

**Дата: 18.09.2023**

**Група: 42**

**Предмет: Спецтехнологія**

**Тема:** Виконання ручного дугового зварювання простих і середньої складності деталей, вузлів та конструкцій з вуглецевих сталей і простих деталей з конструкційних сталей, кольорових металів та сплавів

**УРОК 58-59**

**Тема уроку:** Вимоги до зварюваної поверхні та присадкового дроту.

**Мета:**

- Ознайомлення з процесом виконання повітряно-дугового різання деталей, вузлів та конструкцій з різних металів та сплавів.
- Вивчити послідовність підготовчих робіт
- Виховати зацікавленість та компетентність до обраної професії.

### **ХІД УРОКУ**

#### **Правила зварювання титанових сплавів**

**Титан** - рідкоземельний метал сріблястого кольору, з характерним відливом. Використовується як основа для створення різних сплавів з високими характеристиками міцності. У чистому вигляді через низьку температури плавлення ( $640^{\circ}\text{C}$ ) застосовується дуже рідко, тому в побуті під титановими виробами на увазі звичайно вироби з його сплавів. Особливість фізичних властивостей потребують специфічного підходу при зварюванні титану.

<https://youtu.be/ZL8nbdXEg8g>

#### **Титанові сплави**

Сплави титану мають температуру плавлення від  $1470$  до  $1825^{\circ}\text{C}$ , в залежності від марки. Вони володіють вигідним поєднанням легкості (завдяки малій щільності) і високої міцності, тому часто застосовуються для виготовлення таких конструкцій, як велосипедні рами і деталі швидкісних автомобілів. Зварювання титанових сплавів - складний технологічний процес, оскільки ці матеріали мають ряд специфічних властивостей.

Далі під словом «титан» будуть матися на увазі саме сплави титану з легуючими присадками - хромом, залізом, молібденом, ванадієм, вольфрамом та іншими.

#### **Властивості матеріалу**

У титані є кілька особливих властивостей, якими обумовлена складність зварювання конструкцій з цього металу. В тому числі:

- невисока теплопровідність;
- схильність до самозаймання при нагріванні до  $400^{\circ}\text{C}$  і контакті з киснем;
- окислення під впливом вуглекислоти;
- утворення нітридних з'єднань при нагріванні до  $600^{\circ}$  і прямому контакті з азотом, твердих, але тендітних;
- схильність до поглинання водню при нагріванні до  $250^{\circ}$ ;
- зміна структури (збільшення зерна) при нагріванні понад  $880^{\circ}$ .

Для титана критично підвищення температури вже понад  $400-500^{\circ}\text{C}$ . При такому нагріванні у нього різко підвищується хімічна активність, і титан починає взаємо-

діяти з атмосферним повітрям, який надає на шов зварювання згубний вплив. При цьому можуть утворюватися гідриди, нітриди, карбіди та інші сполуки, які порушують міцність зварного шва. Істотне порушення технології, недотримання вимог стандарту може привести до того, що приварена деталь просто відвалиться від легкого удару.

Якщо зварювання проводилася відповідно до нормативів, то міцність шва буде перебувати в межах 0,6 - 0,8 від міцності зварюваного металу.

На зварювання і зварні з'єднання з титану поширюється ГОСТ ІСО під номером 5817-2009. Він встановлює рівні якості при зварюванні різних металів - сталі, титану та нікелю, в тому числі їх сплавів і визначає максимально допустимі рівні дефектів готового виробу.

### **Як готують деталі**

Для зварювання титану необхідно повністю ізолювати зварювальні поверхні від атмосфери, тому, як правило, використовують автоматичне або напівавтоматичне зварювання. Ручне зварювання титану можливе, але тільки якщо використовується спеціальна зварювальний пальник з керамічним соплом, через що на зварювальні ділянки подається під тиском інертний газ - **аргон**, який витісняє повітря. При цьому зворотна сторона шва повинна бути ізолювана від атмосфери припасованими сталевими або мідними накладками. Для забезпечення найкращої якості шва використовують перфоровані накладки, в отвори яких подається аргон. У разі напівавтоматичного або автоматичного зварювання вона проводиться в спеціальній капсулі, заповненої аргоном або гелієм. Зварювання титанових труб може проводитися без приміщення труби в захисну газове середовище цілком, але при цьому сама труба повинна бути герметизирована і заповнена аргоном зсередини.

Іншим важливим нюансом є зачистка і знежирення поверхонь, що зварюються на 20 мм від лінії стику. Необхідно видалити оксидну плівку, яка завжди присутня на поверхні титанового виробу. Працювати необхідно в рукавичках, оскільки руки, навіть чисті, можуть залишити на кромці пото-жирові сліди, які приведуть до погіршення зварного шва.

Перед зварюванням титан додатково піддають травленню з використанням суміші соляної кислоти з водою і фторидом натрію - 350 мл HCl, 650 мл дистильованої води, 50 г фториду натрію. Температура травлення - 60-65 ° C, час - близько 10 хвилин.

Після травлення титан піддають ретельної шліфуванні. Для механічної обробки використовують наждачний папір до № 12, дротяні щітки, шабери. Необхідно впевнитися, що краї деталей, що зварюються рівні, на них відсутні задирки і тріщини. Точно так же зачищається і присадний дріт. Тільки після цього можна приступати до зварювання титану.

<https://youtu.be/wU8JshTLqDk>

### **Які методи застосовують**

Для зварювання титану можна використовувати як «холодний» метод, так метод дугового флюсу або плазмодугове зварювання. Але найпопулярнішим вважається метод зварювання титану аргоном, тобто плавленням в ізолюваному аргоновому середовищі, який був частково описаний вище. Деталі великого перетину з'єднують методом електрошлакового зварювання.

Зверніть увагу! Багато що залежить від виду сплаву. Титан марки VT1-VT5 зварюється дуже добре, хоча не підлягає загартуванню. Сплави VT15 - VT22 зварюються значно гірше, утворюючи крупнозернистий шов низької міцності, але при цьому гарт може підвищити його міцність. Решта видів титанових сплавів - проміжні.

#### **Можливі такі види контактного зварювання:**

- Стикове;
- точкове;
- роликове;
- конденсаторне стикове (для труб).

При аргонової зварюванні з флюсом застосовується безкисневому флюс АН-11 або АН-Т2.

#### **Ручний процес**

Зварювання сплавів з титаном (в загальному випадку) проводиться постійним струмом, полярність пряма. Струм залежить від товщини деталей, що з'єднуються, калібру електрода і діаметра присадного дроту, змінюється в діапазоні 90-200 А. Чим вище товщина металу, тим більший подається струм. Так, деталі товщиною 2 мм з'єднуються при струмі 90 А, 3-4 мм - 130-140 А, 10 мм - 160-200 А. Рекомендується використовувати мінімальний струм з можливих. Напруга завжди однаково - 10-15 В.

#### **Електроди**

Використовуються неплавкі електроди з вольфраму, які перед початком роботи заточуються під кутом 30-45 ° С (як у олівця). Чим більше кут заточування, тим менше глибина проплавлення. При інтенсивному використанні електрод потрібно буде знову заточити, як тільки він затупився. Рекомендуються електроди, що містять оксид лантану, так як їх несуча здатність на 50% вище, ніж у виробів з чистого вольфраму. Завдяки цьому зварний шов буде менш забруднений вольфрамом, чистіше, а значить – міцніше.

#### **Дріт**

**Присадний дріт** - це дріт з титану відповідного сплаву, що підбирається конкретно до зварюваних деталей за спеціальними таблицями. Дріт варто обробляти під вакуумом для видалення водню, який може бути присутнім в сплаві, і в будь-якому випадку необхідно зачищати від оксидів. Зачищений дріт зберігається в герметичній тубі не більше 5 днів.

Якщо зварюють метал товщиною не більше 1,5 мм стиковим методом, то застосовувати дріт необов'язково. Шов без присадки буде навіть міцніше.

#### **Особливості технології**

При зварюванні витримується постійна швидкість руху електрода і забезпечується безперервна подача присадки. Швидкість електрода повинна становити приклад 2-2,5 мм / сек. Необхідно витримувати високу точність рухів, уникати коливань і відведень електроди в сторону. Електрод повинен торкатись шва як би знизу вгору, зварювання йде «вперед кутом».

**Важливо!** Під час всього процесу і близько хвилини після відключення пальника на свіжий шов необхідно продовжувати подавати захисний газ, поки температура шва не опуститься нижче 400 °С

У зоні зварювання аргон витрачається зі швидкістю 5-8 літрів в хвилину, на зворотному боці шва - 2 літри в хвилину.

При зварюванні титанових труб їх кінці герметизуються, а інертний газ - аргон, рідше гелій - закачується всередину за допомогою спеціального насоса. У домашніх умовах, за відсутності такого обладнання зварити титанові труби неможливо.

**Виняток - конденсаторна стикова зварка труб з титану марки ВТ1-ВТ2, діаметром не більше 23 мм і товщиною стінок не більше 1,5 мм. Їх можна зварювати без захисного газового середовища, але тільки конденсаторним способом, при високому зарядному напрузі - 850-2100 В.**

### **Контроль якості**

Одержаний шов повинен мати рівний сріблястий колір і не мати ніяких тріщин і пор. Якщо шов вийшов жовтуватим - якість зварювання середнє, але задовільний.

Будь-які інші кольори - сірий, коричневий, яскраво-золотистий, навіть блакитний і фіолетовий з переливами - говорять про те, що технологія зварювання була порушена, і матеріал шва містить непотрібні домішки, що утворилися при контакті розпеченого титану з атмосферним повітрям. Таке з'єднання не міцно і може зруйнуватися при найменшому зусиллі.

### **Домашнє завдання:**

- ✓ **Опрацювати матеріал, дати відповіді на питання.**
- ✓ **Виконати короткий конспект та надіслати викладачу на електронну адресу [mTanatko@ukr.net](mailto:mTanatko@ukr.net)**