для дуговой сварки, имеющий на поверхности электродной проволоки покрытие, адгезионно связанное с металлом электрода.
- **Плавящийся электрод для дуговой сварки (плавящийся электрод)** — металлический электрод, включаемый в цепь сварочного тока для подвода его к сварочной дуге, расплавляющийся при сварке и служащий присадочным металлом.



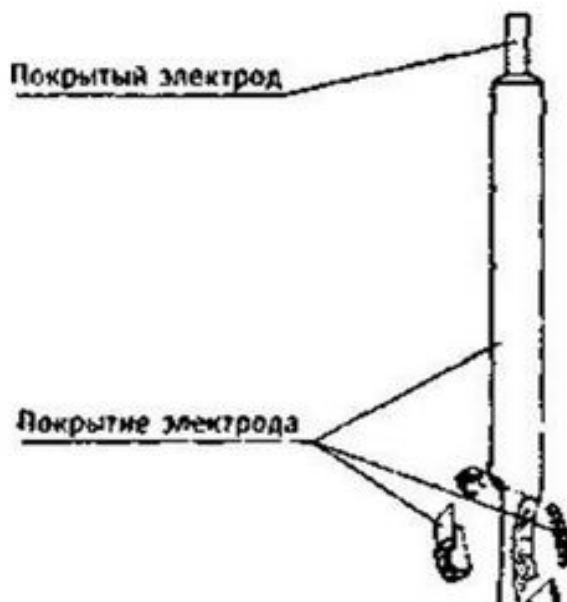
- **Покрытые металлические электроды ручной дуговой сварки** предназначены для получения неразъемного сварного соединения путем совместного оплавления металлического электрода и основного металла с образованием общей сварочной ванны, а следовательно, сварного шва.
- **Электродная проволока** сварочная проволока используется в качестве плавящегося элемента.



- Электродная проволока выполняет роль присадочного материала, который, расплавляясь при сварке, образует металл сварного шва.

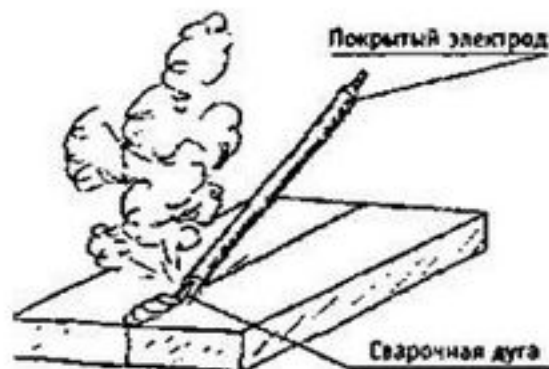


- **Покрытие электрода** — смесь веществ, нанесенная на электрод для облегчения зажигания и стабилизации горения сварочной дуги, защиты сварочной ванны от вредных воздействий внешней среды, металлургической обработки сварочной ванны

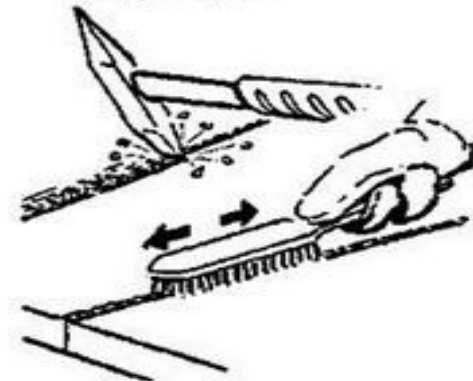
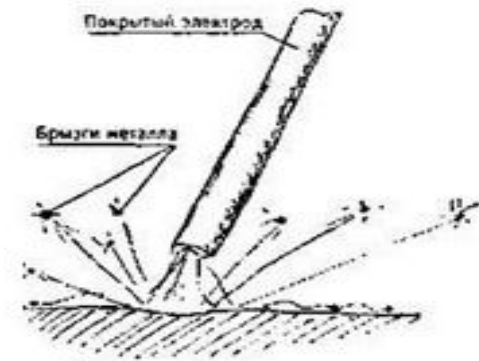


Покрытие электрода

- Покрытие электрода предназначено для:
- — обеспечения стабильного горения дуги
- — обеспечения хорошего формирования сварного шва
- — получения металла сварного шва заданного химического состава
- — получения спокойного и равномерного расплавления электродного стержня и покрытия



- — снижения разбрызгивания расплавленного металла
- — обеспечения высокой производительности сварки
- — обеспечения легкой отделимости шлака от поверхности сварного шва
- — получения достаточной прочности покрытия электрода
- — сохранения физико-химических и технологических свойств электродов в течение определенного промежутка времени
- — обеспечения минимального выделения токсичных веществ при сварке



Различные типы покрытий электродов представлены в таблице

Типы покрытия электродов	Обозначение
Кислое	А
Основное	Б
Целлюлозное	Ц
Рутиловое	Р
Смешанное	Соответствующее двойное значение
Прочие виды	П

- Кислое покрытие используют для сварки малоуглеродистых и низколегированных сталей, когда не требуется высокое качество соединений.
- Основное покрытие обеспечивает более качественные соединения, его применяют при сварке легированных и высоколегированных сталей. Его шлак легкоплавок, даже при многопроходной сварке удастся избежать шлаковых включений в швах. Однако основное покрытие более чувствительно к влаге. Кроме того, оно токсично, так как входящий в его состав плавиковый шпат, разлагаясь при сварке, образует летучие соединения фтора.

- Более универсальны, дешевы и менее опасны рутиловые покрытия, основа которых - рутимовый концентрат, содержащий до 92 % TiO_2 . Они образуют на шве тонкий, быстротвердеющий шлак, что позволяет вести сварку в любом пространственном положении.
- Целлюлозные покрытия содержат до 50 % органических газообразующих веществ (пищевая мука, целлюлоза и др.), дающих при сварке большое количество газов, содержащих CO и H_2 . Чтобы не насыщать сварочную ванну водородом и избежать пор, в покрытие вводят окись титана или марганца, а также плавиковый шпат, ферросилиций. Много газообразующих веществ в составе покрытия, обильная, вследствие этого, газовая защита позволяют уменьшить толщину покрытия и делают эти электроды удобными для сварки в вертикальном и потолочном положениях.

- Каждая упаковка электродов маркируется условным обозначением электродов, содержащим достаточную информацию о них :
- 1 - тип электрода;
- 2 - марка разработчика;
- 3 - диаметр электродного стержня;
- 4 -класс электродов по назначению;
- 5 - толщина покрытия (М – малая толщина, С -средняя, Д - толстое покрытие, Г - особо толстое);
- 6 -группа точности изготовления электродов;
- 7 - механические свойства наплавленного металла;
- 8 - обозначение вида покрытия электродов (А -кислородное, Б - основное, Ц - целлюлозное, Р -рутиловое, П -другие виды покрытий);
- 9 - допустимые пространственные положения сварки (1 - для всех положений, 2 - то же, кроме вертикального сверху вниз, 3 - для нижнего, горизонтального на вертикальной "в лодочку«, 4- для нижнего);
- 10 - род применяемого тока, полярность постоянного тока (0 - обратная, 1 - любая, 2 - прямая полярность);
- 11 и 12 -ГОСТы на электроды.

Типы электродов

- При выборе покрытых металлических электродов всегда следует предусматривать получение механических свойств металла шва **не ниже** механических свойств основного металла.
- **Прочность и надежность** сварного соединения и шва, а следовательно, и всей сварной конструкции в целом прежде всего **зависят от** применяемых **электродов** при соблюдении установленной технологии сварки.

- При выборе электрода для сварки обратите внимание **на тип электрода** Тип электрода обозначается буквой Э, затем следуют цифры, характеризующие **минимально гарантируемое временное сопротивление (предел прочности)** наплавленного металла электродами данного типа.
- **Например**, тип электрода Э-42 — тип электрода с минимальным временным сопротивлением 420 МПа (42 кгс/см²).

Если в обозначении после цифр стоит буква А, то это означает, что электрод данного типа **обеспечивает более высокие пластические свойства и ударную вязкость** наплавленного металла по сравнению с электродами соответствующего типа без этой буквы.

- Для первых двух классов электродов требуются лишь гарантированные механические свойства наплавленного металла. Для остальных классов - как механические свойства, так и химический состав наплавленного металла.
- ГОСТ 9466-75 задает типы электродов, например, Э46 - электрод для сварки углеродистых сталей с пределом прочности на разрыв не менее 46 кг/мм²; Э-09Х2М1 - электрод для сварки теплоустойчивых сталей, который обеспечивает содержание в металле шва не менее 2 % хрома и 1 % молибдена.
- Каждый тип электродов может иметь множество конкретных марок электродов.
- Марка электрода, например УОНИ 13/55, ОЗС-18, НЖТ-БМ, АПН-2, - это специфическое название, данное ему разработчиком, предприятием-производителем, держателем патента.

В соответствии с ГОСТ 9466-75

- электроды по назначению подразделяются на классы, обозначаемые буквами:
- У - для сварки углеродистых,
- Л - легированных конструкционных,
- Т – легированных теплоустойчивых,
- В - высоколегированных сталей с особыми свойствами,
- К - для наплавки поверхностных слоев с различными свойствами.

- Разделяют электроды для сварки на переменном и постоянном токе прямой и обратной полярности.
- Покрытые электроды имеют диаметр металлического стержня от 1,6 до 12 мм и длину от 150 до 450 мм.
- По толщине покрытия в зависимости от отношения диаметра электрода D к диаметру стального стержня d различают электроды с тонким покрытием М ($D/d < 1,2$), средним С ($1,2 < D/d < 1,45$), толстым Д ($1,45 < D/d < 1,8$) и особо толстым покрытием Г ($D/d > 1,8$).
- По допустимым основным положениям сварки покрытые электроды делятся на группы: 1 — для всех положений, 2 — для всех положений, кроме вертикального, 3 — для нижнего, горизонтального на вертикальной плоскости, 4 — для нижнего.

Хранение электродов

Покрытые электроды следует хранить:

- — в полиэтиленовых мешках;
- — в закрытой таре с крышкой с резиновым уплотнением;
- — в сушильных шкафах при температуре $T = 80 \pm 20^{\circ}\text{C}$;
- — в кладовых при темп. не ниже 15°C и относительной

Сроки хранения сварочных материалов

Сварочные материалы	Срок годности, сут.
Электр. с покрыт. основного вида	2
Порошковая проволока	
Электроды с целлюлозным покрытием	5
Флюсы	15

Перед использованием электроды прокаливаются в специальных шкафах. Режимы прокалки в зависимости от марки электродов представлены в таблице

Марка электрода	Температура прокалки	Время выдержки
УОНИИ-13/45	400 ± 20	3+0,5
УОНИИ-13/55	465 ± 20	3+0,5
ЦУ-7	360 ± 20	2+0,5
ОЗС-6	200 ± 20	2+0,5
ОЗС-12	200 ± 20	2+0,5
МР-3	200 ± 20	2+0,5
АНО-4	200 ± 20	2+0,5
АНО-9	360 ± 20	2+0,5

Характеристика сварочных материалов

Тип и марка	Температура прокали, °С	Время выдержки, ч
Электроды: Э42, Э50 Э42А Э50А Э60, Э70	60—100 250 300 350	1,0 1,0 1,0 1,0
Порошковая проволока: ПП-АН19 ПП-АН24СМ ПП-АН3ОС	230—250 200—230 200—230	2,0—3,0 1,5—2,0 1,5—2,0
Флюсы: АН-348А АН-47 АНК-44 ФЦ-16	300—400 300—350 400—450 600—650	1,5 2,0 3,0 3,0—3,5

Неплавящиеся вольфрамовые электроды.

- Для дуговой сварки неплавящимся электродом в среде инертных газов (аргон, гелий), а также для плазменных процессов резки, наплавки и напыления (ГОСТ 23949—80).
- В зависимости от химического состава электроды следует изготавливать из вольфрама следующих марок: ЭВЧ — из чистого вольфрама; ЭВЛ — из вольфрама с присадкой оксида лантана; ЭВИ-1, ЭВИ-2, ЭВИ-3 — из вольфрама с присадкой оксида иттрия; ЭВТ-15 — из вольфрама с присадкой оксида тория.
- Размеры электродов изменяются по диаметру от 0,5 до 10 мм, длина прутка от 75 до 300 мм. Условное обозначение вольфрамовых электродов включает в себя их марку, диаметр, длину и ГОСТ 23949—80.
- *Пример условного обозначения* электрода марки ЭВЛ, диаметром 2,0 мм, длиной 150 мм: Электрод вольфрамовый ЭВЛ-2-150 ГОСТ 23949—80.

Угольные электроды

- Электроды этого типа приготавливаются из прессованного угля или кокса специального состава.
- Сечение электродов делается обычно круглым, диаметром от 5 до 30 мм, длиной 200—300 мм. Конец электрода затачивается на конус с углом 60—70°.
- Угольные электроды должны иметь правильную форму, гладкую поверхность, не иметь трещин. Хорошо обожженный угольный электрод дает при ударе чистый металлический звук и не оставляет на бумаге черты. Во время сварки он не должен растрескиваться.
- Для улучшения свойств угольных электродов они подвергаются графитизации путем термической обработки при температуре около 2600°.

- Графитизированные электроды чище по своему химическому составу, более мягки, имеют серый с металлическим отблеском цвет, оставляют на бумаге черную черту. Для сварки они лучше угольных электродов, так как более электропроводны, меньше сгорают (окисляются) на воздухе при высоких температурах и поэтому допускают сварку на больших токах или применение электрода меньшего диаметра при том же токе.
- Сварку угольным электродом ведут постоянным током на прямой полярности (минус на электроде). Длина дуги при этом составляет от 6 до 15 мм, дуга легко зажигается и обладает большой устойчивостью.
- При обратной полярности дуга делается крайне неустойчивой, электрод обгорает и испаряется, а свариваемый металл науглероживается.

Присадочные металлы для сварки и наплавки сталей.

- Стальную сварочную проволоку сплошного сечения выпускают по ГОСТ 2246—70, который предусматривает 77 марок разного химического состава, разделенных на три группы: низкоуглеродистые, легированные с суммарным содержанием легирующих элементов 2,5... 10 %, высоколегированные с суммарным содержанием легирующих элементов более 10%.

- Условные обозначения марок сварочной проволоки состоят из индекса Св (сварочная) и следующих за ним цифр и букв.
- Цифры после индекса обозначают содержание углерода в сотых долях процента.
- Последующие буквы указывают на содержание в проволоке легирующих элементов, обозначаемых: алюминий — Ю, азот — А (только в высоколегированных сталях), бор — Р, ванадий — Ф, вольфрам — В, кремний — С, кобальт — К, марганец — Г, медь — Д, молибден — М, никель — Н, ниобий — Б, селен — Е, титан — Т, фосфор — П, хром — Х, цирконий — Ц, редкоземельные металлы — Ч.

- Цифры после букв Г, Х, Н, С указывают на среднее содержание элемента в процентах. Отсутствие цифр означает, что содержание данного элемента менее 1 %. Отсутствие цифр около букв Т, Ц, Ф и П означает, что содержание соответствующих элементов не превышает десятых долей процента (до 0,2 %);
- буквы Д и М без цифр обозначают содержание меди и молибдена до 0,5 %;
- буквы А и Б обозначают содержание азота и ниобия в сотых долях процента (азот — до 0,015%, ниобий — до 0,05%); буква Р обозначает содержание бора в тысячных долях процента (до 0,006 %).
- Буква А в конце обозначений низкоуглеродистых проволок указывает на повышенную чистоту металла по содержанию серы и фосфора.
- В проволоке Св-08АА сдвоенная А указывает на пониженное содержание серы и фосфора по сравнению с проволокой Св-08А.

- В условном обозначении сварочной проволоки указывают диаметр и марку проволоки.
- Проволока 2,5 Св-08ХГСМФА-ВИ-Э-0 ГОСТ 2246-70.
- Стальную сварочную проволоку по ГОСТ 2246—70 выпускают следующих диаметров (мм): 0,3; 0,5; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4; 1,6; 2,0; 2,5; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 8,0; 10,0 и 12,0. Проволоку поставляют свернутой в мотки с внутренним диаметром 150...750 мм, массой 1,5 ...40 кг, а также намотанной на катушки и кассеты (для автоматической и механизированной сварки).
- Стальную низкоуглеродистую и легированную проволоку марок Св-08ГС, Св-08Г2С, Св-08ГСМТ, Св-08ХГ2С, Св-08ХГСМА, Св-10ХГ2СМА, Св-08ГСМФА и Св-08ХЗГ2СМ могут поставлять с омедненной или неомедненной поверхностью.

Стальная проволока для наплавки.

- Для механизированной дуговой наплавки стальных деталей в основном используют горячекатаную и холодноотянутую стальную наплавочную проволоку по ГОСТ 10543—82, который предусматривает изготовление.
 - углеродистой проволоки четырех марок,
 - легированной проволоки одиннадцати марок,
 - высоколегированной проволоки одиннадцати марок.

- Проволоку применяют для наплавки под флюсом в защитных газах, при электрошлаковой наплавке. Для изготовления покрытых электродов указанная проволока не предназначена.
- Номинальные диаметры проволок 0,3... 8,0 мм.
- В условном обозначении наплавочной проволоки указывают ее диаметр и марку, а также стандарт.
- *Пример условного обозначения проволоки из стали марки 30ХГСА диаметром 3 мм:
Проволока 3Нп-30ХГСА ГОСТ 10543-82.*

Сварочная проволока из алюминия и его сплавов.

- Для сварки плавлением изделий и конструкций из алюминия и его сплавов в основном используют тянутую и прессованную проволоку по ГОСТ 7871—75. Проволоку из алюминиевого сплава марки Св-АК10 изготавливают только прессованной. Размерный ряд диаметров проволоки укладывается в пределы 0,8... 12,5 мм. Стандартизованы 14 марок проволоки.

- Их можно разделить на пять групп:
- из алюминия — Св-А97, Св-А85Т и др.;
- из сплавов системы Al—Mn — Св-АМц;
- из сплавов системы Al—Mg — Св-АМгЗ, Св-АМгб и др.;
- из сплавов системы Al—Si — Св-АК5, Св-АК10;
- из сплавов системы Al—Cu — Св-1201.
- Обозначение марок сварочной проволоки соответствует маркам алюминиевых сплавов.
- *Пример условного обозначения* проволоки тянутой (В) из алюминиевого сплава марки Св-АМц, в нагартованном состоянии (Н), диаметром 5,00 мм, в бухте (БТ):
- Проволока В.Св-АМц.Н 5,00хБТ ГОСТ 7871-75.

Сварочные проволока и прутки из меди и ее сплавов.

- При сварке изделий из меди и ее сплавов, а также для наплавки соответствующих поверхностных слоев на стальные изделия используют холодно-деформированную (тянутую) круглую сварочную проволоку и тянутые или прессованные круглые сварочные прутки по ГОСТ 16130-85

- Серийно промышленность выпускает проволоку диаметром 0,8...8 мм и прутки диаметром 6 и 8 мм.
- Изготавливают проволоку следующих марок:
- медь, медные и медно-никелевые сплавы (М1, МНЖ5-1, МНЖКТ5-1-0,2-0,2),
- бронзы безоловянные хромистые — БрХ0,7 и более сложного состава — БрХНТ, БрНЦр, БрКМц3-1, БрАЖМц 10-3-1,5, БрАМц9-2;
- бронзы оловянные — БрОЦ4-3, БрОФ-0,15;
- латуни — Л63, ЛО60-1, ЛК62-0,5 и прутки: М1р, М2р, ЛМц58-2, ЛОК59-1-03.
- Условное обозначение марок проволоки соответствует маркам меди и ее сплавов.

- В условном обозначении проволоки и прутков указывают наименование материала (проволока сварочная или пруток сварочный), способ изготовления, форму сечения, состояние материала, размеры (диаметр), длину (или вид поставки), марку материала и обозначение стандарта.
- *Пример условного обозначения* проволоки сварочной, холоднодеформированной (Д), круглого сечения (КР), твердой (Т), диаметром 2,0 мм, в мотках (БТ), из сплава марки БрОЦ4-3:
- Проволока сварочная ДКРТ 2,0 БТ БрОЦ4-3 ГОСТ 16130—85.

Флюсы для сварки плавлением.

- Сварочные флюсы применяют при механизированной сварке под флюсом, по флюсу, с магнитным флюсом и при электрошлаковой сварке.
- Классификацию флюсов проводят по способу изготовления, химическому составу, по основности, химической активности, назначению, строению и размеру зерен.

По назначению различают

- флюсы для дуговой механизированной сварки и наплавки, электрошлаковой сварки и пайки, а также общего назначения и специальные.
- Флюсы общего назначения предназначены для механизированной дуговой сварки и наплавки углеродистых и низколегированных сталей низкоуглеродистой или низколегированной проволокой,
- специальные флюсы — для отдельных видов сварки.

По строению частиц (крупки)

- плавленные флюсы подразделяют: на стекловидные, пемзовидные и кристаллические. Объемная масса пемзовидных флюсов $0,6... 1$ кг/дм³,
- стекловидных и кристаллических — $1,4... 1,8$ кг/дм³.
- Промежуточное положение занимают флюсы полупемзовидного строения.
- Согласно ГОСТ 9087—81 флюс поставляется с размером зерен $0,25...4$ мм, причем для механизированной дуговой сварки предназначен флюс с размером зерен $0,25... 1,6$ мм, для автоматической дуговой — $0,25...2,5$; $0,25...4.0$; $0,35...3$ и $0,35...4$ мм.

Технологические свойства сварочных флюсов

Флюсы выполняют ряд важных функций при сварке:

- изолируют сварочную ванну от атмосферного воздействия,
- стабилизируют дугу,
- формируют поверхность шва и легируют шов.

Защитные газы для сварки плавлением

- Дуговая сварка в защитных газах — один из распространенных способов сварки плавлением.
- Сварку в защитных газах осуществляют при вдувании в зону дуги через сопло горелки струи защитного газа. В качестве защитных применяют газы: инертные (аргон, гелий), активные (углекислый газ, кислород, азот, водород) и их смеси (Ar + O₂, Ar + CO₂, Ar + O₂ + CO₂ и др.).
- Для сварки неплавящимся электродом применяют в основном инертные газы Ar и He, а также их смеси в любом соотношении

Инертные одноатомные газы

- Они практически полностью нейтральны по отношению ко всем свариваемым металлам.
- Такие газы применяют для сварки химически активных металлов и сплавов, а также во всех случаях, когда необходимо получать сварные швы, не отличающиеся по составу от основного и присадочного металлов.

Аргон

- *Аргон* [Ar] — химический элемент VIII группы периодической системы Д.И.Менделеева, атомный номер 18, атомная масса 39,948.
- При обычных условиях аргон — бесцветный, неядовитый газ, без запаха и вкуса, почти в 1,5 раза тяжелее воздуха.
- Аргон для сварки поставляют в газообразном и в жидком состояниях.
- Состав газообразного аргона (по ГОСТ 10157—79) зависит от сорта.
- Аргон высшего сорта содержит (в об. %) $> 99,993$ Ar; $< 0,007$ O₂; $< 0,005$ N₂;
- аргон первого сорта содержит: $> 99,987$ Ar; $< 0,002$ O₂; $< 0,01$ N₂.

Гелий

- *Гелий* [He] — химический элемент VIII группы периодической системы Д.И.Менделеева, атомный номер 2, атомная масса 4,0026, газ без цвета и запаха, плотность 0,178 г/л.
- Гелий для сварки поставляют по ТУ 51-689—75 трех сортов: марки А, Б и В с содержанием гелия не менее 99,99 об. %.
- *При использовании гелия можно получить большую глубину проплавления*

Активные защитные газы.

- В качестве активного защитного газа при дуговой сварке применяют углекислый газ.
- К активным газам могут быть отнесены также кислород, азот и водород, используемые в некоторых сварочных процессах как составная часть защитного газа.

Углекислый газ

- *Углекислый газ*, или двуокись углерода, может находиться в газообразном, сжиженном и твердом (в виде сухого льда) состояниях.
- Жидкая двуокись углерода превращается в газ при подводе к ней теплоты.
- В нормальных условиях (20 °С и 0,1 МПа) при испарении 1 кг жидкой углекислоты образуется 509 л газа.
- При чрезмерно быстром отборе газа, понижении давления в баллоне и недостаточном подводе теплоты углекислота превращается в сухой лед.
- Поскольку для получения швов высокого качества необходим углекислый газ высокой чистоты, для сварки используют двуокись углерода высшего и первого сортов по ГОСТ 8050—85, которая не должна содержать сероводород, кислоты и органические соединения

Кислород

- *Кислород* [O] — химический элемент VI группы периодической системы Д.И.Менделеева, атомный номер 8, атомная масса 15,9994.
- При нормальных условиях газ без цвета, запаха и вкуса.
- Химически наиболее активный (после фтора) неметалл. С большинством других элементов (водородом, металлами, серой, фосфором и т.д.) взаимодействует непосредственно (окисление) и, как правило, с выделением энергии.
- Газообразный кислород трех сортов по ГОСТ 6583—78 получают из атмосферного воздуха.
- Кислород нетоксичен, негорюч и невзрывоопасен, однако, являясь сильным окислителем, резко увеличивает способность других материалов к горению.
- В сварочном производстве кислород широко применяют для газовой сварки и резки, а также при дуговой сварке как составную часть защитной газовой смеси.

Азот

- *Азот* [N] — химический элемент V группы периодической системы Д. И. Менделеева, атомный номер 7, атомная масса 14,0067, бесцветный газ, не имеющий запаха и вкуса. В воздухе свободный азот (в виде молекул N₂) составляет 78,09 %.
- Азот применяют при сварке меди и ее сплавов, по отношению к которым он является инертным газом. По отношению к большинству других металлов азот является активным газом, часто вредным, и его концентрацию в зоне плавления стремятся ограничить.

Водород

- *Водород* [H] — химический элемент, первый по порядковому номеру в периодической системе Д. И. Менделеева. Атомная масса 1,00792. При обычных условиях водород — газ без цвета, запаха и вкуса, в 14,4 раза легче воздуха.
- В соответствии с ГОСТ 3022—80 водород выпускают трех марок — А, Б и В. Для сварочных и металлургических целей в основном используют водород марок А и Б.
- Водород применяют только в специальных областях сварки, например для атомно-водородной сварки. Ввиду возможности образования взрывоопасной смеси между водородом и воздухом при работе с ним следует строго соблюдать требования техники безопасности.

Смеси газов.

- В ряде случаев для расширения технологических возможностей дуговой сварки целесообразно применять смеси аргона и гелия.
- Добавка гелия к аргону способствует повышению проплавляющей способности дуги и улучшает формирование швов.
- Смесь $Ar + 10...30 \% N_2$.
Добавка азота к аргону также способствует повышению проплавляющей способности дуги. Эту смесь применяют при сварке сплавов меди и некоторых марок аустенитной нержавеющей стали.
- Смесь $Ar + 1...5 \% O_2$.
Примесь кислорода к аргону понижает критический ток, при котором капельный перенос электродного металла переходит в струйный, что позволяет несколько увеличить производительность сварки и уменьшить разбрызгивание металла.
Аргонокислородную смесь применяют для сварки малоуглеродистых и легированных сталей.

- Смесь $Ar + 10...20 \%CO_2$.
Углекислый газ при сварке малоуглеродистой и низколегированной стали способствует устранению пористости в сварных швах. Добавка CO_2 к аргону повышает стабильность дуги и улучшает формирование шва при сварке тонколистовой стали.

- Тройная смесь $75 \% Ar — 20 \% CO_2 — 5 \% O_2$ обеспечивает высокую стабильность дуги при сварке плавящимся электродом, минимальное разбрызгивание металла, хорошее формирование шва, отсутствие пористости.

- Смесь $Ar + 10...20\%H_2$ применяют при микроплазменной сварке. Наличие водорода в смеси обеспечивает сжатие столба плазмы, делает его более концентрированным.
- Кроме того, водород создает в зоне сварки необходимую в ряде случаев восстановительную атмосферу.
- При отсутствии готовых газовых смесей газы можно смешивать на сварочном посту. Состав смеси, подаваемой в горелку, регулируют изменением расхода газов, входящих в смесь.

**Характеристика стальных баллонов для сжатых и сжиженных газов
вместимостью 40 л и массой 58,5 кг**

Тип газа	Давление, МПа		Состояние газа в баллоне	Количество газа в баллоне, л	Цвет окраски баллонов	Надпись на баллоне	Цвет надписи	Цвет полосы на баллоне
	рабочее	испытательное						
Азот	15	22,5	Сжатый	5700	Черный	Азот	Желтый	Коричневый
Аргон	15	22,5	«	6200	Серый	Аргон	Зеленый	Зеленый
Водород	15	22,5	«	6000	Темно-зеленый	Водород	Красный	—
Воздух	15	22,5	«	6000	Черный	Сжатый воздух	Белый	—
Гелий	15	22,5	«	6000	Коричневый	Гелий	Белый	—
Кислород	15	22,5	«	6200	Голубой	Кислород	Черный	—
Двуокись углерода сварочная	7,5	9,5	Сжиженный	12600 (25 кг)	Черный	Двуокись углерода	Желтый	—

Постарайтесь запомнить цвета окраски и маркировки баллонов с защитным газом

Газ	Цвет баллона	Цвет надписи
<i>Азот</i>	Черный	Желтый
<i>Гелий</i>	Коричневый	Белый
<i>Аргон (технический)</i>	Черный	Синий
<i>Аргон (чистый)</i>	Серый	Зеленый
<i>Углекислый газ</i>	Черный	Желтый
<i>Водород</i>	Зеленый	Красный