**08.05.2020**

**ЗДРАВСТВУЙТЕ!**

Мы продолжаем изучение МДК.04.01 Техника и технология частично механизированной сварки плавлением в защитном газе. Сегодня мы поговорим о технологии частично механизированной сварки плавлением в защитном газе титана и его сплавов.

**Тема урока: Технология частично механизированной сварки (наплавки) плавлением в защитном газе**

**Цель урока:**

1. Познакомиться с технологией выполнения частично механизированной сварки плавлением в защитном газе титана и его сплавов.

**ПРИСТУПИМ**

ТЕХНОЛОГИЯ СВАРКИ ТИТАНА И ЕГО СПЛАВОВ

Температура плавления титана 1668 С. Имеется около 20 сплавов.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Марка** | **Свариваемость** | **Технологические особенности сварки** |
| ВТ1-00, ВТ1-0 0Т4-0, 0Т41 | Хорошая | Зачистка кромок. Режим с минимальной погонной энергией. |
| 0Т4. ВТ5. ВТ5-1 | Удовлетворительная | Электродная проволока ВИ-ООсв, ВТ2, ВТ2В. ВТ20-1св, ВТ20-2св |
| ВТ6, ВТЗ-1, ВТ9 ВТМ. ВТ16. ВТ20 | Ограниченная | Мягкий режим с малыми скоростями охлаждения Электродная проволока ВТ15, СПТ-2, СП-15 |
| ВТ22 |  | Последующая термообработка Электродная проволока ВТбсв, ВТ20-1 св, ВТ20-2ев, СПТ-2 |
| ПТ-7М, ПТ ЗВ, ПТ-1И | Хорошая | Режим с высокой скоростью охлаждения. Электродная проволока ВТ1 -00св, СПТ-2. СП-15 |

**Трудности при сварке:**

• Высокая химическая активность, требующая защиты от окисления даже участков околошовной зоны, нагретых до 250-300 °С;

• Склонность к росту зерна в околошовной зоне, что требует оптимальных токовых режимов;

• Порообразование и холодные трещины из-за газовых примесей (прежде всего, водорода), растворенных в основном и присадочном металлах;

• Низкая вязкость расплавленного металла, вызывающая прожоги.

**Подготовка к сварке**

Резка на заготовки и подготовка кромок под сварку ведутся механическими способами. Разделительная резка и подготовка кромок толстенных изделий возможна и газотермическими способами, но с обязательной последующей механической обработкой кромок на глубину не менее 3-5 мм.

Кромки на ширину 15-20 мм зачищают металлическими щетками, шабером и т.п. с последующим обезжириванием.

Если до сварки конструкция подвергалась термообработке (вальцовке, ковке, штамповке), то перед сваркой её поверхности необходимо очистить дробеструйным или гидропескоструйным аппаратом, а затем еще подвергнуть и химической обработке: рыхлению оксидной пленки, травлению и осветлению.

Режимы химической обработки титана и его сплавов

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Раствор | | Длительность обработки, мин |
| Назначение | Состав (на 1 л воды) |
| Рыхление оксидной плёнки | Нитрит натрия 150-200 г  Углекислый натрий 500-700 г | 120 |
| Травление | Плавиковая кислота 220-300 мл  Азотная кислота 480-550 мл | 60-1200 |
| Осветление | Азотная кислота 600-750 мл  Плавиковая кислота 85-100 мл | 3-10 |

После химической обработки свариваемые кромки промывают на ширину 20 мм бензином и протирают этиловым спиртом или ацетоном. Сварочную проволоку подвергают вакуумному отжигу споследующим обезжириванием.

Сварку ведут в приспособлениях или на прихватках, которые выполняют аргонодуговой сваркой W-электродом. **Свариваемые поверхности, подготовленные к сварке, нельзя трогать руками.**

**Выбор параметров режима сварки**

Сварку осуществляют постоянным током обратной полярности. Режимы выбирают исходя из толщины металла с учётом склонности сплава к росту зерна и термическому циклу. Для уменьшения роста зерна рекомендуются режимы с малой погонной энергией и повышенными скоростями.

Учитывая высокое электрическое сопротивление титана, сварку ведут с малыми вылетами электрода. При сварке на низких токовых режимах возможен непровар корня шва. Во избежание этого корень выполняют ручной аргонодуговой сваркой W-электродом, а остальную разделку – сваркой плавящимся электродом.

|  |  |
| --- | --- |
| **Металл** | **Рекомендуемая проволока** |
| Титан и его сплавы с пределом прочности не менее 90 кгс/мм2 | ВТ1 |
| Титан и его сплавы с пределом прочности более 90 кгс/мм2 | ВТ2,ВТ15 |
| Высокопрочные сплавы типа ВТ14, ВТ22 и др. | СПТ-2 |

Основное пространственное положение – нижнее.

При сварке с глубоким проплавлением на повышенных токовых режимах рекомендуется газовая смесь гелия и аргона (80% He + 20% Ar). Для повышения прочности, пластичности и стойкости против образования трещин сварные соединения термически упрочняемых сплавов подвергают последующей термической обработке, режим которой зависит от состава сплава.

Техника сварки

Надежная защита зоны нагрева при механизированной сварке титана плавящимся электродом в инертных газах сопряжена с рядом трудностей. Поэтому сварку этим способом в большинстве случаев ведут в камерах с контролируемой атмосферой.

Целесообразно применять импульсно-дуговой метод, что обеспечивает возможность сварки в монтажных условиях, повышает производительность по сравнению с ручной сваркой неплавящимся электродом при одновременном снижении погонной энергии в 2-2.5 раза.

**Ориентировочные режимы сварки титана и его сплавов**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид соединения | Размер, мм | | Процесс сварки | Газ | Сварочный  ток, А | Напряжение на дуге, В | Скорость  сварки, м/ч | Диаметр электрода, мм | Вылет электрода, мм | Расход  газа, л/мин |
| s | b |
|  | 3  3  6 | 0+0,5 | ИДС  КР  СТР | He  He+Ar  He+Ar | 150-200  200-220  300-330 | 30-34 20-25 22-27 | 20 25 20 | 1,2-1,5 1,5 2 | 10-12 15-20 18-25 | 18-20 35-40 35-40 |
|  | 6-8 | 0+1 | СТР | Ar  He | 320-380  320-360 | 29-31 38-40 | 22-25 20-25 | 2 2 | 20-25 20-25 | 50-100 100-200 |
| 15-20 | 0+1 | СТР | Ar  He | 600-800  600-700 | 31-34 44-48 | 18-20 18-20 | 3-4 3 | 20-35 20-30 | 70-120 100-200 |
|  | 3-6  6-10 | 00,5  0+1 | ИДС  СТР | He  Ar | 90-250  500-550 | 30-36 29-31 | 18-25 30-40 | 1,2-1,5 2-3 | 10-20 20-30 | 20-30 50-100 |
|  | 12-16 | 0+1 | СТР | Ar | 500-560 | 29-32 | 30-35 | 3 | 25-35 | 40-80 |

В ряде случаев сварка титана и его сплавов выполняется в вакууме. Преимущество этого способа заключается в обеспечении высокой чистоты металkа шва. В нем не остается примесей - газов и неметаллических включений.

Техника и режимы сварки должны обеспечивать устойчивое горение дуги с минимальным разбрызгиванием, что достигается при струйном переносе электродного металла Этот процесс осуществляется при определенном соотношении сварочного тока напряжения на дуге, скорости подачи электродной проволоки и вылета электрода.

**Газовая защита**

Качественное сварное соединение титановых а и швов получается только при надежной газовой защите сварного шва и участков основного металла, нагретых до 250-300 °С.

Существуют 3 варианта защиты:

* струйная с использованием специальных приспособлений,
* местная в герметичных камерах малого объема,
* общая в камерах с контролируемой атмосферой (ВКС-1, ВУАС-1, УСБ-1).

Дополнительные защитные устройства изготовляют из нержавеющей стали. Внутри имеются рассекатели и газовые линзы. Насадка, прикрепляемая к газовой горелке для защиты кристаллизующейся сварочной ванны, должна быть шириной 40-50 мм и длиной 60-120 мм в зависимости от режима сварки.

Для сварки трубчатых конструкций. кольцевых поворотных и неповоротных стыков применяют местные или малогабаритные защитные камеры.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Местная в герметичных камерах малого объёма | Струйная с использованием специальных приспособлений | Общая в камерах с контролируемой атмосферой |
|  |  |  |
| 1- дополнительная насадка,  2- газовая линза | Специальная подкладка для защиты корня шва |  |

Качество защиты определяют по внешнему виду металла шва. Серебристая или соломенного цвета поверхность шва свидетельствует о хорошей защите. Желтоголубой цвет сварного шва указывает на нарушение защиты, хотя в отдельных случаях такие швы считаются допустимыми. Темно-синий или синевато-серый цвет с пятнами серого налета характеризует плохое качество шва.

ОТВЕТИТЬ НА ВОПРОСЫ

1. Какие трудности возникают при сварке титана и его сплавов?

2. Каким химическим обработкам перед сваркой должны быть подвергнут заготовки из титана, прошедшие термообработку?

3. Какой состав применяют для разрыхления оксидной пленки титана?

4. Как нужно обращаться с обработанными заготовками из титана перед сваркой?

5. Током, какой полярности проводят сварку?

6. Какие варианты газовой защиты при сварке титана применяют?

7. Какие цвета поверхности шва после сварке свидетельствуют о качестве?

8. Какие цвета поверхности шва после сварке свидетельствуют о некачественном шве?

**ОТВЕТЫ ПРИСЫЛАТЬ НА АДРЕС:**[kopytin.andrej@yandex.ru](mailto:kopytin.andrej@yandex.ru) с пометкой «**Технология частично механизированной сварки**».

Можно ответы написать в тетради, от руки, сделать фотографию и выслать по указанному адресу.