

Нижегородский колледж теплоснабжения и
автоматических систем управления

Ручная дуговая сварка (наплавка)
неплавящимся электродом в защитном газе
(РАД) простых деталей неответственных
конструкций

Преподаватель Пирогов В.И.

Нижний Новгород
2020 год

Сварщик РАД должен знать (А/04.2)

Необходимые знания, предусмотренные трудовой функцией по коду А/01.2 настоящего профессионального стандарта

Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых РАД, и обозначение их на чертежах

Основные группы и марки материалов, свариваемых РАД

Сварочные (наплавочные) материалы для РАД

Устройство сварочного и вспомогательного оборудования для РАД, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов, правила их эксплуатации и область применения. Основные типы и устройства для возбуждения и стабилизации сварочной дуги (сварочные осцилляторы)

Правила эксплуатации газовых баллонов

Техника и технология РАД для сварки простых деталей неотчетственных конструкций в нижнем, вертикальном и горизонтальном пространственном положении сварного шва

Выбор режима подогрева и порядок проведения работ по предварительному, сопутствующему (межслойному) подогреву металла

Причины возникновения и меры предупреждения внутренних напряжений и деформаций в свариваемых (наплавляемых) изделиях

Причины возникновения дефектов сварных швов, способы их предупреждения и исправления

Знания по трудовой функции А/01.2

Основные типы, конструктивные элементы, размеры сварных соединений и обозначение их на чертежах

Правила подготовки кромок изделий под сварку

Основные группы и марки свариваемых материалов

Сварочные (наплавочные) материалы

Устройство сварочного и вспомогательного оборудования, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов, правила их эксплуатации и область применения

Правила сборки элементов конструкции под сварку

Виды и назначение сборочных, технологических приспособлений и оснастки

Способы устранения дефектов сварных швов

Правила технической эксплуатации электроустановок

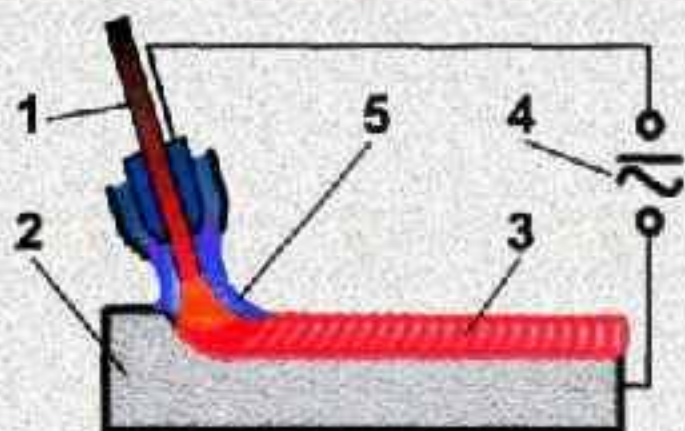
Нормы и правила пожарной безопасности при проведении сварочных работ

Правила по охране труда, в том числе на рабочем месте

Дуговая сварка в защитных газах по ГОСТ 14771-76

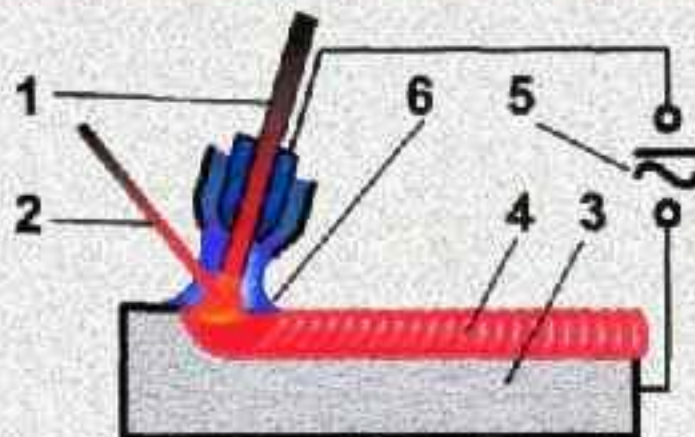
Способы: сварка высоколегированных сталей, титановых и алюминиевых сплавов плавящимся (ИП) и неплавящимся (ИНп) вольфрамовым электродами в инертных газах (аргон, гелий); сварка углеродистых сталей плавящимся электродом в углекислом газе (УП).

Плавящимся электродом



1-электрод; 2-деталь; 3-шов;
4-источник тока; 5-защитный газ

Неплавящимся электродом

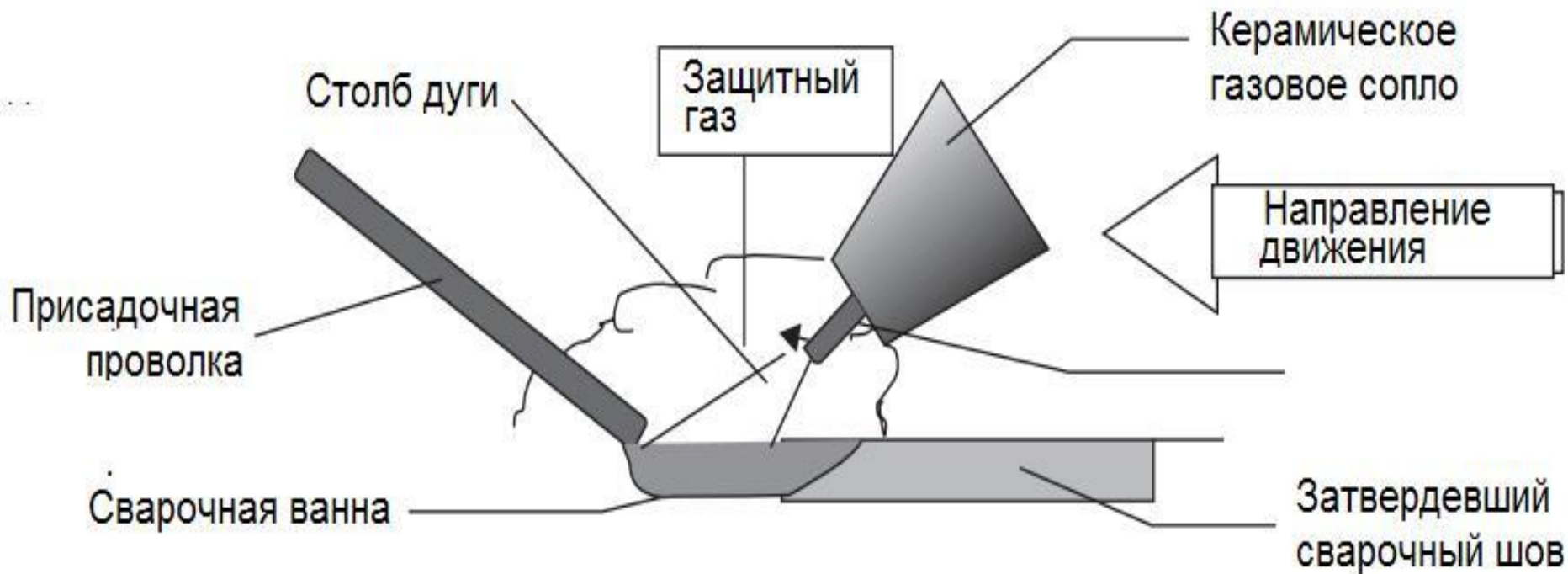


1-неплавящийся электрод; 2-присадочная проволока; 3-деталь; 4-шов;
5-источник тока; 6-защитный газ

Сварка в среде защитных газов

- Особенностью сварки в среде защитных газов является то, что электрическая сварочная дуга горит в струе газа, защищающей металл от вредного воздействия окружающего воздуха.
- В качестве защитных газов применяют инертные и активные газы (водород, окись углерода – углекислый газ или их смесь с азотом).
- Наибольшее распространение получили **аргонно-дуговая сварка** и сварка в среде углекислого газа.
- **Сущность аргонодуговой сварки**-гибридная технология, сочетающая газовый и электрический способы сварки, дает возможность работать с самыми разными объемами и материалами, состоит в том, что сварочная ванна защищается от воздействия азота и кислорода воздуха инертным газом аргоном, не вступающим ни в какие реакции с расплавленным металлом сварочной ванны.

Сущность ручной аргонодуговой сварки РАД



Способы аргоновой сварки

Принятое в быту выражение «**сварка аргоном**» является принципиально неверным. Сам по себе аргон является инертным газом и непосредственном соединении двух металлических деталей не участвует.

Есть другое понятие – сварка в инертной среде, где аргон или другой газ служат защитой и препятствуют инициализации негативных процессов. Таким способом в наши дни сваривают различные сплавы металлов, включая и цветные.

Ручные. Горелка перемещается сварщиком. Для такой работы применяются исключительно неплавящиеся вольфрамовые электроды.

Полуавтоматические. В этом случае горелка контролируется сварщиком, а подача проволоки – механизмом.

Автоматические. Горелка и проволока перемещаются механически, а работу автомата контролирует оператор. В наши дни уже нередко встречаются установки, которые работают даже без вмешательства людей. Роботизированные системы задействованы, к примеру, при сварке труб.

Применение сварки РАД

- Аргонодуговую сварку неплавящимся вольфрамовым электродом применяют:
 - для сварки углеродистых и легированных сталей постоянным током,
 - Для сварки сплавов Al (силуминов и дуралюминов) переменным током (можно и Cu, бронзу и латунь, но не экономично, их, в основном, варят газовой сваркой)
 - Для сварки титана и титановых сплавов

Сварочные материалы

Применяют инертные газы аргон и гелий в сочетании с вольфрамовыми электродами и присадочную проволоку:

Аргон, так как он дешевле гелия (аргон получают из воздуха), лучше защищает зону сварки (тяжелее воздуха).

По ГОСТ 10157-79 аргон газообразный производится высшего и первого сортов. Гелий поставляется по ТУ 51-689-75 марок А, Б, и В.

Вольфрамовые электроды для дуговой сварки изготавливают по ГОСТ 23949-80 в виде прутков длиной 75-300 мм, диаметром 0.5-10 мм.

В вольфрам вводят активирующие добавки оксидов иттрия (марки ЭВИ-1, ЭВИ-2, ЭВИ-3), оксидов лантана (марка ЭВЛ), реже тория (ЭВТ-15). Прутки из чистого вольфрама выпускаются марки ЭВЧ.

Присадочная проволока по составу соответствует

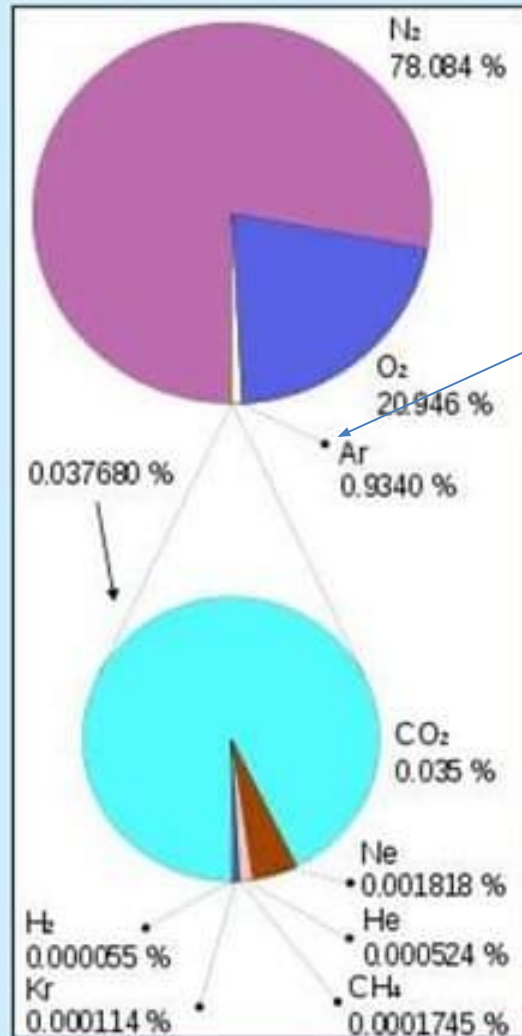
свариваемым материалам, в диаметре, толщине свариваемых

Общая характеристика аргона Ar

По степени очистки от примесей получают:

- **Высший сорт.** Ar не менее 99,99% . *Этот сорт особо высокой чистоты применяется для ответственных сварочных работ,* таких, как сварка материалов, химически активных в нагретом состоянии: некоторые цветные сплавы, прежде всего титановые, нержавеющая сталь и др. Используется также для сварки высоконагруженных изделий из конструкционной стали. Температура кипения $-185,8\text{ }^{\circ}\text{C}$
- **Первый сорт.** Ar не менее 99,98%, *Применяется при сварке сплавов на основе алюминия с другими металлами и сплавами,* менее активных цветных металлов.
- **Второй сорт.** Ar не менее 99,95%. *Используется при сварке деталей из жаростойких стальных сплавов, алюминия и конструкционных сталей.* Применение чистого Ar в этих случаях нежелательно, поскольку приводит к повышенной пористости материала шва и не позволяет защитить сварочную ванну от повышенной влажности и других загрязнений. Во избежание возникновения такого дефекта в состав смеси защитных газов добавляют углекислый газ и кислород, связывающие выделяющийся при сварке водород и другие примеси. Образующиеся в ходе этих реакций шлаки всплывают на поверхность сварочной ванны и после застывания удаляются вместе с

Содержание газов в атмосфере



**Аргон
0,9340%**

- N₂ – азот
- O₂ – кислород
- Ar – аргон
- CO₂ – углекислый газ
- Ne – неон
- He – гелий
- CH₄ – метан
- Kr – криптон

Рисунок 1. Полный состав газов в атмосфере.

Значения давления в баллоне при разных температуры окружающего воздуха



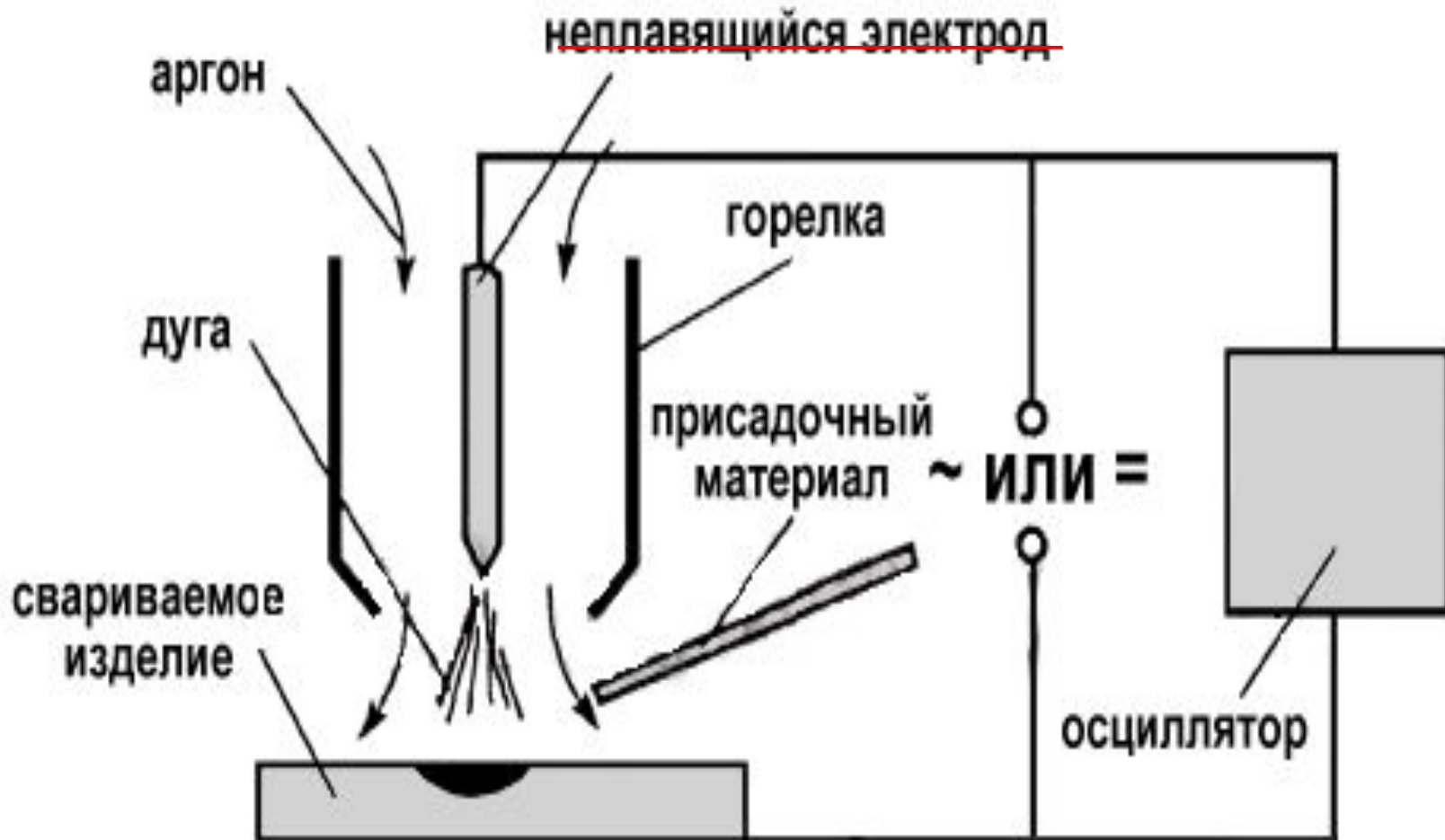
Поставляется и хранится аргон в сжатом газообразном состоянии в стальных баллонах под давлением 15 МПа.

| T, °C | P, Мегапаскаль |
|-------|----------------|
| -40 | 10,45 |
| -30 | 11,33 |
| -20 | 12,21 |
| -10 | 12,92 |
| 0 | 13,74 |
| +10 | 14,62 |
| +20 | 15,33 |
| +30 | 16,03 |

Техническая характеристика Ar баллона

- Рабочее давление МПа (КГС/см²) 14,7(150)
- Испытательное гидравлическое Давление МПа (кгс/см²) 22,1(225)
- Диаметр цилиндр. Части мм. 219
- Длина корпуса , мм (без оснащения) 1370
- Масса кг (Без оснащения) 67,5
- Температурный диапазон эксплуатации от (-50 С° до 60 С°)
- Расчетный срок службы 20 лет
- Периодичность освидетельствования 5 лет

Схема ручной сварки неплавящимся электродом в инертном газе



Вольфрамовые электроды

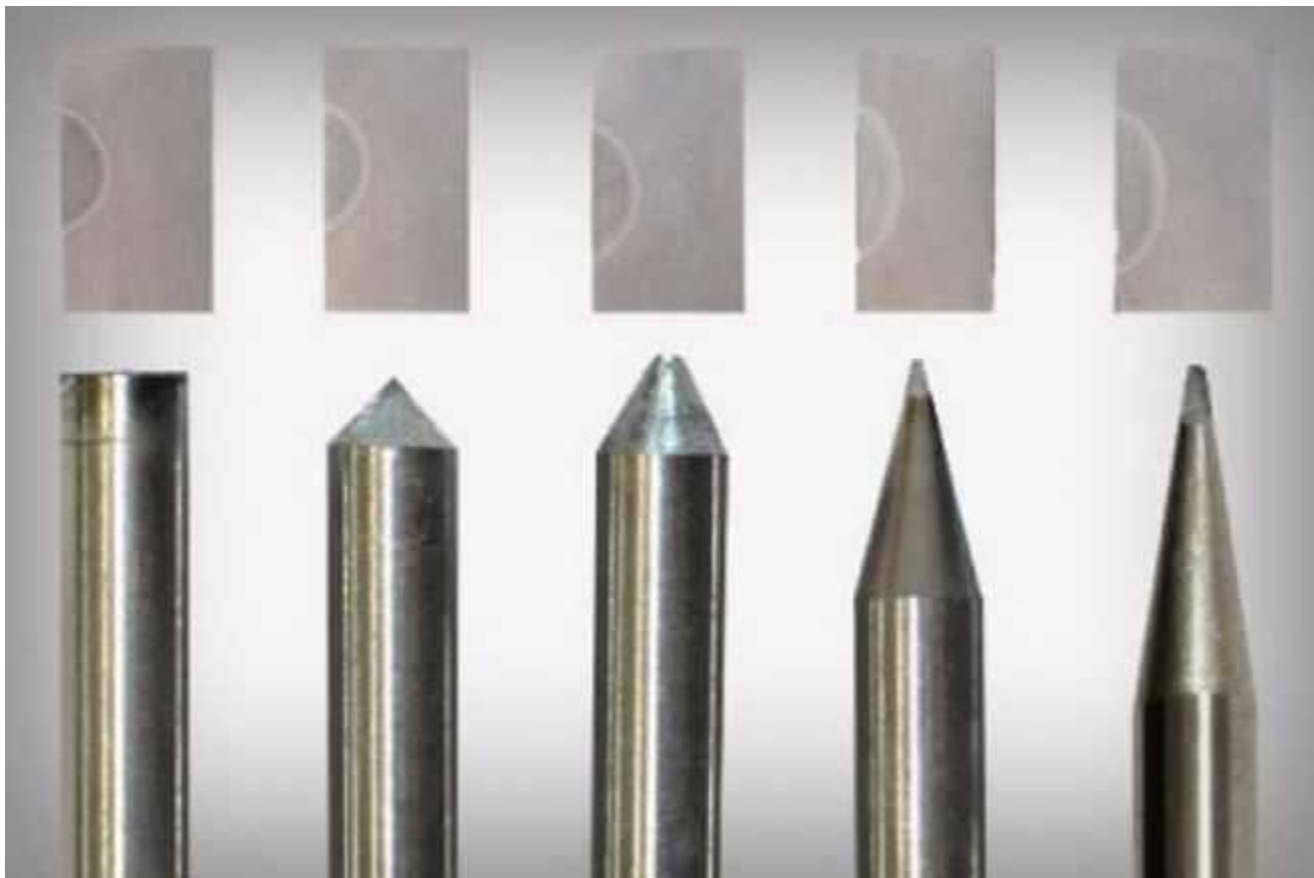


| | | | | | | | |
|------------------------|------------------------|--|---|--|--|---|--|
| Марка (цветной код) | WP (зеленый) | WT-20 (красный) | WC-20 Серый | WL-15 (золотистый) | WL-20 (синий) | WY-20 (темно-синий) | WZ-8 (белый) |
| Легирующие элементы | 0% (отсутствует) | 1,8-2,2% <u>ThO₂</u> (диоксид тория) | 1,8-2,2% <u>CeO</u> (диоксид церия) | 1,4-1,6% La ₂ O ₃ (оксид лантана) | 1,8-2,2% La ₂ O ₃ (оксид лантана) | 1,8-2,2% <u>YtO₂</u> (диоксид иттрия) | 0,7-0,9% <u>ZrO₂</u> (оксид циркония) |

Применение вольфрамовых электродов

| Маркировка | | | Содержание легирующих элементов, % | Свариваемые марки | Цветной код |
|------------|-------|-----------|------------------------------------|-------------------|-------------|
| | Ток | ТУ / ГОСТ | | | |
| WP | AC | ЭВЧ | - | Алюминий | Зеленый |
| WL-15 | AC/DC | ЭВЛ | La2O3: 1.30-1.70 | Все марки | Золотистый |
| WL-20 | AC/DC | ЭВЛ-2 | La2O3: 1.80-2.20 | Все марки | Синий |
| WT-20 | DC | ВТ-15 | ThO2: 1.70-2.20 | Нержавейка | Красный |
| WC-20 | AC/DC | - | CeO2: 1.80-2.20 | Нержавейка | Серый |
| WY-20 | DC | ЭВИ-1 | YtO2: 1.80-2.20 | Все марки | Темно-синий |
| WZ-8 | AC | - | ZrO2: 0.70-0.90 | Алюминий | Белый |

Заточка вольфрамовых электродов

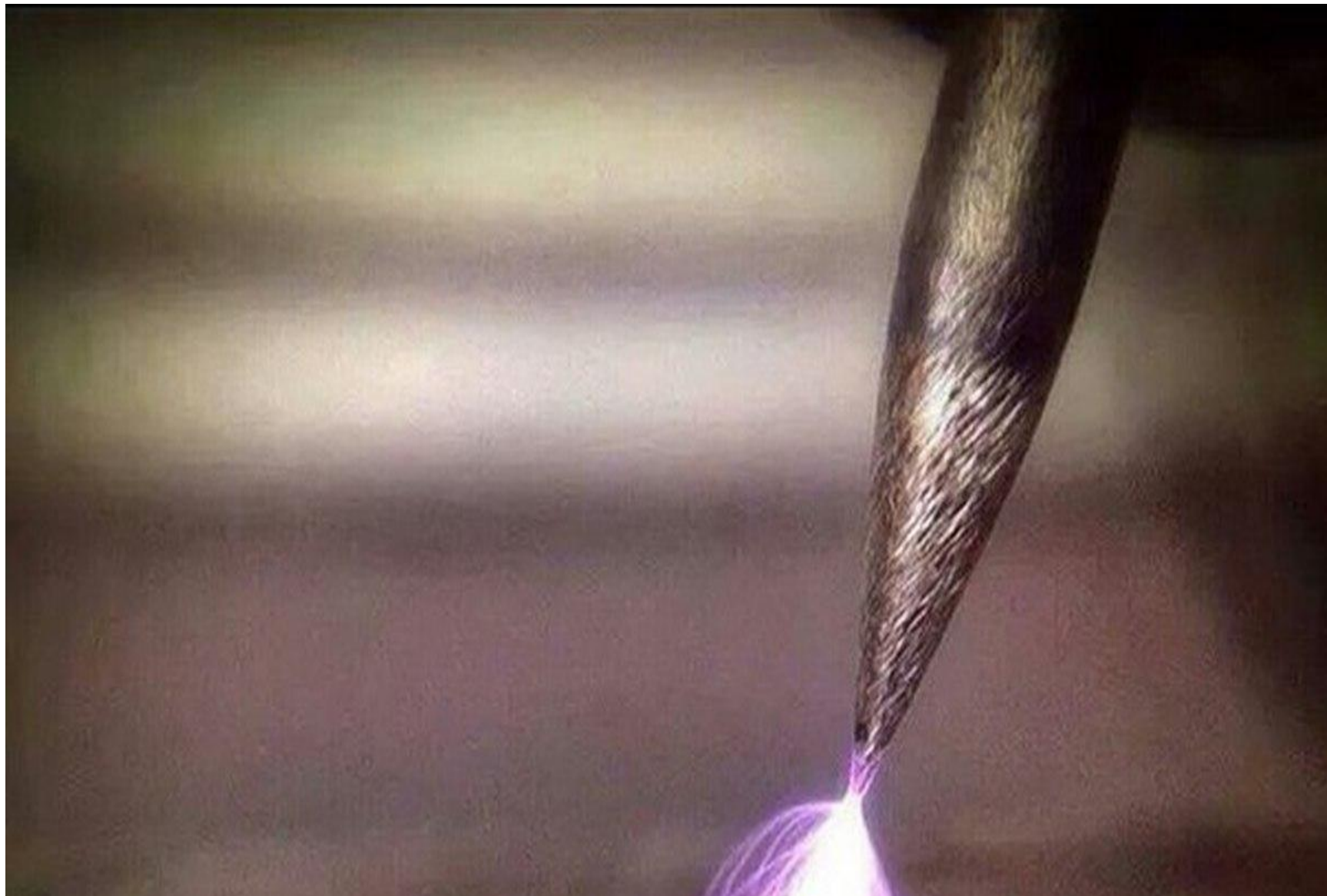


Углы заточки вольфрамовых

Выделяют следующие углы заточки электродов:

- 10–20 °С: при малой силе электротока.
- 20-30 °С: при средних значениях тока.
- 60-120 °С: при повышенной силе электротока.
- Если угол заточки меньше 20 °С, то физические свойства вольфрамового электрода изменятся. При высоких температурах (свыше 90 °С) устойчивость электрической дуги во время горения снижается. Заточку необходимо производить вдоль поверхности электрического проводника, чтобы не деформировать его. Точение осуществляется при помощи болгарок, кругов из мелкозернистых абразивных материалов и наждачной бумаги. Для обеспечения высокой точности заточки рекомендуется закрепить электрод на стержне шуруповерта или дрели

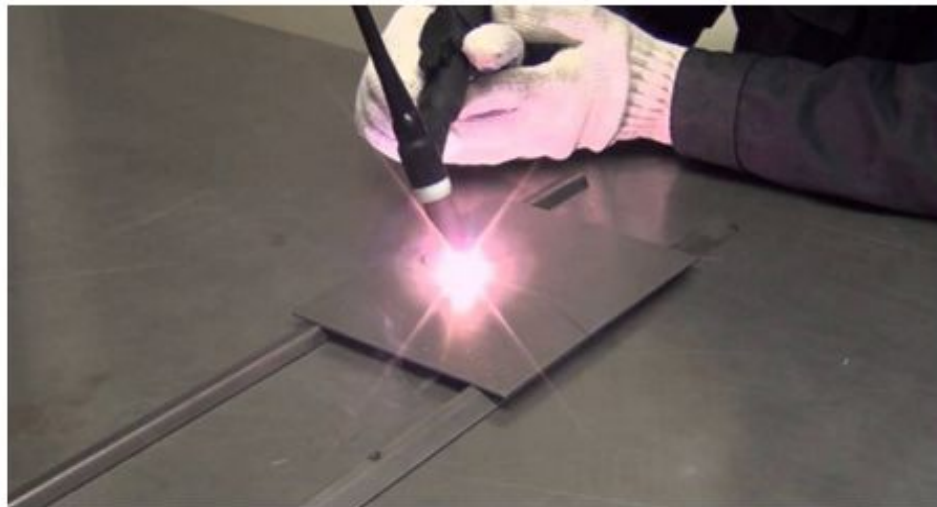
Высоковольтный разряд от осциллятора



Возбуждение дуги



ВЫПОЛНЕНИЕ СВАРКИ



Оборудование для сварки РАД (Tig)



Источники питания дуги для сварки РАД



УДГУ-251 AC/DC (MMA, Tig, MIG, MaG)

Друкава = 4 – 8М



Осциллятор в корпусе источника питания



Расходомер и подогреватель газа



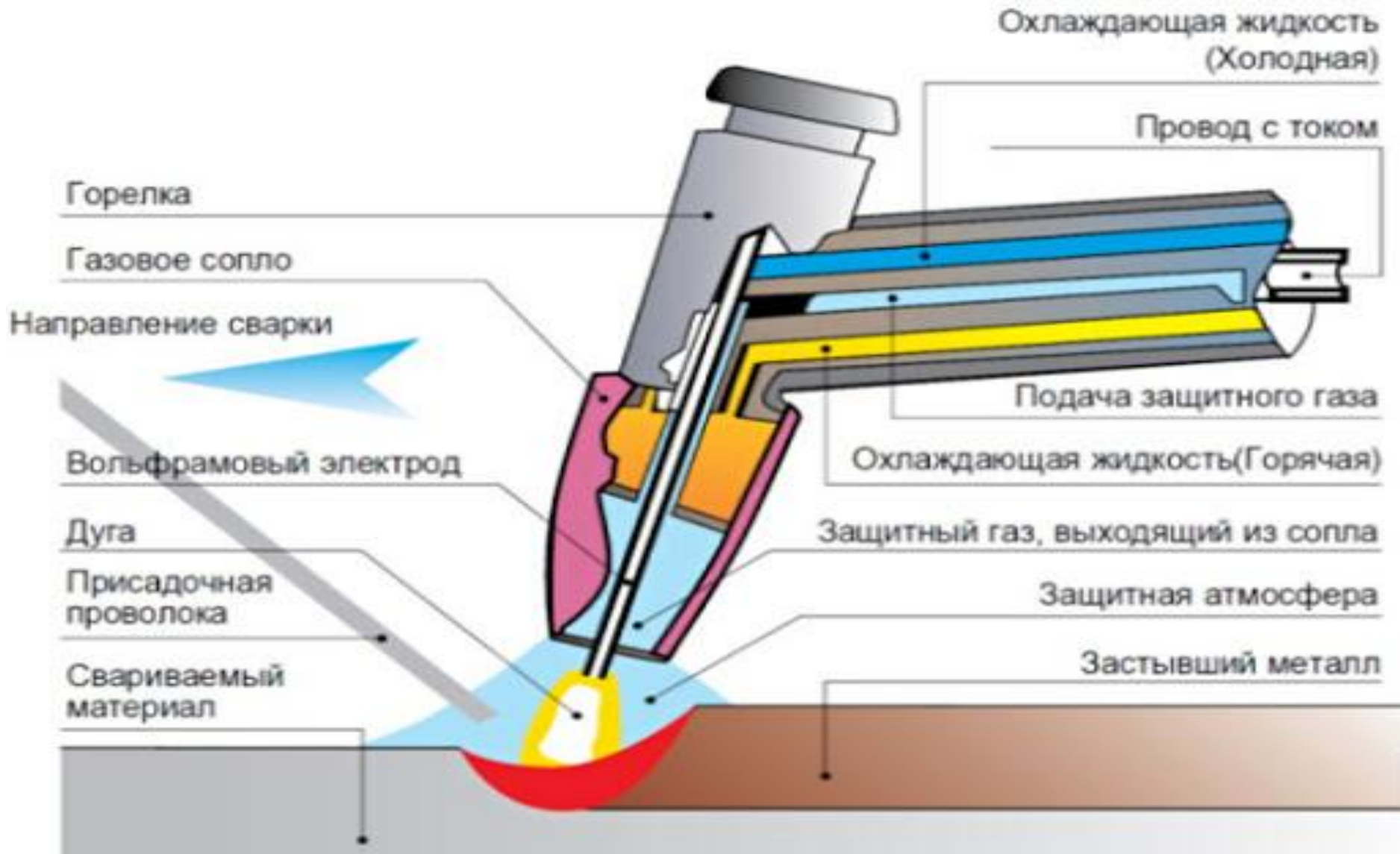
Горелка для сварки РАД водяного охлаждения



Подача воды

Обрат воды
горячей

Устройство горелки для РАД водяного охлаждения



Виды и устройство горелок с воздушным охлаждением для сварки РАЛ



Особенности устройства горелок РАД

Сварочная горелка
Trafimet TIG 18

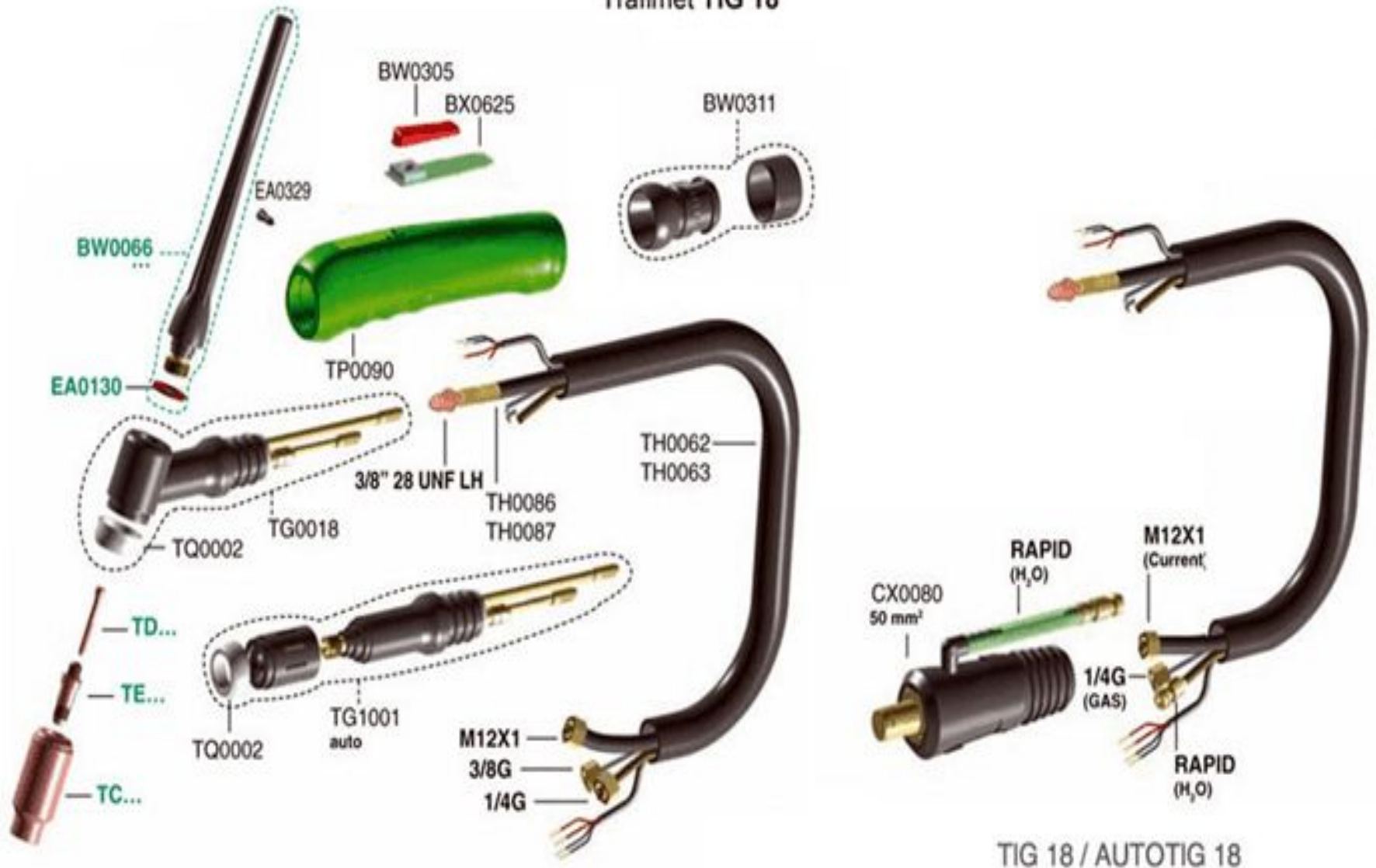
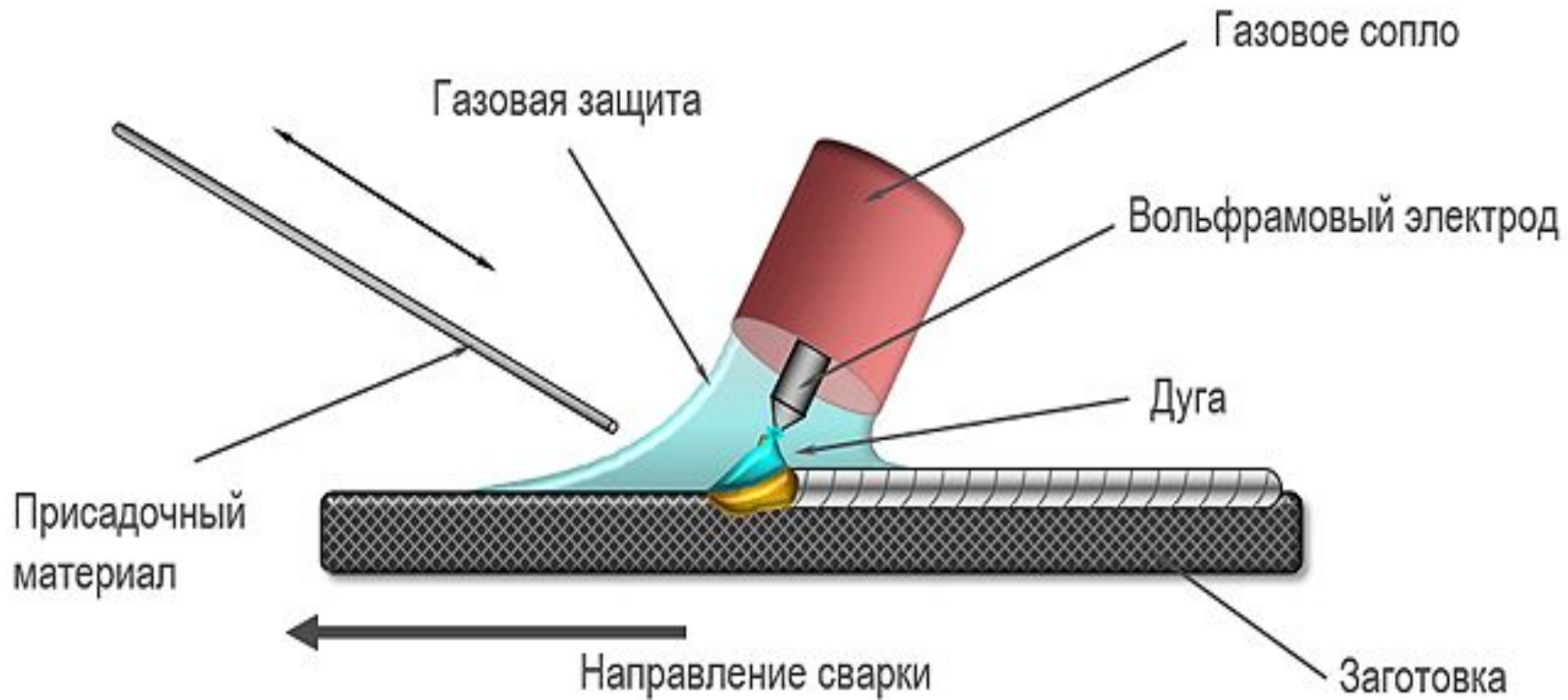


Схема работы горелки



Сварочный пост РАД для сварки легированных сталей

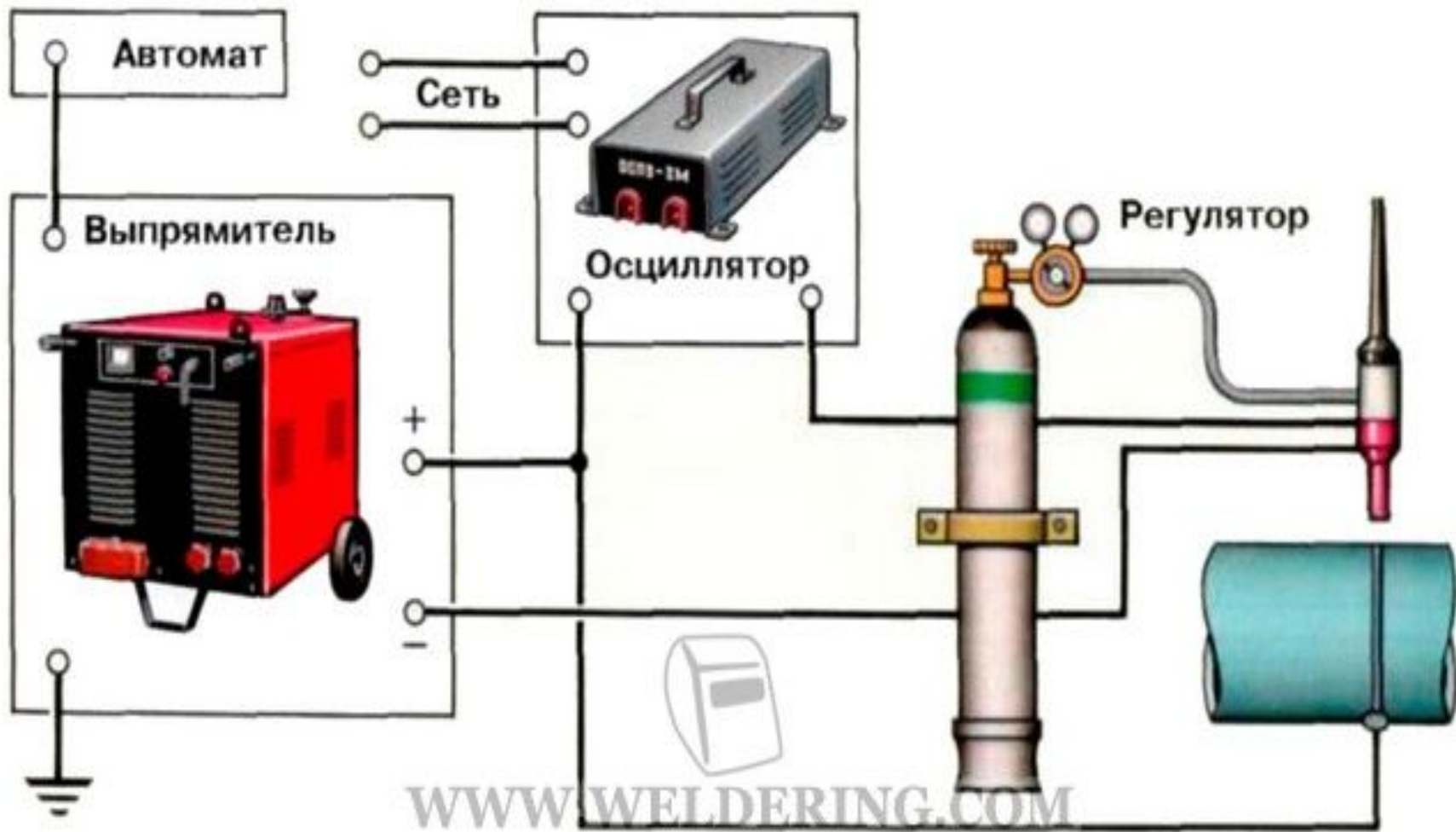


Схема поста РАД для сварки Al (алюминия)

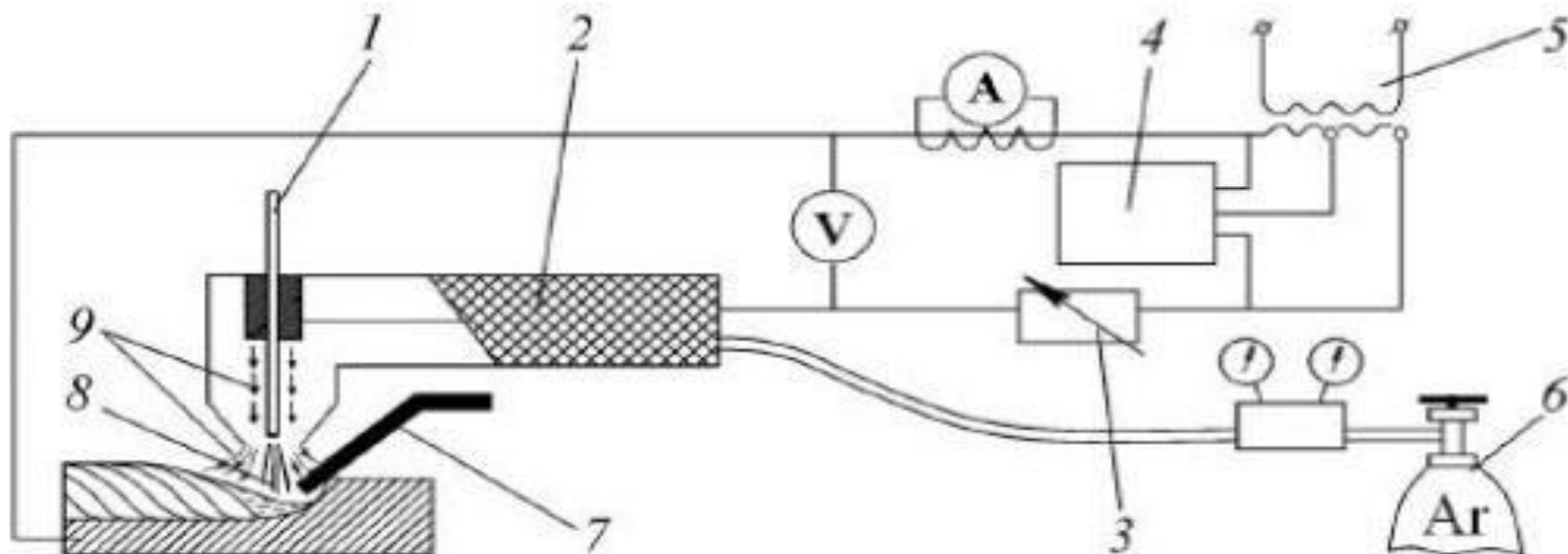
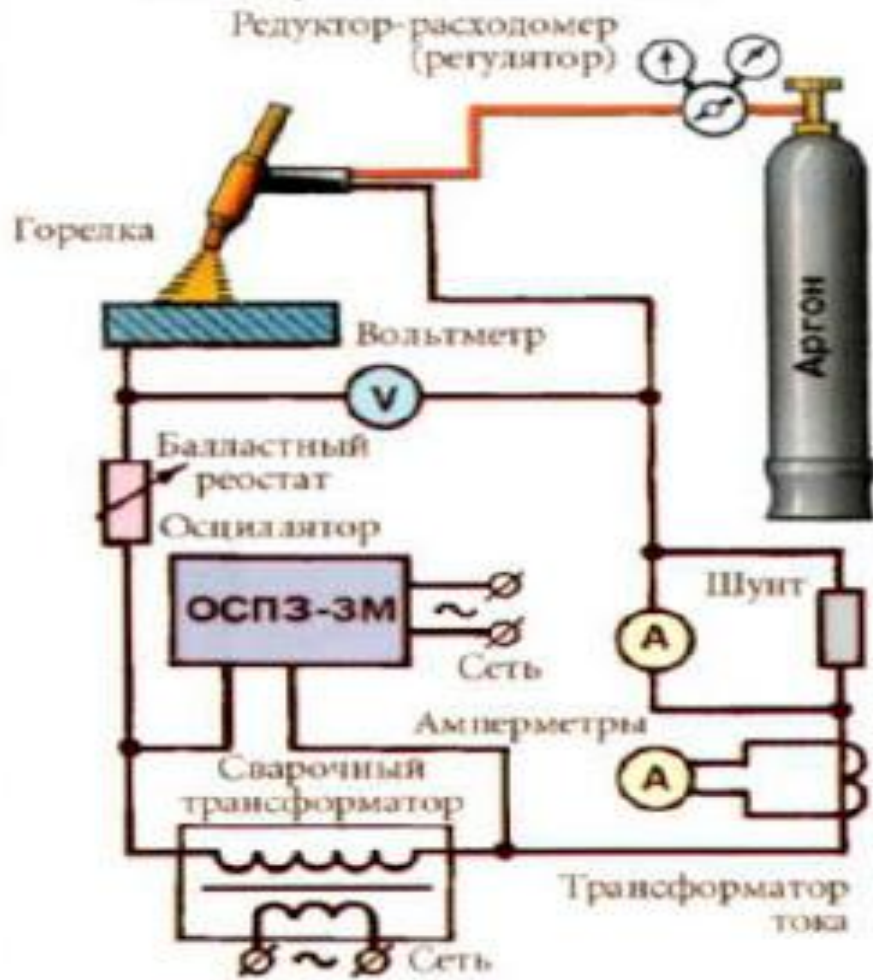


Рис. 1.12 – Схема поста аргонодуговой сварки неплавящимся электродом:

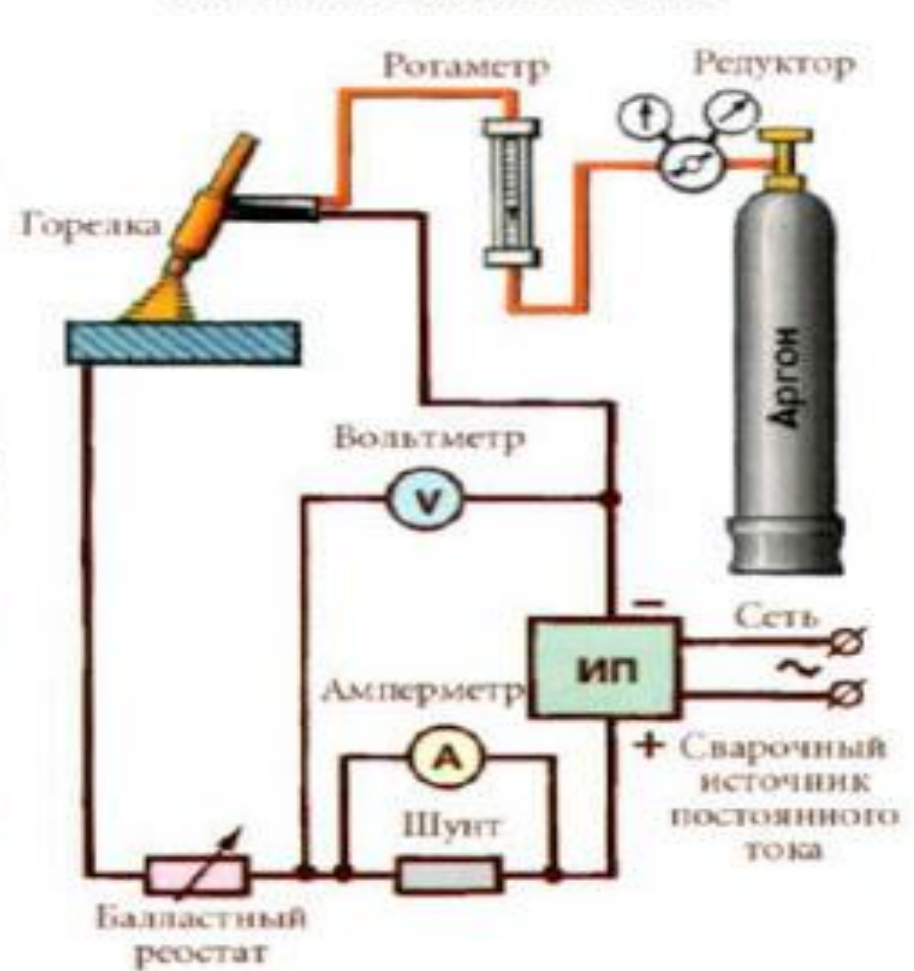
1 – вольфрамовый электрод; 2 – горелка; 3 – балластный реостат; 4 – осциллятор; 5 – сварочный трансформатор; 6 – баллон с аргоном; 7 – присадочная проволока; 8 – струя аргона.

Сварка РАД

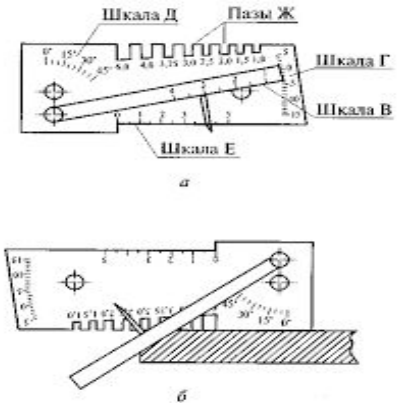
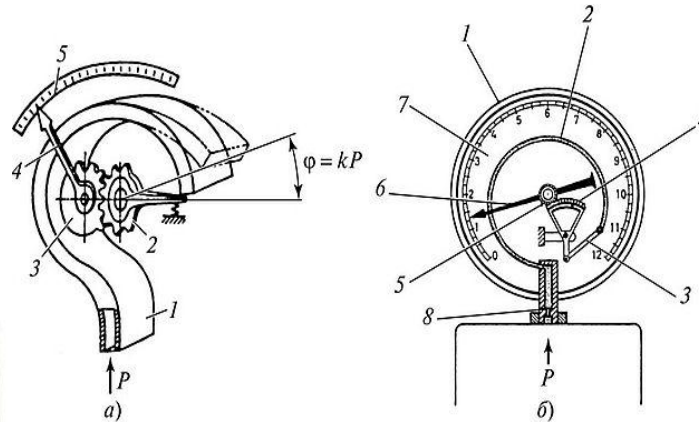
На переменном токе



На постоянном токе



Контрольно- измерительные приборы



Расходомер - ротаметр

Манометры деформационного типа
(пружинные)
ОСВИДЕТЕЛЬСВОВАНИЕ
ЕЖЕГОДНО

Универсальный шаблон
сварщика УШС
ОСВИДЕТЕЛЬСВОВАНИЕ
ЕЖЕГОДНО

Сварка РАД (Tig) для начинающих (26мин)



Техника и технология сварки РАД

Нормативная документация по сварке (ГОСТы)

ГОСТ 5264-80

Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.

ГОСТ 14771-76

Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.

ГОСТ 16037-80

Соединения сварные стальных трубопроводов. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.

ГОСТ 10922-90

Арматурные и закладные изделия сварные, соединения сварные арматуры и закладных изделий железобетонных конструкций. Общие технические условия.

ГОСТ 14098-91

Соединения сварные арматуры и закладных изделий железобетонных конструкций. Типы, конструкции и размеры.

ГОСТ 8713-79

Сварка под флюсом. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры

Отношение некоторых обучающихся к терминам

ГОСТ

- Общепринятые сокращения и обозначения не относятся к числу популярных терминов. Это можно сказать и о ГОСТе – не самое любимое слово. Разве что ***среди Вас есть будущий сварщик***, который претендует получить статус ***профессионала***. Даже при всей своей нелюбви к официозу он должен, как минимум, относиться к аббревиатуре ГОСТ **уважительно**.
- Этого недостаточно. Нужно не просто уважать, но и хорошо разбираться в тонкостях государственных стандартов, которые имеют отношение к сварочной индустрии. Это утверждение связано с тем, что если придется сваривать металлы вне пределов своей дачи, а, скажем, на производстве, то почти гарантированно придется иметь дело с рабочими чертежами. И без знания специфической топологии прочесть их будет невозможно.
- Без знания спецификации и условных обозначений понять эти документы будет не проще, чем письма племен Майя.
- Обозначения на чертежах, на первый взгляд, могут показаться устрашающими. Однако, если понять главные ГОСТы по сварочным технологиям, то все обозначения превратятся в понятный и важный источник информации. Правильное чтение и понимание чертежа значительно упрощают выполнение поставленной задачи.

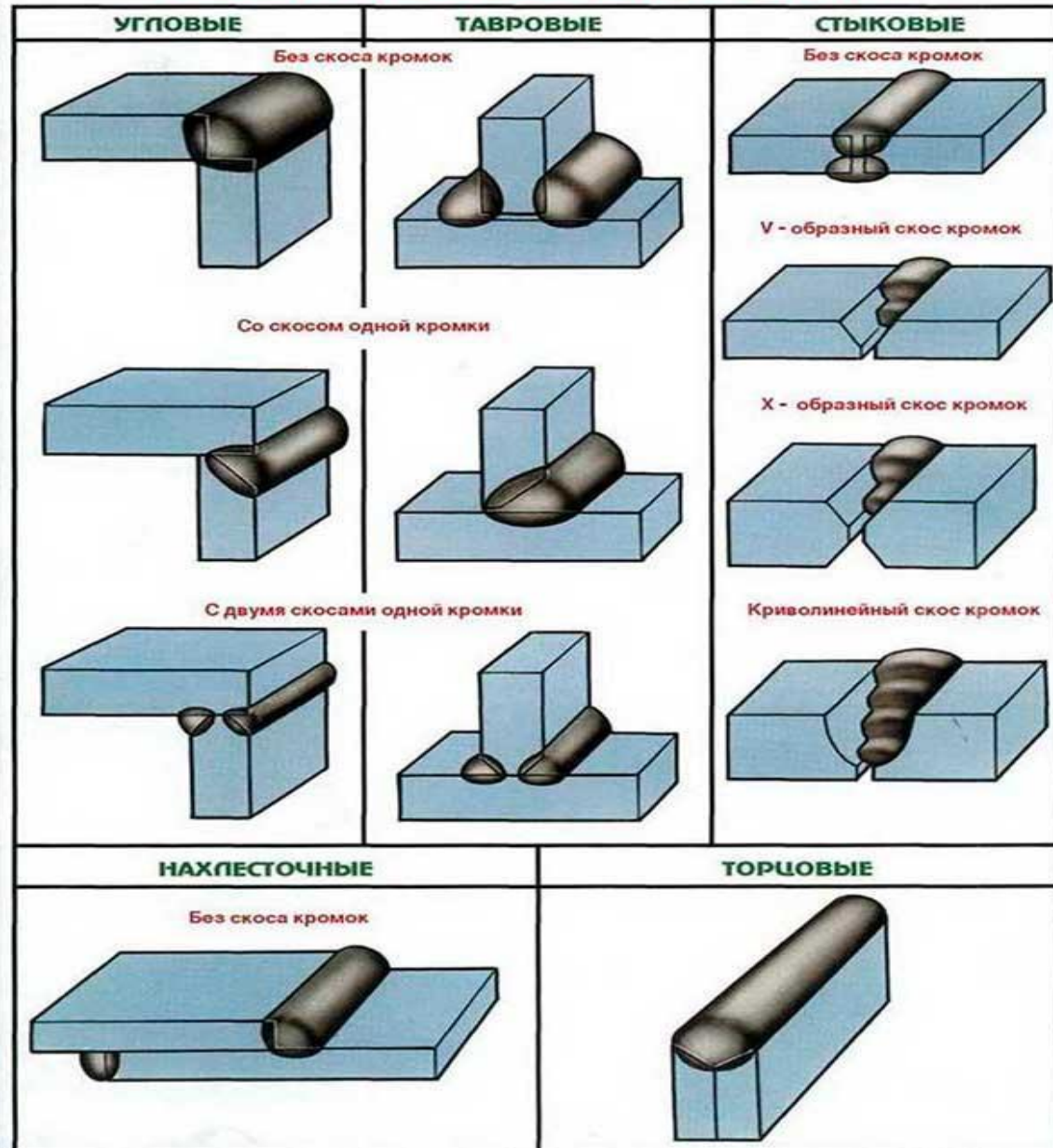
Сварные соединения при сварке РАД

ГОТ 5264-80

«...Дуговая сварка

металлоконструкций...»

ОСНОВНЫЕ ТИПЫ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ



ГОСТ 14771-76* Дуговая сварка в защитном газе.

Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры

Таблица 1

| Тип соединения | Форма подготовленных кромок | Характер выполненного шва | Форма поперечного сечения | | Толщина свариваемых деталей, мм, для способов сварки | | | | Условное обозначение сварного соединения |
|----------------|-----------------------------|---------------------------------------|---------------------------|------------------|--|----------|----------|----------|--|
| | | | подготовленных кромок | выполненного шва | ИН | ИНп | ИП | УП | |
| Стыковое | С отбортовкой двух кромок | Односторонний | | | 0,5—2,0 | — | 0,5—4,0 | 0,5—4,0 | C1 |
| | | | | | — | 0,8—4,0 | 1,0—12,0 | 1,0—12,0 | C28 |
| | С отбортовкой одной кромки | Односторонний | | | 0,5—2,0 | — | 0,5—4,0 | 0,5—4,0 | C3 |
| | | | | | 0,5—4,0 | 0,8—6,0 | 0,8—6,0 | 0,8—6,0 | C2 |
| | Без скоса кромок | Односторонний на съемной подкладке | | | 0,5—4,0 | 0,8—6,0 | 0,8—6,0 | 0,8—8,0 | C4 |
| | | | | | 0,5—4,0 | 0,8—6,0 | 0,8—6,0 | 0,8—8,0 | C5 |
| | | Односторонний на остающейся подкладке | | | 0,5—4,0 | 0,8—6,0 | 0,8—6,0 | 0,8—8,0 | C6 |
| | | | | | 0,5—4,0 | 0,8—6,0 | 0,8—6,0 | 0,8—8,0 | C7 |
| | | Односторонний замковый | | | 0,5—4,0 | 0,8—6,0 | 0,8—6,0 | 0,8—8,0 | C6 |
| | | | | | 0,5—4,0 | 0,8—6,0 | 0,8—6,0 | 0,8—8,0 | C7 |
| Двусторонний | | | 3,0—6,0 | 3,0—6,0 | 3,0—6,0 | 3,0—12,0 | C7 | | |

Ориентировочные режимы сварки изделий из малоуглеродистой и низколегированной стали способом TIG

| Толщина материала, мм | Диаметр вольфрамового электрода, мм | Диаметр наплавочного (присадочного) материала, мм | Сварочный ток, А | Расход аргона, л/мин | Диаметр сопла, мм |
|-----------------------|-------------------------------------|---|------------------|----------------------|-------------------|
| 1 | 1 | 1,5 | 40 - 60 | 3 | 10 |
| 1,5 | 1,6 | 1,5 | 50 - 90 | 4 | 10 |
| 2 | 2 | 2 | 80 -100 | 4 | 12 |
| 3 | 2-3 | 2-3 | 90 -140 | 5 | 12 |
| 4-5 | 3-4 | 3-4 | 110 -180 | 5 | 12 |

Сварку чёрного металла аргоном ведут с прямой полярностью. Газ подаётся равномерным потоком без пульсации.

Режимы сварки алюминия(Al)

Режимы аргонодуговой сварки алюминия вольфрамовым электродом

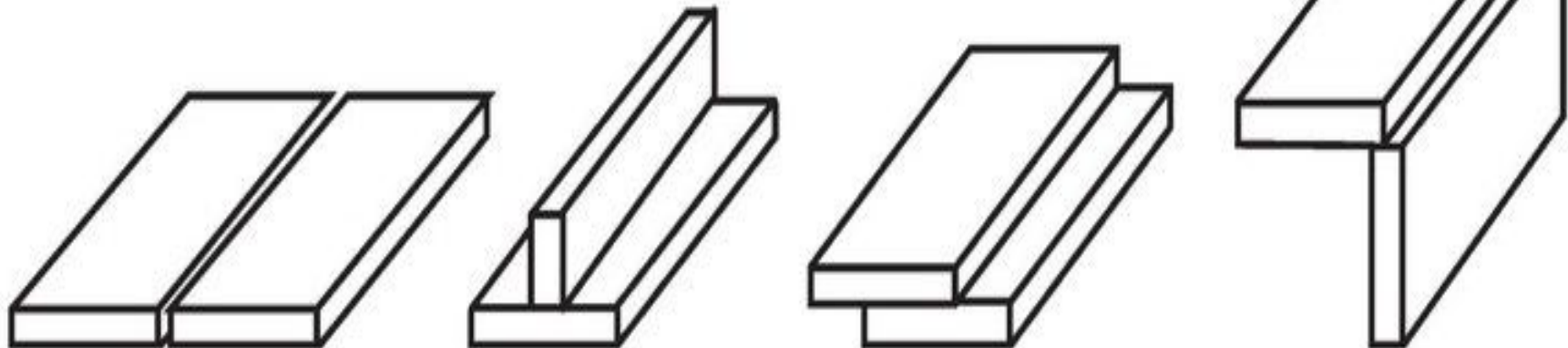
| Толщина металла, мм | Диаметр, мм | | Сила тока, А | |
|---------------------|-------------------------|-----------------------|--------------|---------|
| | Вольфрамового электрода | Присадочной проволоки | В аргоне | В гелии |
| 1–2 | 2 | 1–2 | 50–70 | 30–40 |
| 4–6 | 3 | 2–3 | 100–130 | 60–90 |
| 4–6 | 4 | 3 | 160–180 | 110–130 |
| 6–10 | 5 | 3–4 | 220–300 | 160–240 |
| 11–15 | 6 | 4 | 280–360 | 220–300 |

Поток электронов приводит электризованный газ в состояние токопроводящей плазмы. Для сварки алюминия этот аспект важен. Низкая температура плавления и текучесть преодолеваются благодаря более низким токам, чем при сварке стали. Сварку выполняют на переменном токе

Сварные соединения для сварки РАД

Сварка черных металлов и нержавеющей стали, определяемая ГОСТ 14771-76, предусматривает следующие основные виды сварных соединений:

стыковые;
тавровые;
внахлест;
угловые.



стыковое соединение

тавровое соединение

соединение внахлест

угловое соединение

Конструктивные элементы сварных соединений

Соединения

Стыковые: Тип разделки зависит от типа сварки, прочности шва и толщины листа



одностороннее без разделки



одностороннее с односторонним скосом кромок



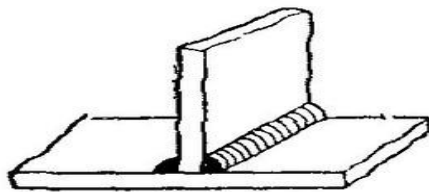
одностороннее с V-образной
разделкой



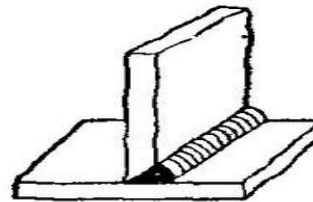
одностороннее с U-образной
разделкой



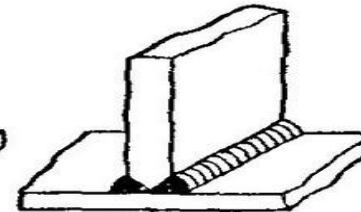
двустороннее с X-образной
разделкой



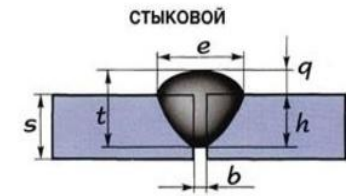
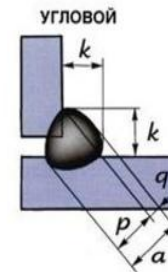
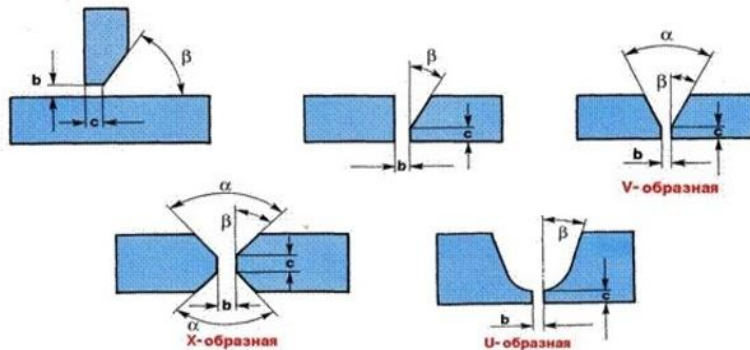
двустороннее
без разделки



одностороннее
с разделкой



двустороннее
с разделкой

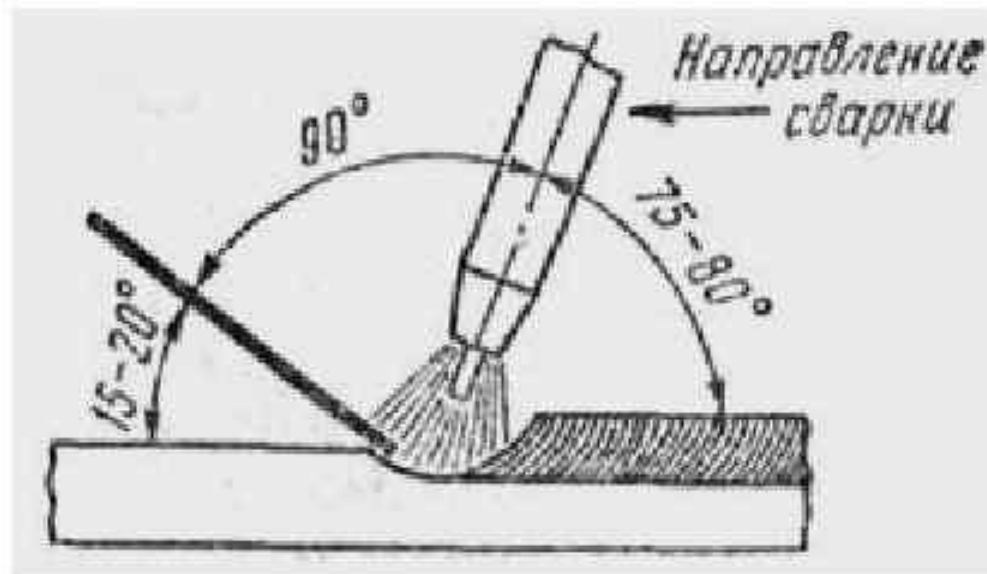
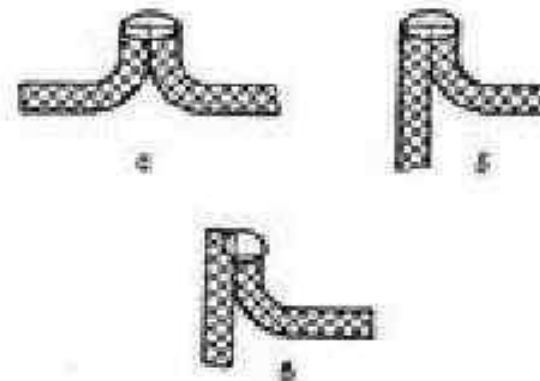


Сварка РАД с присадкой и без

УрФУ

Кафедра Технологии сварочного производства

Сварку тонколистового металла ($\delta \leq 2$ мм) выполняют без присадочной проволоки (по отбортовке или за счет расплавления кромок). При $\delta > 3$ мм присадочный металл подают в дугу в виде тонкой проволоки диаметром от 0,5 до 2,5 мм



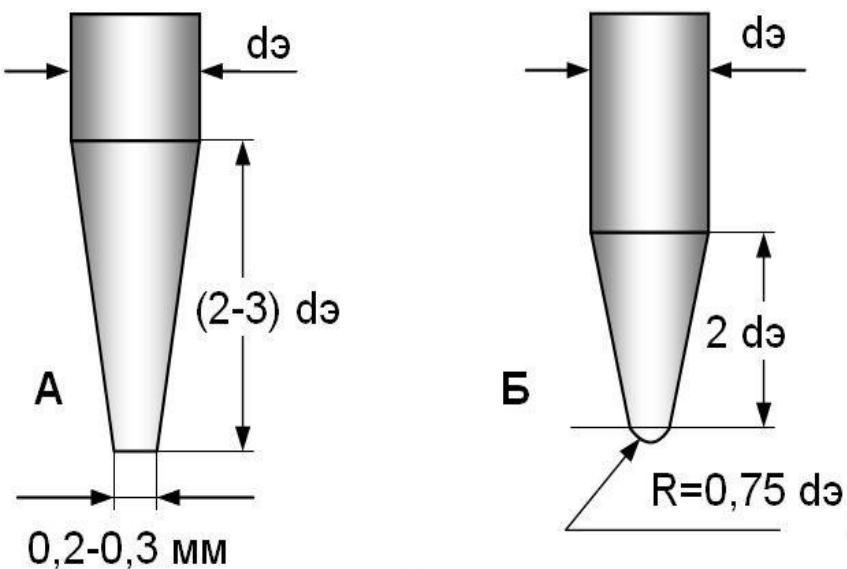
Сварка неплавящимся электродом в защитных газах

Режимы сварки РАД стали малых толщин

| Толщина металла, мм | Диаметр вольфрамового электрода, мм | Сила тока, А |
|---------------------|-------------------------------------|--------------|
| 0,3-0,7 | 1,6 | 40 |
| 0,8-1,2 | 1,6 | 60-80 |
| 1,5-2,0 | 2 | 80-120 |
| 2,5-3,5 | 3 | 150-200 |

Расход Ar должен составлять от 3 до 5 л/мин.

Правила заточки электродов

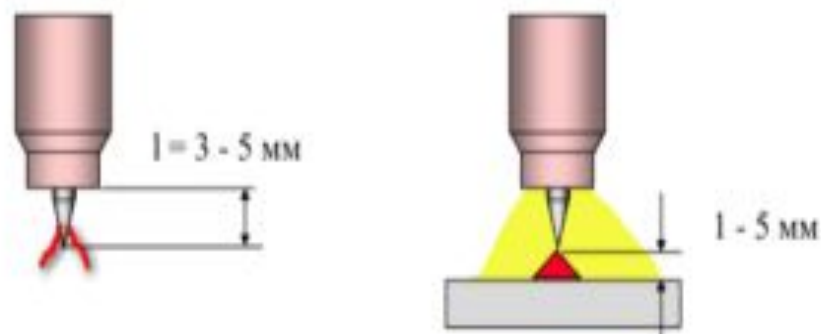


А – для сварки на постоянном токе

Б – на переменном

WWW.WELDING.COM

Вылет электрода и длина дуги при DC TIG сварке

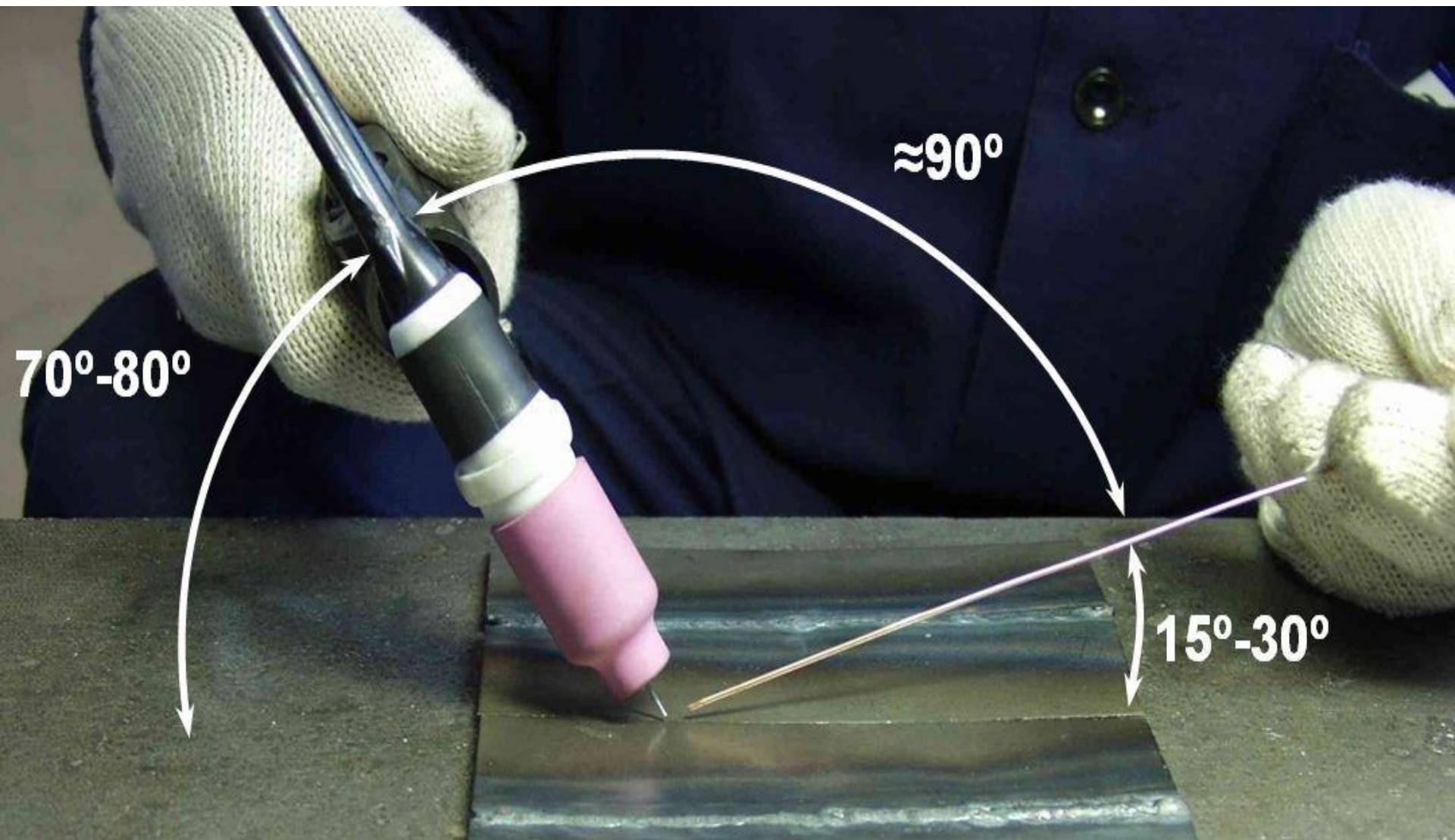


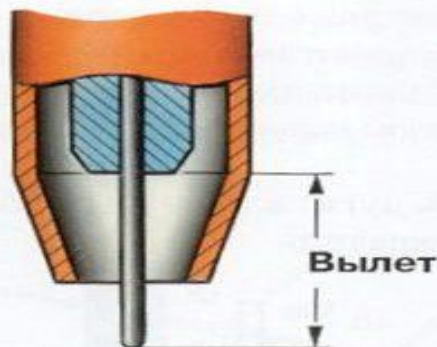
- Чаще всего при DC TIG сварке рекомендуется длина вылета электрода:

$l = 2 - 3 \times \text{Диаметра электрода}$

- Более длинная дуга увеличивает ширину шва и тепловложение.

Положение горелки и присадочной проволоки





Выпуск электрода

Расстояние от сопла горелки до торца сварочной проволоки. С увеличением выпуска ухудшается газовая защита зоны сварки. При малом выпуске усложняется техника сварки, особенно угловых и тавровых соединений.

Вылет электрода

Расстояние от точки токоподвода до торца сварочной проволоки. С увеличением вылета ухудшаются устойчивость горения дуги и формирование шва, интенсивнее разбрызгивается металл. Малый вылет затрудняет процесс сварки, вызывает подгорание газового сопла и токоподводящего наконечника.



Вылет и выпуск зависят от диаметра электродной проволоки:

| | | | | |
|--------------------------------|-----------|---------|---------|---------|
| Диаметр проволоки, мм . . . | 0,5 - 0,8 | 1 - 1,4 | 1,6 - 2 | 2,5 - 3 |
| Вылет электрода, мм | 7 - 10 | 8 - 15 | 15 - 25 | 18 - 30 |
| Выпуск электрода, мм | 7 - 10 | 7 - 14 | 14 - 20 | 16 - 20 |
| Расход газа, л/мин | 5 - 8 | 8 - 16 | 15 - 20 | 20 - 30 |

Оптимальная совокупность параметров режима делает процесс стабильным на трех стадиях:

- 1 - при зажигании дуги и установлении рабочего режима сварки;
- 2 - в широком диапазоне рабочих режимов;
- 3 - в период окончания сварки.

Процесс сварки считается стабильным, если электрические и тепловые характеристики его не изменяются во времени или изменяются по определенной программе. В связи с этим механизированную сварку в защитных газах ведут *стационарной дугой, импульсно-дуговым способом, с синергетической системой управления.*

Лк 5. Аргонодуговая и комбинированная сварка труб малых диаметров

Требования данного подраздела распространяются на сборку и сварку неповоротных стыков труб наружным диаметром **100 мм и менее**, при этом предусматриваются два технологических варианта сварки:

- сварной шов выполняется комбинированным способом: корневой слой - ручной аргонодуговой сваркой неплавящимся электродом, последующие слои - ручной дуговой сваркой покрытыми электродами;
- сварной шов полностью выполняется ручной аргонодуговой сваркой неплавящимся электродом

Для стыков труб при толщине стенки **4 мм и более** предпочтение следует отдавать комбинированному способу; при меньшей толщине нужно сваривать стык полностью ручной аргонодуговой сваркой.

Собранные стыки прихватывают в одном или двух местах ручной аргонодуговой сваркой с применением присадочной проволоки или без нее.

Примерное расположение слоев и валиков в сечении стыков, выполненных комбинированным способом и ручной аргонодуговой сваркой

| Толщина стенки трубы, мм | Вертикальный стык | Горизонтальный стык |
|--------------------------|-------------------|---------------------|
| До 4* | | |
| Свыше 4 до 7 | | |
| Свыше 7 до 10 | | |

•Примечание. При толщине стенки до 2 мм все сечение следует сваривать аргонодуговой сваркой в один слой.

•а - комбинированная сварка; б - ручная аргонодуговая сварка всего сечения.

Свариваемость Al (алюминия и сплавов)

- Окисная пленка, которая покрывает алюминий и его сплавы. Температура ее плавления – 2044С, а температура плавления самого металла – 660С.
- Высокая текучесть расплавленного металла затрудняет контролировать сварочную ванну, для чего приходится устанавливать специальные подкладки теплоотводящего типа.
- При нагревании из алюминия начинает выходить водород, который после застывания металла оставляет в его теле поры и трещины.
- Большой показатель усадки. А это приводит к деформации сварочного шва в процессе его остывания.
- Теплопроводность алюминиевых сплавов выше, чем у стали, поэтому для их сварки применяется ток, который по силе выше, чем ток для сварки стальных конструкций. Разница где-то в два раза.
- Если говорить о сварке алюминия своими руками в домашней мастерской, то вероятнее всего чистый алюминий вам не попадется. Скорее всего, это будет сплав неизвестной марки (дюраль и другие), к которому при сваривании придется настроить сварочный режим и подобрать дополнительные материалы.

Техника сварки РАД (Tig). Действия

- Подготовить неплавящиеся графитовые электроды, их нужно заточить с помощью ЭЗС-2 (заточный станок).
- После заточки электрод нужно установить в горелку. Для этого используется цанговый зажим и хвостовик (колпачок).
- Открыть вентиль на баллоне с аргоном. С помощью регулятора установить рабочий расход газа. Оптимальный показатель — 13 л/мин. Продуть рукав с горелкой.
- Массу (обратный провод) закрепить на обрабатываемой заготовке или металлическом рабочем столе.
- Включить сварочный источник, включить осциллятор, настроить время опережения и задержки подачи газа, установить режим управления - I или II, горелку поднести к поверхности металла.
- После нажатия на кнопку включения появится искровой разряд, откроется подача газа, появится дуга.

Техника сварки РАД (рекомендации)

1. Чем длиннее сварочная дуга, тем шире шов и меньше его глубина, что снижает качество шовного соединения. Поэтому рекомендуется неплавящийся электрод держать как можно ближе к стыку свариваемых деталей.
2. Чтобы создать узкий и глубокий шов, необходимо придерживаться только продольного движения электрода и горелки. Отклонения в сторону (поперечные движения) уменьшают качество сварочного соединения. Поэтому при сварке аргоном необходима аккуратность и внимание сварщика.
3. Присадочная проволока и неплавящийся электрод должны находиться только в зоне сварки, прикрытыми аргоном. Это не даст возможности кислороду и азоту проникнуть внутрь зоны.
4. Подача присадочной проволоки должно проводиться плавно и равномерно. Резкая подача – это разбрызгивание металла в большом количестве. Процесс подачи не самый простой, все приходит с опытом.

Рекомендации

5. Проплавление в РАД определяется формой сварного шва:

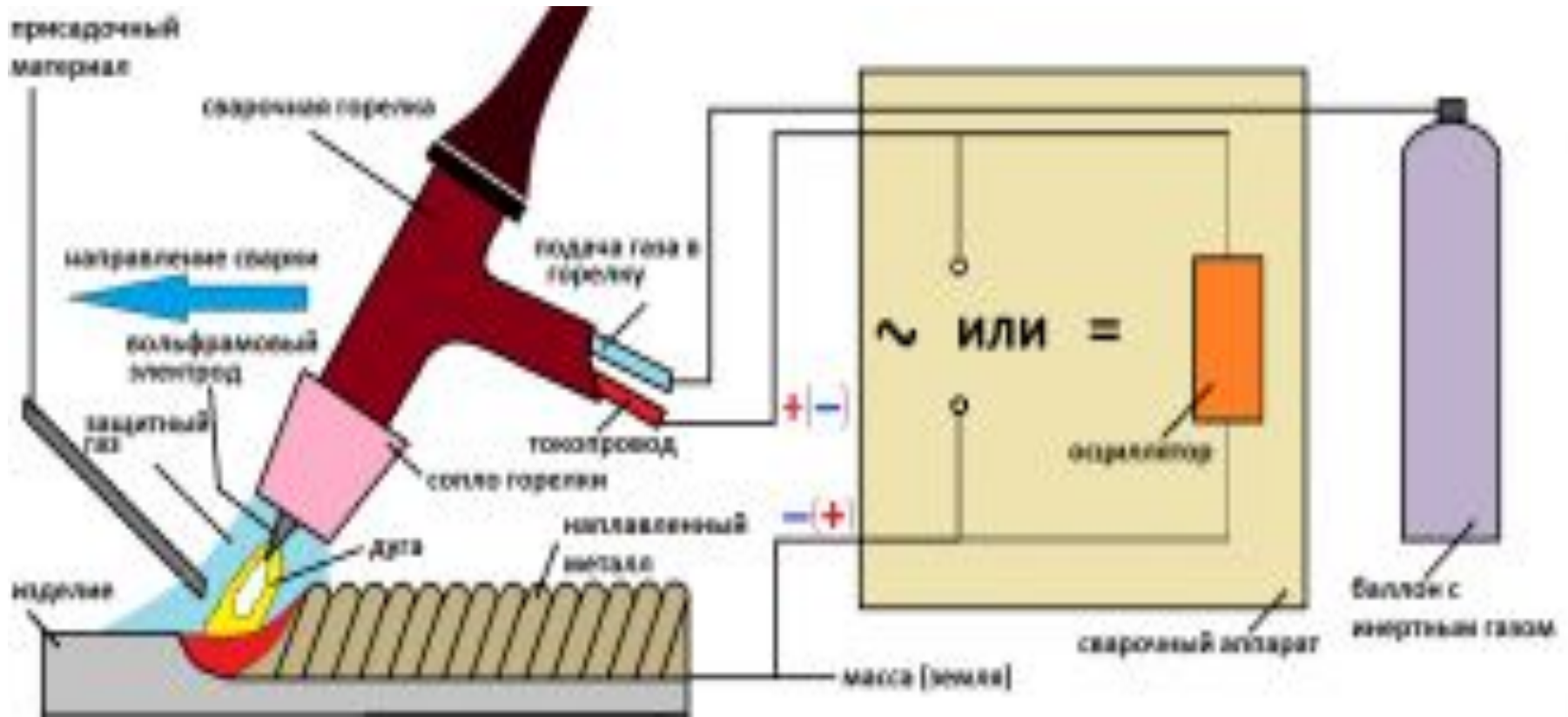
- если он имеет округлую и выпуклую форму, то это говорит о низком его качестве. Проплавление поверхности было проведено недостаточно.

6. Присадочная проволока подается перед горелкой с неплавящимся электродом. К тому же ее подача производится под углом. Эти требования обеспечивают ровность сварочного шва и его небольшую ширину. Просто так удобно контролировать сам сварочный процесс.

7. Нельзя начинать и заканчивать сварку аргоном резко, потому что это открывает доступ кислорода и азота в зону сваривания. Поэтому рекомендуется сварку начинать после 15-20 секунд, как будет начата подача в стык соединения двух металлов инертного газа. И заканчивать (убирать присадочную проволоку) до того, как будет выключена горелка. На это обычно дается 7-10 секунд.

Внимание! Заканчивать сварочный процесс нужно снижением силы тока при помощи реостата, который входит в состав сварочного аппарата. Просто отводить горелку – это значит, открыть доступ в зону сваривания азота и кислорода.

Процесс получения соединения РАД



Технологический процесс получения сварного соединения РАД

1. Подготовка деталей к сварке;
2. Подготовка к работе сварочного оборудования;
3. Выбор сварочных материалов;
4. Настройка режимов сварки;
5. Зажигание дуги, выполнение пробной сварки; корректировка режимов, сварка шва;
6. Зачистка шва;
7. Контроль качества сварного шва и сварного соединения;
8. Передача изделия на склад (заказчику, или на следующий пост для выполнения последующих операций)

Внешний вид сварного шва РАД



Работа сварщика РАД



Правила и рекомендации проведение процесса сварки аргоном для достижения высокого качества сварного шва.

- **Чем длиннее сварочная дуга**, тем шире шов и меньше его глубина, что снижает качество шовного соединения. Поэтому рекомендуется неплавящийся электрод держать как можно ближе к стыку свариваемых деталей.
- **Чтобы создать узкий и глубокий шов**, необходимо придерживаться только продольного движения электрода и горелки. Отклонения в сторону (поперечные движения) уменьшают качество сварочного соединения. Поэтому при сварке аргоном необходима аккуратность и внимание сварщика.
- **Присадочная проволока и неплавящийся электрод** должны находиться только в зоне сварки, прикрытыми аргоном. Это не даст возможности кислороду и азоту проникнуть внутрь зоны.

Подача присадочной проволоки должно проводиться плавно и равномерно. Резкая подача – это разбрызгивание металла в большом количестве. Процесс подачи не самый простой, все приходит с опытом.






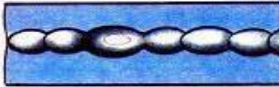






Проплавление в РАД определяется формой шва. Если он имеет округлую и выпуклую форму - проплавление недостаточно

Присадочная проволока подается под углом перед горелкой с неплавящимся электродом. К тому же ее подача производится равномерно для обеспечения одинаковой и небольшой ширину шва.

Нельзя начинать и заканчивать сварку аргоном резко, потому что это открывает доступ кислорода и азота в зону сваривания. **Рекомендуется сварку начинать после 15-20 секунд после подачи инертного газа. И заканчивать (убирать присадочную проволоку) до того, как будет выключена горелка. На это обычно дается 7-10 секунд.**

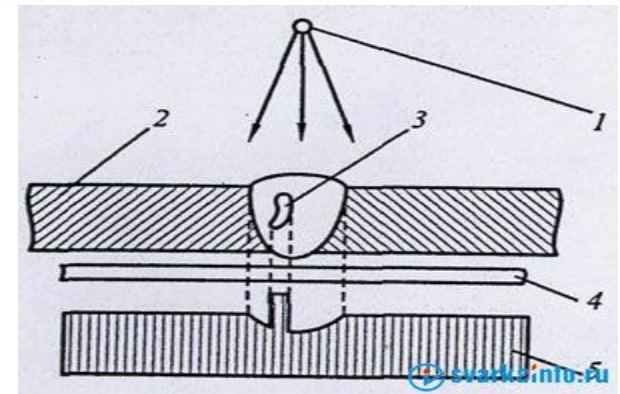
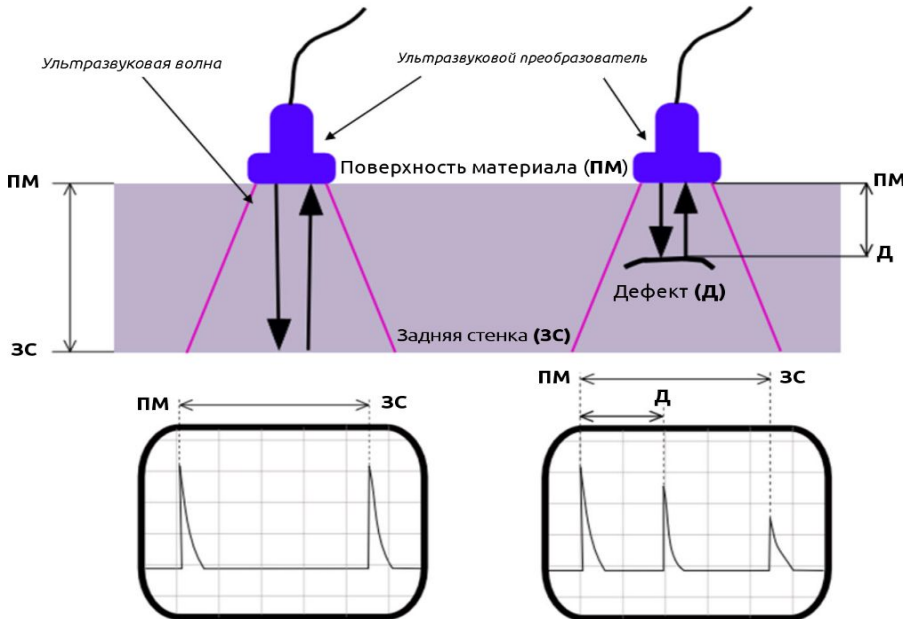
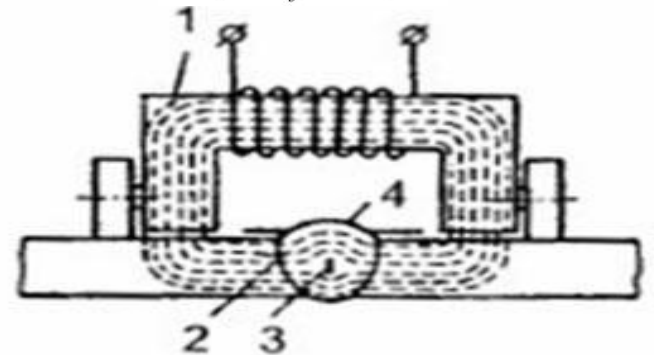
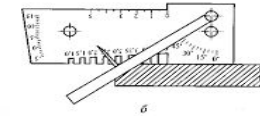
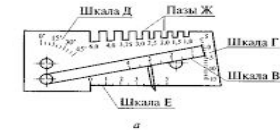
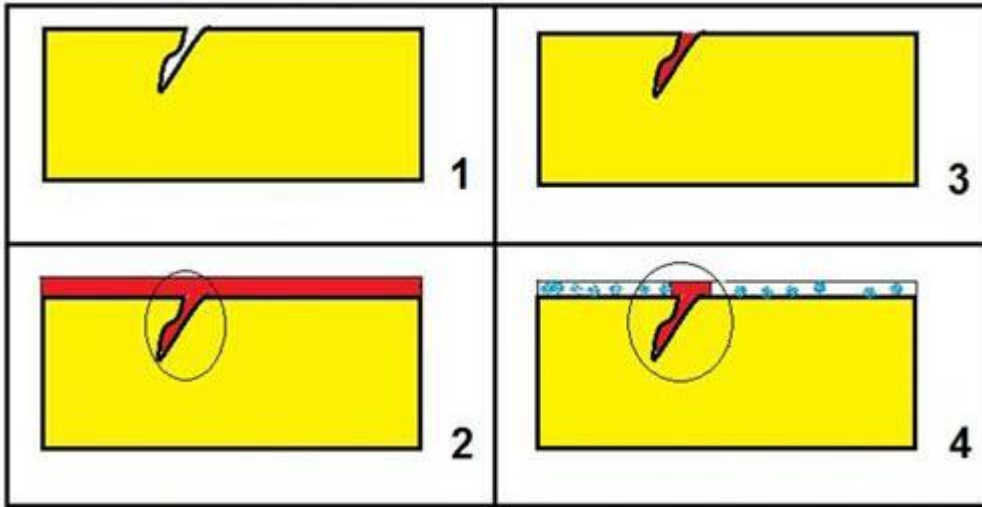
Внимание! Заканчивать сварочный процесс нужно снижением силы тока при помощи реостата, который входит в состав сварочного аппарата. Просто отводить горелку – это значит, открыть доступ в зону сваривания азота и кислорода. Стыки свариваемых металлических деталей перед началом работ необходимо очистить и обезжирить.

Дефекты сварных швов РАД

| НАИМЕНОВАНИЕ | ПРИЧИНА | НАИМЕНОВАНИЕ | ПРИЧИНА |
|---|---|---|---|
| <p>КРАТЕРЫ</p>  | <ul style="list-style-type: none"> - Обрыв дуги - Неправильное выполнение конечного участка шва | <p>ПОДРЕЗЫ</p>  | <ul style="list-style-type: none"> - Большой сварочный ток - Длинная дуга - При сварке угловых швов - смещение электрода в сторону вертикальной стенки |
| <p>ПОРЫ</p>  | <ul style="list-style-type: none"> - Быстрое охлаждение шва - Загрязнение кромок маслом, ржавчиной и т.п. - Непросушенные электроды - Высокая скорость сварки | <p>НЕПРОВАР</p>  | <ul style="list-style-type: none"> - Малый угол скоса вертикальных кромок - Малый зазор между ними - Загрязнение кромок - Недостаточный сварочный ток - Завышенная скорость сварки |
| <p>ВКЛЮЧЕНИЯ ШЛАКА</p>  | <ul style="list-style-type: none"> - Грязь на кромках - Малый сварочный ток - Большая скорость сварки | <p>ПРОЖОГ</p>  | <ul style="list-style-type: none"> - Большой ток при малой скорости сварки - Большой зазор между кромками - Под свариваемый шов плохо поджата флюсовая подушка или медная подкладка |
| <p>НЕСПЛАВЛЕНИЯ</p>  | <ul style="list-style-type: none"> - Плохая зачистка кромок - Большая длина дуги - Недостаточный сварочный ток - Большая скорость сварки | <p>НЕРАВНОМЕРНАЯ ФОРМА ШВА</p>  | <ul style="list-style-type: none"> - Неустойчивый режим сварки - Неточное направление электрода |
| <p>НАПЛЫВ</p>  | <ul style="list-style-type: none"> - Большой сварочный ток - Неправильный наклон электрода - Излишне длинная дуга | <p>ТРЕЩИНЫ</p>  | <ul style="list-style-type: none"> - Резкое охлаждение конструкции - Высокие напряжения в жестко закрепленных конструкциях - Повышенное содержание серы или фосфора |
| <p>СВИЩИ</p>  | <ul style="list-style-type: none"> - Низкая пластичность металла шва - Образование закалочных структур - Напряжение от неравномерного нагрева | <p>ПЕРЕГРЕВ (ПЕРЕЖОГ) МЕТАЛЛА</p>  | <ul style="list-style-type: none"> - Чрезмерный нагрев околошовной зоны - Неправильный выбор тепловой мощности - Завышенные значения мощности пламени или сварочного тока |

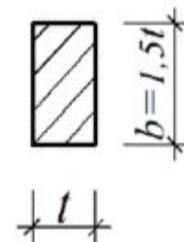
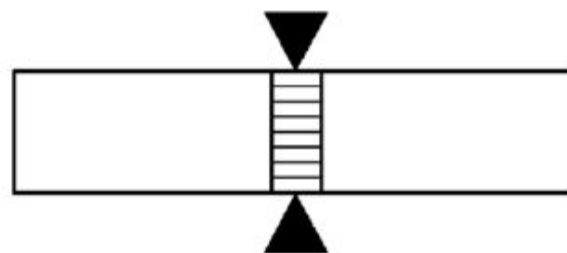
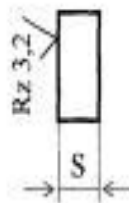
Методы контроля качества сварных швов и соединений

Визуально - измерительный контроль: ВИК

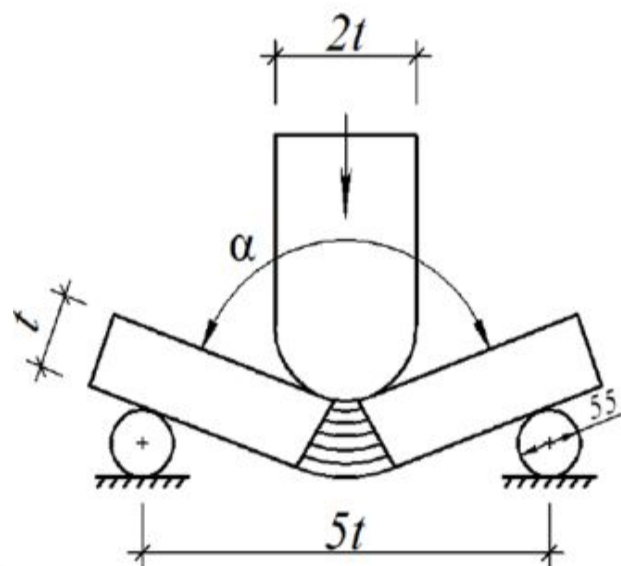
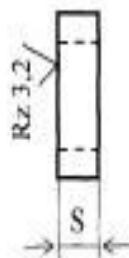
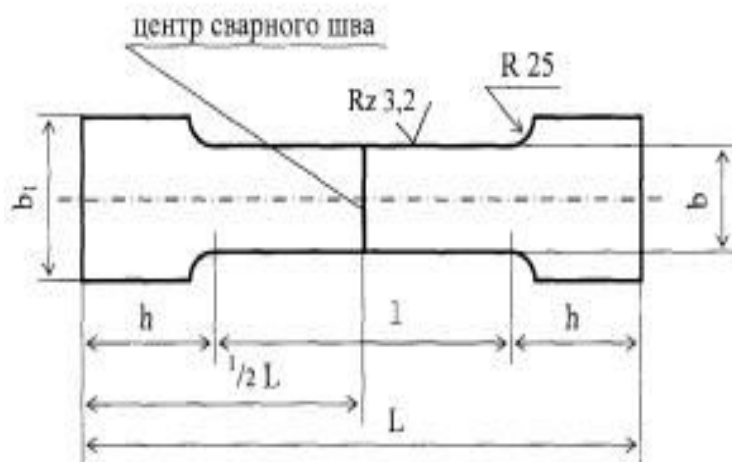


Разрушающий контроль испытанием на разрыв, ударную вязкость и изгиб

Тип XII



Тип XIII



Преимущества РАД

- Невысокая температура нагрева, что сохраняет размеры и форму двух свариваемых изделий.
- Газ аргон является инертным, то есть, он тяжелее и плотнее воздуха, что обеспечивает максимальную защиту зоны сваривания.
- Тепловая мощность дуги достаточно высокая, что позволяет сам процесс сварки проводить за короткий промежуток времени.
- Сам процесс прост, поэтому научиться ему несложно.
- Этот сварочный процесс позволяет соединить разные виды металлов, которые другими видами сварки не состыковать.

Недостатки РАД

- При сквозняках и ветре часть аргонной защиты улетучивается (сдувается), что снижает защиту от контакта расплава с атм. и качество сварочного шва. Поэтому рекомендуется весь процесс проводить в закрытых помещениях с хорошей вентиляцией.
- Сварочное оборудование достаточно сложное, к тому же непросто провести настройку режимов сварки.
- Если в процессе соединения необходима высокоамперная дуга, то нужно продумать дополнительное охлаждение стыкуемых металлов.

Техника безопасности при сварке РАД

1. Запрещается проводить работы рядом с легковоспламеняющимися смесями и материалами. На сварочном посту не должно находиться ненужных посторонних предметов, мешающих выполнению работ.
2. Необходимо обеспечить стабильную вентиляцию рабочего места, при необходимости подключить систему принудительного удаления продуктов сгорания.
3. Перед началом работ надо удостовериться в исправности оборудования.
4. Мастер должен регулярно проходить инструктаж в кабинете охраны труда и сдавать соответствующие экзамены.
5. Запрещается использование тройников, редукторов и других приспособлений для одновременного подключения сразу нескольких горелок.
6. Необходимо обеспечить рабочего средствами индивидуальной защиты. Маска для сварки или специальные очки являются обязательным условием для выполнения работ. Хорошо зарекомендовали себя маски «хамелеоны». Сварочные маски со стеклами «хамелеонами» самостоятельно меняют затемнение в зависимости от воздействия излучения.