

## **Уважаемые студенты!**

### **Задание:**

1. Прочтите приведенный ниже конспект лекции.
2. Напишите конспект лекции в тетрадь объемом не менее 5 страниц рукописного текста.
3. Ответьте письменно на контрольные вопросы.
4. Письменный отчет конспекта лекции и ответов на вопросы в виде фото предоставьте преподавателю на e-mail ([tamara\\_grechko@mail.ru](mailto:tamara_grechko@mail.ru)).

**Обратите внимание!!!** В случае возникновения вопросов по теоретическому материалу лекции обращайтесь для консультации к преподавателю по тел. 0721355729 (Ватсап).

С уважением, Гречко Тамара Ивановна!

## **Лекция**

### **Тема: Сварка в среде защитных газов**

**Цель:** Изучить особенности сварки в среде защитных газов

#### **План**

1. Сущность и классификация способов дуговой сварки в среде защитных газов
2. Защитные газы
3. Сварка в среде активных газов

### **1. Сущность и классификация способов дуговой сварки в среде защитных газов**

#### **Сущность процесса сварки**

Механизированная дуговая сварка плавящимся электродом в среде защитного газа — это разновидность электрической дуговой сварки, при которой электродная проволока подается автоматически с постоянной скоростью, а сварочная горелка перемещается вдоль шва вручную. При этом дуга, вылет электродной проволоки, ванна расплавленного металла и ее застывающая часть защищены от воздействия окружающего воздуха защитным газом, подаваемым в зону сварки.

Главными компонентами этого процесса сварки являются:

- источник питания, который обеспечивает дугу электрической энергией;
- подающий механизм, который подает в дугу с постоянной скоростью электродную проволоку, которая плавится теплом дуги;
- защитный газ.

Дуга горит между изделием и плавящейся электродной проволокой,

которая непрерывно поступает в дугу и которая служит присадочным металлом. Дуга расплавляет кромки деталей и проволоку, металл которой переходит на изделие в образующуюся сварочную ванну, где металл электродной проволоки перемешивается с металлом изделия (то есть основным металлом). По мере перемещения дуги расплавленный (жидкий) металл сварочной ванны затвердевает (то есть кристаллизуется), образуя сварной шов, соединяющий кромки деталей. Сварка выполняется постоянным током обратной полярности, когда плюсовая клемма источника питания подключается к горелке, а минусовая – к изделию. Иногда применяется и прямая полярность тока сварки.

В качестве источника питания используются сварочные выпрямители, которые должны иметь жесткую или пологопадающую внешнюю вольт-амперную характеристику. Такая характеристика обеспечивает автоматическое восстановление заданной длины дуги при ее нарушениях, например, из-за колебаний руки сварщика (это, так называемое саморегулирование длины дуги).

В качестве плавящегося электрода может применяться электродная проволока сплошного сечения и трубчатого сечения. Имеется довольно широкий выбор сварочных электродных проволок для сварки в защитных газах, отличающихся по химическому составу и диаметру. Выбор химического состава электродной проволоки зависит от материала изделия и, в некоторой степени, от типа применяемого защитного газа. Химический состав электродной проволоки должен быть близким к химическому составу основного металла. Диаметр электродной проволоки зависит от толщины основного металла, типа сварного соединения и положения сварки.

Основное назначение защитного газа – предотвращение прямого контакта окружающего воздуха с металлом сварочной ванны, вылетом электрода и дугой. Защитный газ влияет на стабильность горения дуги, форму сварного шва, глубину проплавления и прочностные характеристики металла шва.

### **Классификация способов дуговой сварки в среде защитных газов**

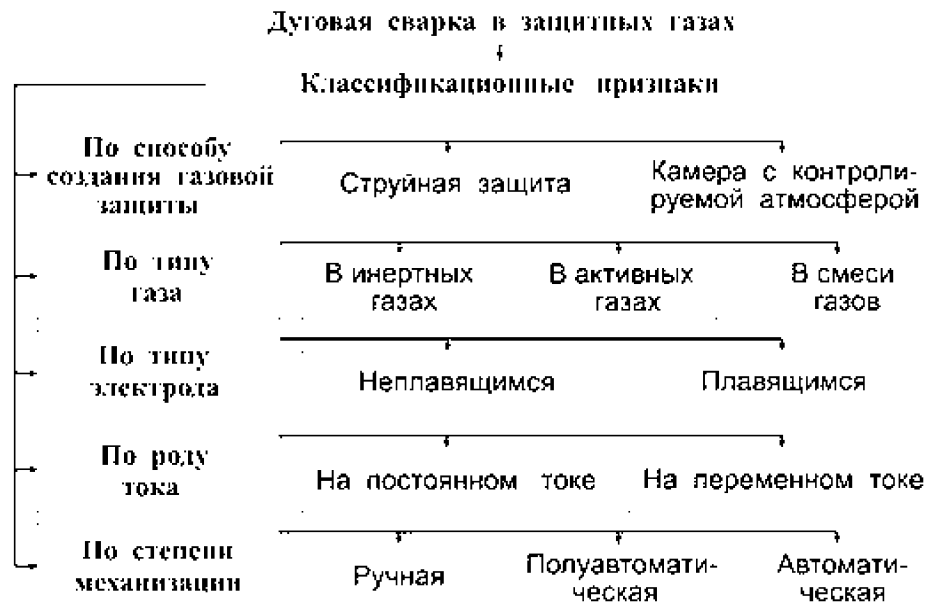


Рисунок 1- Классификация способов дуговой сварки в среде защитных газов

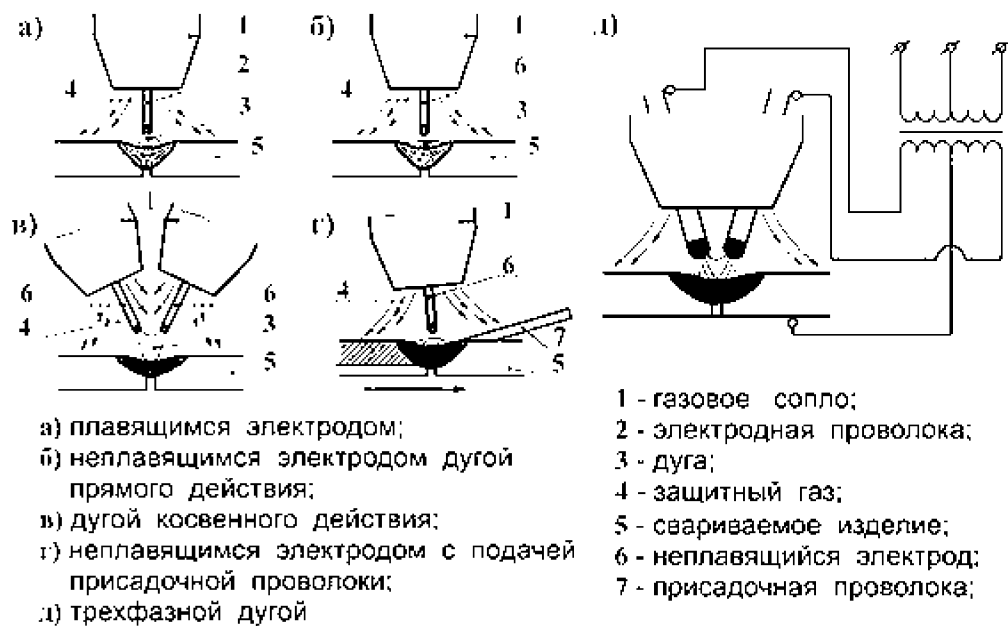


Рисунок 2 - Способы сварки в защитных газах

## 2. Защитные газы

Защитные газы предохраняют место сварки от контакта с газами воздуха.

- **Инертные** - не вступают в химическое взаимодействие с металлами и практически не растворяются в металлах. (аргон, гелий, азот),
- **Активные** - защищают зону сварки от воздуха, но сами растворяются в жидком металле либо вступают с ним в химическое взаимодействие

(кислород, водород, углекислый газ),

- **Газовые смеси** -служат для улучшения процесса сварки и качества сварного шва за счет использования сильных сторон каждого из газов.

Полуавтоматическая сварка в защитных газах имеет следующие обозначения:

**MIG** - сварка плавящимся металлическим электродом в инертных защитных газах ( аргон, гелий)

**MAG** - сварка плавящимся металлическим электродом в активных защитных газах ( углекислый газ)

### **Инертные газы**

**Аргон (Ar)** — бесцветный, без запаха, негорючий, неядовитый газ, почти в 1,5 раза тяжелее воздуха. В металлах нерастворим как в жидком, так и в твердом состояниях. Выпускается (**ГОСТ 10157-79**) двух сортов: высшего и первого.

В газе Высшего сорта содержится 99.993 % аргона, не более 0,006 % азота и не более 0.007 % кислорода. Рекомендуются для сварки ответственных металлоконструкций из активных и редких металлов и сплавов, цветных металлов.

В газе первого сорта содержится 99.98% аргона, до 0.01% азота и не более 0.002% кислорода. Рекомендуются для сварки стали и чистого алюминия.

**Гелий (He)** — бесцветный газ, без запаха, неядовитый, значительно легче воздуха и аргона. Выпускается (**ГОСТ 20461-75**) двух сортов: высокой чистоты (до 99.985 %) и технический (99.8%).

Используется реже, чем аргон, из-за его дефицитности и высокой стоимости. Однако при одном и том же значении тока дуга в гелии выделяет в 1.5-2 раза больше энергии, чем в аргоне. Это способствует более глубокому проплавлению металла и значительному увеличению скорости сварки.

Гелий применяют при сварке химически чистых и активных материалов, а также сплавов на основе алюминия и магния.

**Азот (N<sub>2</sub>)** — газ без цвета, запаха и вкуса, неядовитый. Используется только для сварки меди и её сплавов, по отношению к которым азот является инертным газом. Выпускается (**ГОСТ 9293-74**) четырех сортов: высшего — 99.9% азота; 1-го — 99.5%; 2-го — 99.0%; 3-го — 97.0%.

### **Активные газы**

**Кислород (O<sub>2</sub>)** — газ без цвета, запаха и вкуса. Негорючий, но активно

поддерживающий горение. Технический газообразный кислород (**ГОСТ 5583-78**) выпускается трех сортов: 1-й сорт — 99.7% кислорода; 2-й — 99.5%; 3-й — 99.2%. Применяется только как добавка к инертным и активным газам.

**Углекислый газ (CO<sub>2</sub>)** — бесцветный, со слабым запахом, с резко выраженными окислительными свойствами, хорошо растворяется в воде. Тяжелее воздуха в 1.5 раза, может скапливаться в плохо проветриваемых помещениях. Выпускается (**ГОСТ 8050-85**) трех сортов: высший — 99.8% CO<sub>2</sub>, 1-й — 99.5% и 2-й — 98.8%. Двуокись углерода 2-го сорта применять не рекомендуется. В углекислом газе сваривают чугун, низко- и среднеуглеродистые, низколегированные конструкционные коррозионностойкие стали

**Водород (H)** в обычных условиях - двухатомный газ без цвета, запаха и вкуса. Это самый легкий из всех газов - он в 14,5 раз легче воздуха.

Водород активно взаимодействует со всеми металлами, особенно при повышенных температурах. В железе, никеле, алюминии и некоторых других металлах водород растворяется, но не образует химических соединений. С активными металлами (титан, ниобий, молибден и др.) водород образует гидриды.

Водород является горючим газом, с воздухом и кислородом образует взрывоопасные смеси, что ограничивает его применение при сварке. Пределы взрываемости: с воздухом 4-75 %, с кислородом 4,1-96 %. Температура самовоспламенения 510 °С. В настоящее время водород используют только как компонент газовых смесей, а в чистом виде не применяют.

В соответствии с **ГОСТ 3022-80** водород выпускают марок А, Б и В, различающихся способом получения и количеством примесей. Водород хранят и транспортируют в стальных баллонах вместимостью 40 и 50 дм<sup>3</sup> под номинальным давлением 25 МПа. Водород используется для сварки никеля и некоторых нержавеющей сталей, особенно толстых деталей. Улучшает текучесть металла и чистоту поверхности, однако может вызывать хрупкость при взаимодействии с углеродистыми сталями, поэтому его использование ограничено некоторыми нержавеющей сталями.

### **Газовые смеси**

- **Смесь аргона и гелия.** Оптимальный состав: 50% + 50% или 40% аргона и 60% гелия. Пригоден для сварки алюминиевых и титановых сплавов.
- **Смесь аргона и кислорода** при содержании кислорода 1-5% стабилизирует процесс сварки, увеличивает жидкотекучесть сварочной ванны, перенос электродного металла становится мелкокапельным. Смесь рекомендуется для сварки углеродистых и нержавеющей сталей.

- **Смесь аргона и углекислого газа.** Рациональное соотношение — 75-80% аргона и 20-25% углекислого газа. При этом обеспечиваются минимальное разбрызгивание, качественное формирование шва, увеличение производительности, хорошие свойства сварного соединения. Используется при сварке низкоуглеродистых и низколегированных конструкционных сталей.
- **Смесь углекислого газа и кислорода.** Оптимальный состав: 60-80% углекислого газа и 20-40% кислорода. Повышает окислительные свойства защитной среды и температуру жидкого металла. При этой смеси используют электродные проволоки с повышенным содержанием раскислителей, например Св-08Г2СЦ. Шов формируется несколько лучше, чем при сварке в чистом углекислом газе. Смесь применяют для сварки углеродистых, легированных и некоторых высоколегированных конструкционных сталей.
- **Смесь аргона, углекислого газа и кислорода.** Трехкомпонентная смесь обеспечивает высокую стабильность процесса и позволяет избежать пористости швов. Оптимальный состав: 75% аргона, 20% углекислого газа и 5% кислорода. Применяется при сварке углеродистых, нержавеющей и высоколегированных конструкционных сталей.

Процесс	Защитные газы	Свариваемые материалы
<b>MAG</b> (сварка плавящим электродом в активном газе)	Ar 92% - CO <sub>2</sub> 8%, Ar 82% - CO <sub>2</sub> 18%, Ar 75% - CO <sub>2</sub> 25%	Конструкционные стали, корабельные стали, емкости, трубы, теплообменники, улучшенные стали, закалённые и термообработанные стали, с гальваническим и алюминиевым покрытием.
	CO <sub>2</sub> 2% - He (20-50%), остальное Ar Ar 98% - CO <sub>2</sub> 2%	Нержавеющие стали, никелевые сплавы, дуплексные стали
<b>MIG</b> (сварка плавящим электродом в инертном газе)	Аргон, Ar (70-50%), остальное He	Алюминий и сплавы Медь и сплавы Никелевые сплавы
<b>TIG</b> (сварка не плавящим электродом в инертном газе)	Аргон, Гелий, Ar (70-50%), остальное He	Все металлы, которые свариваются (легированная и не легированная сталь), алюминий, медь.
	Ar (85-98%), остальное He	Нержавеющая сталь Никелевые сплавы
	Аргон 4.8 и 5.0	Титан, тантал, цирконий
<b>Защита корня шва</b>	Аргон, Азот, Формирующий газ (5-20%) He, остальное N <sub>2</sub>	Для всех материалов, если необходимо исключить окисление корня шва

### 3. Сварка в среде активных газов

При сварке с защитой активными газами наиболее широко применяют

углекислый газ, некоторое применение находит также водород.

**Сварка в углекислом газе** осуществляется, главным образом, плавящимся электродом. В качестве плавящегося электрода служат низколегированные сварочные проволоки сплошного сечения и порошковые проволоки.

При сварке постоянным током прямой полярности вследствие более высокого содержания в металле шва водорода наблюдается интенсивное образование пор. Питание дуги переменным током возможно при сварке порошковой проволоки, в состав которой введены стабилизирующие дугу вещества.

При применении  $\text{CO}_2$  в качестве защитного газа необходимо учитывать некоторые металлургические особенности процесса сварки, связанные с окислительным действием  $\text{CO}_2$  по отношению к расплавленному металлу. Поэтому для сварки в  $\text{CO}_2$  конструкционных углеродистых и низколегированных сталей применяют специальные марки сварочной проволоки с повышенным содержанием этих элементов (Св-08ГС, Св-10Г2 и т.п.).

### **Особенности сварки в среде углекислого газа**

#### **Выбор сварочной проволоки**

При сварке в углекислоте стальные детали с низким содержанием углерода сильно окисляются. Чтобы этого избежать нужно использовать проволоку, в составе которой присутствует марганец и кремний. А если нужно сварить легированные стали, то используют специальные проволоки.

#### **Подготовка металла**

Чтобы шов получился качественным нужно тщательно подготовить металл перед сваркой. Для этого необходимо очистить кромки от коррозии, грязи, краски или следов масла. Если загрязнения несущественные, то для их устранения можно использовать ветошь. Если загрязнения въевшиеся, то используют металлическую щетку. Необходимо также обезжировать металл. В некоторых случаях можно прибегнуть к травлению.

Если подготовительные манипуляции будут выполнены неправильно, это приведёт к возникновению сварного брака.

Свариваемый металл	Сварочная проволока
Низкоуглеродистые стали	Св08ГС, Св08Г2С
Теплоустойчивые стали 15ХМА, 20ХМА	Св08ХГ2СМ
Низколегированные	Св08Г2С, Св18ХГСА, Св18ХМА
Сталь 15Х1М1Ф	Св08ХГСМФ
Сталь 1Х13	Св08Х14ГТ, Св10Х17Т
Сталь Х18Н9Т	Св06Х19Н9Т, Св07Х18Н9ТЮ
Сталь 20ХМФЛ	Св08ХГСМФ

### Выбор режима сварки

От правильного выбора режима сварки во многом зависит качество готового сварного соединения. Поэтому к выбору режима нужно подойти со всей ответственностью. Режимом сварки называют комплекс различных настроек, которые вы можете установить на своем полуавтомате.

При сварке полуавтоматом в среде углекислого газа этот комплекс настроек состоит из рода тока, его полярности, диаметра проволоки, силы сварочного тока, напряжения дуги, скорости подачи проволоки, вылета проволоки. Давайте подробнее остановимся на каждом параметре.

Обычно используют *постоянный ток обратной полярности*. Если установить прямую полярность дуга будет гореть нестабильно. Если вы хотите использовать не постоянный, а переменный ток, то нужно дополнительно добавить в цепь осциллятор.

*Диаметр проволоки* выбирается исходя из толщины свариваемого металла. Чем тоньше металл, тем тоньше проволока. А вот *силу сварочного тока* нужно устанавливать исходя из диаметра проволоки. Главное понятие основной принцип: чем больше сила сварочного тока, тем больше глубина провара и выше скорость сварки.

Что касается *напряжения дуги*, то этот параметр зависит от длины этой самой дуги. Напряжение устанавливают исходя из силы сварочного тока. Самое главное правило: чем больше напряжение, тем меньше глубина провара и больше ширина шва.



### ***Контрольные вопросы:***

1. В чем сущность процесса полуавтоматической сварки плавящимся электродом в защитных газах?
2. Почему качество металла шва при сварке в  $\text{CO}_2$  выше, чем при сварке электродами с покрытием?
3. Чем объясняется уменьшение сварочных деформаций при полуавтоматической сварке плавящимся электродом в  $\text{CO}_2$ ?
4. Почему производительность полуавтоматической сварки в  $\text{CO}_2$  выше, чем при ручной сварке плавящимся электродом с покрытием?
5. Какие металлические материалы сваривают дуговой сваркой в  $\text{CO}_2$ ?
6. Назовите параметры режима полуавтоматической сварки в  $\text{CO}_2$
7. В каких пространственных положениях возможна полуавтоматическая сварка в  $\text{CO}_2$ ?
8. Что входит в состав полуавтомата и сварочного поста?
9. Какие параметры режима и техники сварки влияют на разбрызгивание электродного металла и качество сварных швов?
10. Что определяет коэффициент наплавки?