

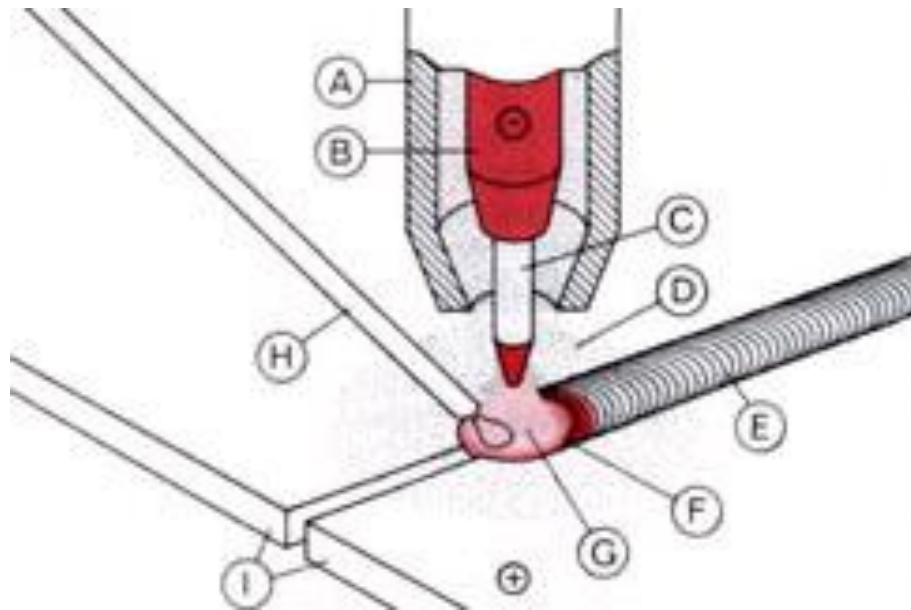
TIG сварка дуплексных сталей учебный материал



10-2001 / 1

Version 1.0

TIG сварка дуплексных сталей



- | | |
|---|-----------------------|
| A | Газовое сопло |
| B | Цанга |
| C | Вольфрамовый электрод |
| D | Защитный газ |
| E | Сварной шов |
| F | Сварочная ванна |
| G | Дуга |
| H | Присадочная проволока |
| I | Основной металл |

TIG сварка дуплексных сталей

Основные рекомендации для TIG сварки труб из дуплексной стали:

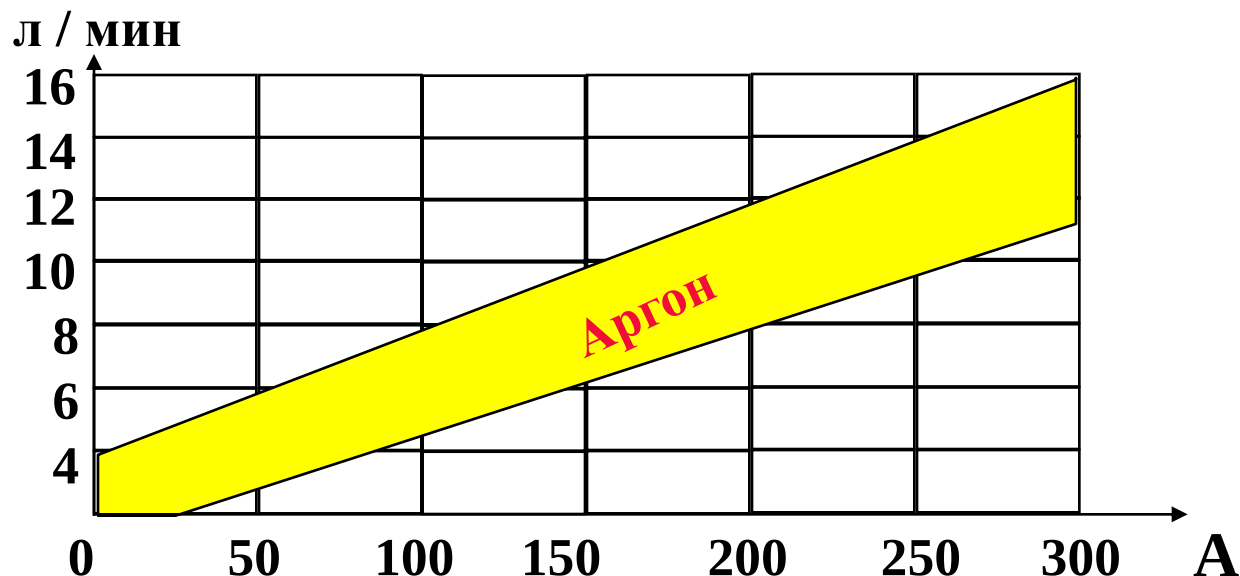
- Используйте инструмент только из нержавеющей стали, чтобы избежать ферритных включений.
- Не зачищайте одним и тем же диском черную сталь и нержавейку
- Обрабатывайте детали из черной стали и из нержавейки отдельно (искры от болгарки).
- Кромки обрабатывать лучше труборезом, чем болгаркой.
- Трубы с толщиной стенки 2,0 мм и ниже варим встык без зазора и разделки.

TIG сварка дуплексных сталей

- Трубы с толщиной стенки 2,5 мм – Y-разделка, зазор 0 мм.
- Трубы с толщиной стенки 3,0 мм и выше – V-разделка, угол 60°, зазор 2,0 – 3,0 мм.
- Очистка оксидной пленки щеткой или наждаком, минимум 20 мм с обеих сторон разделки, а также со стороны корня шва.
- Удалите масло и другую грязь перед сваркой при помощи ацетона.
- Перед сваркой разделка и близлежащая зона должны быть чистыми и сухими с обеих сторон.

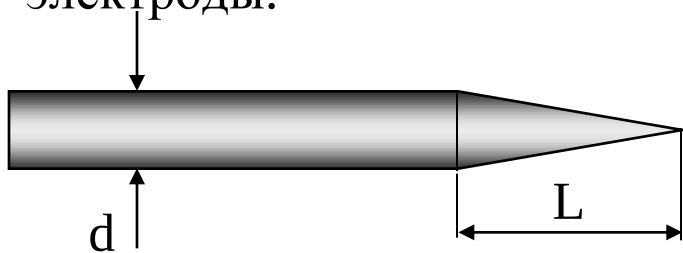
TIG сварка дуплексных сталей

- В качестве защитного газа используйте чистый аргон (99,998 %), как со стороны горелки, как и для поддува.
- Аргон + 2% Азота также можно использовать со стороны горелки.
- Такая смесь улучшает коррозионную стойкость основного металла



TIG сварка дуплексных сталей

- Рекомендуется использовать TIG горелку с газовой линзой:
 - Лучше газовая защита, чем с обычным соплом
 - Большая длина вылета электрода дает лучший обзор ванны
 - Меньше оксидов в шве после сварки, меньше чистки
 - Экономия запчастей TIG горелки, выше сварочный ток
- Применяйте 2,4 мм вольфрамовый электрод, заточка $l : d = 1 : 5$
- Используйте красные (цериевые) или красные (торированные) электроды.



$$L = 1...5 \times d$$

$$d = 2,4 \text{ мм}$$

$$L = 5 \times 2,4 \text{ мм} = 12,0 \text{ мм}$$

TIG сварка дуплексных сталей

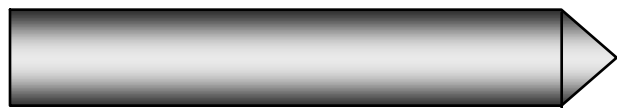
Правильный угол заточки электрода зависит от силы тока



**Малый ток, 1 : 5 - 1 : 3
Минимум - 70 А**



**Средний ток, 1 : 4 - 1 : 2
70 А - 200 А**



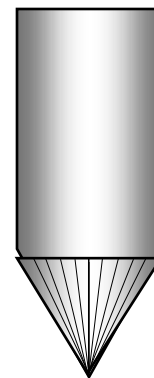
**Высокий ток и орбитальная сварка,
1 : 1 - 1 : 2
Свыше 200 А**

TIG сварка дуплексных сталей

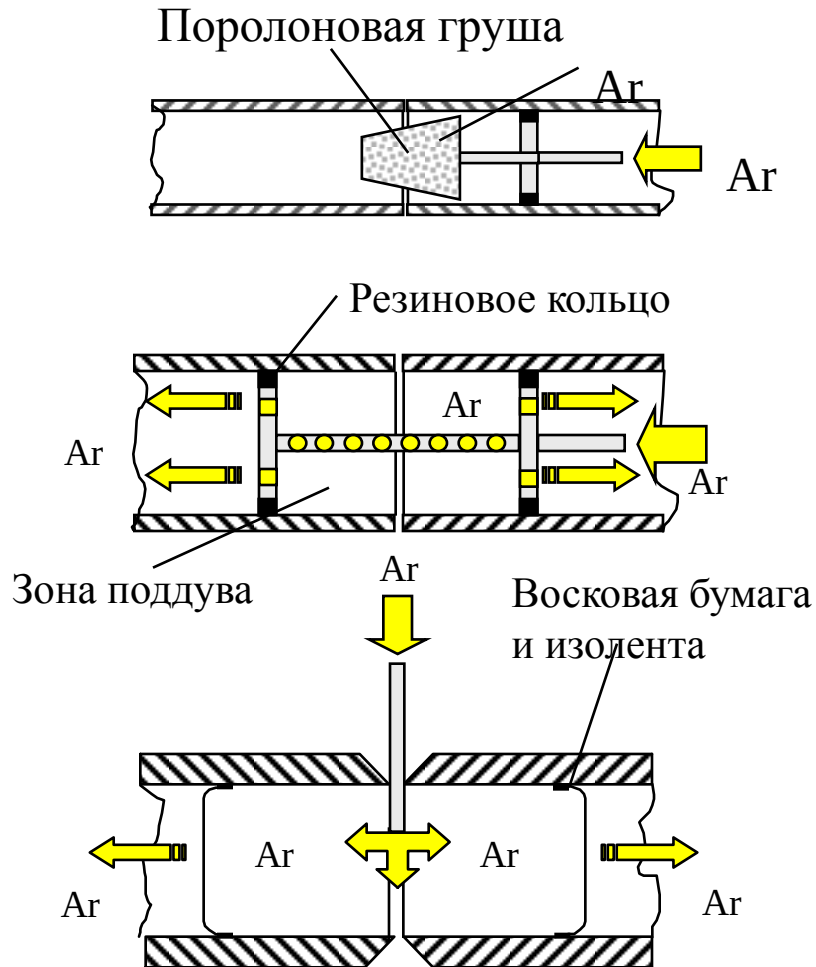
Диаметр TIG электрода / max сварочный ток (DC):

0,8 мм	45 A
1,2 мм	70 A
1,6 мм	145 A
2,4 мм	240 A
3,2 мм	380 A

- Правильный диаметр электрода зависит от сварочного тока
- Длина заточки зависит от сварочного тока
- Заточка ведется в продольном направлении



TIG сварка дуплексных сталей



- Поролоновая груша обычно используется для поддува при сварке труб малого диаметра, менее 40 мм.
- Это дает хорошую защиту, даже когда труба открыта.
- Обычная подготовка поддува.
- Каждый диаметр трубы требует свое приспособление для поддува.
- Подготовка труб, где невозможно использовать обычные приспособления для поддува.

TIG сварка дуплексных сталей

- Расход защитного газа из горелки 8,0 л / мин.
- Расход защитного газа на поддув 5,0 - 20,0 л / мин в зависимости от диаметра трубы.
- Используйте 2,0 - 2,5 мм TIG проволоку для точного выставления зазора при прихватке.
- Если прихватки ставятся по шву, то их надо варить тоже с поддувом.
- Расход защитного газа поддува при прихватке трубы (объем х 5 - 10).
- Если труба 100 мм и пространство поддува 200 мм $\leq 2 \times 10 = 20$ л
- При расходе газа поддува 10 л / мин ≤ 2 минуты поддува корня.
- После прихватки /сварки корня шва цвет побежалости должен быть желтым

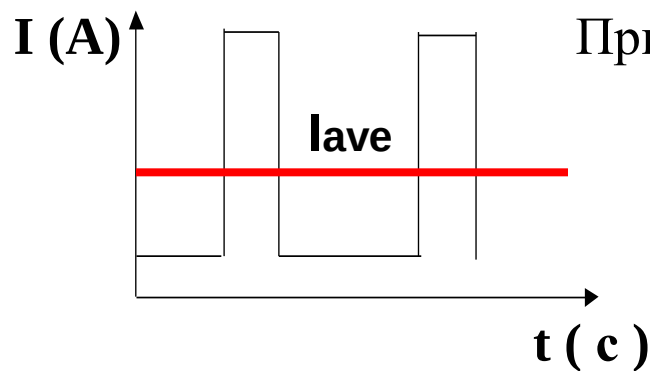
10-2001710

TIG сварка дуплексных сталей

- Рекомендуется импульсная TIG сварка:
 - улучшает качество швов
 - улучшает проплавление
 - дает сварщику больше времени
 - ниже тепловложение
- Для снижения тепловложения используйте импульс с высоким импульсным током.
- Короткое время импульса и малый нижний ток снижают тепловложение.
- Подбирайте частоту импульсов по руке сварщика и ситуации.

TIG сварка дуплексных сталей

- Выбирайте частоту импульса по ситуации..



Пример:

$$I_{pulse} = 125 \text{ A}$$

$$I_{back} = 40 \text{ A}$$

$$t_{pulse} = 35 \%$$

$$t_{cycle} = 1,2 \text{ c}$$

$$t_{pulse} = 0,35 \times 1,2 \text{ c} = 0,42 \text{ c}$$

- Расчет среднего тока I_{ave} по параметрам импульса, если машина не показывает его автоматически.

TIG сварка дуплексных сталей

$$I_{ave} = \frac{I_{back} + (I_{pulse} - I_{back}) \times t_{pulse}}{t_{cycle}} \quad < = >$$

$$I_{ave} = \frac{40 \text{ A} + (125 \text{ A} - 40 \text{ A}) \times 0,42 \text{ c}}{1,2 \text{ c}} \quad < = >$$

$$I_{ave} = 40 \text{ A} + 85 \text{ A} \times 0,35 = \underline{\underline{69,75 \text{ A}}}$$

- Используйте TIG присадку 2,0 – 2,5 мм, тип – Дуплекс.
- Не используйте для присадки нарезанную дуплексную полосу.

TIG сварка дуплексных сталей

- При сварке корня не используйте колебания горелки без крайней необходимости.
- Используйте непрерывную технику подачи присадки для увеличения скорости сварки и снижения тепловложения.
- При непрерывной технике подачи присадка всегда находится в сварочной ванне без продольного движения.
- При подаче присадки «капля за каплей» держите кончик проволоки в зоне обдува аргоном.

$$\text{Расчет энергии дуги } E = \frac{I \times U \times 60}{v \times 1000}$$

$$E = \frac{69,75\text{A} \times 12,5\text{V} \times 60}{40 \times 1000} = \underline{1,31 \text{ кДж/мм}}$$

TIG сварка дуплексных сталей

- Расчет тепловложения (Q) с термокоэффициентом (n) сварочного процесса:

- MIG / MAG / FCW	0,8
- Pulsed MIG	0,8
- MMA	0,8
- TIG	0,6
- Plasma welding	0,6
- SAW	1,0

$$Q (\text{кДж} / \text{мм}) = E \times n \leq > Q (\text{кДж} / \text{мм}) = 1,31 \times 0,8 = \underline{1,05} \text{ кДж} / \text{мм}$$

- При сварке тонкостенной трубы, тоньше 5,0 мм, тепловложение должно быть минимизировано

TIG сварка дуплексных сталей

- Межваликовая температура не должна превышать 150 ° C для стенки толщиной 12,0 мм и 180 ° C для стенки толще 12,0 мм.
- Для облицовочных проходов используйте непрерывную TIG сварку с минимальной длиной дуги
 - Лучшая текучесть металла присадки
 - Выше скорость сварки
 - Лучшее сплавление металла присадки с кромками
 - Минимальная длина дуги, например 1,0 - 2,0 мм
 - Минимальное колебание, например 2,0 мм

TIG сварка дуплексных сталей

- Расчет энергии дуги $E = \frac{75 \times 12,5 \times 60}{45 \times 1000} = 1,25 \text{ кДж / мм}$
- Расчет тепловложения $Q = 1,25 \times 0,8 = 1,0 \text{ кДж / мм}$
- Рекомендованное тепловложение при TIG:

Корень 1,0 – 2,0 кДж / мм (10 – 20 кДж / см)

Облицовка 1,5 кДж / мм (15 кДж / см)

TIG сварка дуплексных сталей

- Создайте **W**elding **P**rocedure **S**pecifications, **WPS**, согласно результатам испытаний и расчетов для соблюдения качества сварки.
- При сварке корня рекомендуется использовать присадку во избежание слишком высокого содержания ферритной фазы.
- Зачищайте корневой валик щеткой из нержавеющей стали для удаления оксидов перед сваркой заполнения, это также увеличит скорость сварки.
- Используйте поддув также при сварке заполнения, это позволит избежать окисления корня и прожогов.

TIG сварка дуплексных сталей

- Чаще контролируйте содержание феррита при производстве сварки.
- Избегайте воздействия дуги на основной металл и металл готового шва.
- После сварки шов и околошовная зона должны быть обработаны, чтобы вернуть материалу изначальную коррозионную стойкость.
 - Зачистка щеткой из нержавеющей стали
 - Травление кислотой или солевой пастой
 - Пескоструйная обработка
 - Шлифовка специальными дисками