

Дата: 14.09.2023

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 48-49

Тема уроку: Особливості зварювання міді та її сплавів.

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

Склад, структура, властивості. Матеріал завдання - М1, кольоровий метал, а саме - мідь. Мідь широко застосовується в промисловості завдяки своїй корозійній стійкості в різноманітних галузях, зокрема в морській воді, достатній високий рівень пластичності та міцності при високому холоді, поруч з малим окисленням, високою теплою та електро-провідністю, діаманітними та гарними технологічними властивостями. Завдяки названим властивостям основними галузями міді та її сплавів є: теплообмінні апарати, спецеелектрометалургії для виготовлення водоохолоджувальних кристалізаторів печей вакуумно-дугової, електрошлакової, електропроменевої і плазмового наплавлення металів та сплавів.

Наведемо хімічний склад М1 у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 Хімічний склад М1

Мідь + срібло	Домішки,										Спосіб отримання
	Ві	Fe	Ni	Zn	Sn	Sb	As	Pb	S	O ₂	
99,90	0,001	0,005	0,002	0,004	0,002	0,002	0,002	0,005	0,004	0,05	Переплавлення катоду

Пояснимо вплив домішок на властивості міді:

Вісмут- практично не розчинний у міді. При підвищеному вмісті вісмуту мідь робиться крихкою; на електропровідність міді вісмут помітного впливу не робить.

Залізо - незначно розчинна у міді в твердому стані. При 1050°C до 3,50% заліза входить в твердий розчин, а при 635°C розчинність його падає до 0,15%. Під впливом заліза підвищуються механічні властивості міді, різко знижуються її електропровідність, теплопровідність і корозійна стійкість.

Кисень - дуже мало розчинний в міді в твердому стані. Він є шкідливою домішкою, так як при підвищеному його вмісті помітно знижуються механічні, технологічні та корозійні властивості міді.

Миш'як - розчинний у міді в твердому стані до 7,5%. Він значно знижує електропровідність і теплопровідність, але значно підвищує жаростійкість міді.

Свинець - практично не розчиняється в міді в твердому стані. Помітного впливу на електропровідність і теплопровідність міді він не робить, але значно покращує її оброблюваність різанням.

Срібло - не робить впливу на технічні властивості міді, мало впливає на її електропровідність і теплопровідність.

Сурма - розчинна у міді в твердому стані при температурі евтектики 6450С до 9,5%. Розчинність її різко зменшується при зниженні температури. Сурма значно знижує електропровідність і теплопровідність міді.

Сірка - розчиняється в розплавленій міді, а при затвердінні її розчинність знижується до нуля. Сірка незначно впливає на електропровідність і теплопровідність міді, помітно знижує пластичність. Під впливом сірки значно поліпшується оброблюваність міді різанням.

Однією з проблем при зварюванні М1 є те, що мідь є хімічно активним металом. Хімічна активність міді невелика, при температурах нижче 185°C з сухим повітрям і киснем не реагує. У присутності вологи і CO₂ на поверхні міді утворюється зелена плівка основного карбонату. При нагріванні міді на повітрі йде поверхневе окислення; нижче 375°C утворюється CuO, а в інтервалі 375-1100°C при неповному окисненні міді - двошарова окалина (CuO + Cu₂O). Вологий хлор взаємодіє з міддю вже при кімнатній температурі, утворюючи хлорид міді (II), добре розчинний у воді. Мідь реагує і з іншими галогенами. Слід зазначити, що мідь не реагує з N₂.

Серед фізичних властивостей міді, важливих для вибору технології зварювання, необхідно відзначити високу теплопровідність та теплоємність, значний коефіцієнт лінійного розширення, легке окислення і здатність до розчинення водню, знаходячись в розплавленому стані, високу рідко текучість (в 2-2,5 рази більша ніж в сталі). Температура кристалізації (1356 К), а також для деяких видів зварювання важливим являється малий питомий електроопір.

Механічні властивості міді, міцність в 4-5, а пластичність в 2-3,5 рази нижче, чим при кімнатній температурі. Так як при зварюванні завжди є ділянки основного металу і метала шва, що мають таку температуру, то для уникнення утворення тріщин слідус намагатися не створювати жорстких закріплень зварюваного металу. Важливо відмітити, що при низьких температурах міцність та пластичність міді зростають.

Зобразимо фізичні та механічні властивості у таблицях 1.2 та 1.3 відповідно.

Таблиця 1.2 Фізичні властивостіМ1

Т, °С	Е 105, МПа	б 106,1/С	л,Вт/(мС)	с,кг/м3	С,Дж/(кгС)	R 109Ом м
20	1,28		387	8940	390	17,8
100	1,32	16,7				

Таблиця 1.3 Механічні властивості М1

Прокат	д, %	уТ, МПа	уВ, МПа	НВ 10-1
Твердий сплав	6	300-450	400-490	95
М'який сплав	60	90-150	200-250	55

Слід зазначити, що мідь та її сплави не зазнають структурних перетворень, а отже вона постійно має гранецентровану кубічну решітку.

2. Здатність до зварювання

При зварюванні міді зустрічаються такі труднощі, викликані наступними особливостями металу:

1. Легке окислення міді в розплавленому стані. Утворююча в результаті цього закис міді розчиненого в рідкому і зовсім обмежено в твердому металі. Вона дає з міддю легкоплавку евтектику, яка зосереджена по границям кристалів, знижує стійкість металу шва проти утворення кристалізаційних тріщин. В міді, яка призначена для виготовлення зварювальних конструкцій, вміст кисню не повинен перевищувати 0,03 %, а для відповідальних конструкцій - 0,01%.

Боротьба: для подовження буття міді в розплавленому стані використовують супутній та попередній підігрів, що дозволяє більшій кількості кисню розчинитися. Також необхідно застосовувати надійний захист від навколишнього середовища, використовувати зварювальні матеріали високої чистоти та ретельно їх підготовляти.

2. Зниження стійкості металу шва проти утворення пор, обумовлено спільної дії кисню з воднем. Крім того, якщо в міді був розчинений водень, то в результаті його реакції з закисом міді (Cu_2O) утворюється водяна пара, яка не здатна до дифузії і не встигає виділитися з рідкого металу, накопичується в ґратці металу, здійснюючи великий тиск, внаслідок чого в зоні термічного впливу виникають холодні щілини - це явище ще носить назву «водневої хвороби». Слід зауважити, що мідь не реагує з азотом, тому він не є збудником утворення пор, а отже його використовують як захисний газ, але важливо відмітити, що наявність пор від азоту пов'язана з величиною струму, якщо $I_{зв} = 220$ А, пори відсутні, якщо відповідно більше, то пори з'являються.

Боротьба: надійний захист зварювальної ванни, ретельна підготовка зварювальних матеріалів. Стійкість до утворення пор менш чутливі односторонні стикові шви з наскрізним проплавленням кромки. Зварювання кутових швів таврового та напусткового з'єднання викликає значні труднощі через пористість металу шва.

3. Мідь схильна до утворення гарячих тріщин. Як було зазначено в розділі 1, що за наявності шкідливих домішок утворюються легкоплавкі або тугоплавкі евтектики. Наприклад, CuO нерозчинний в міді, він засмічує зварювальну ванну і внаслідок призводить до утворення залишкових напружень. Небезпечними домішками міді пов'язані зі зниженням стійкості проти утворення кристалізаційних тріщин в зварювальних швах є також вісмут та свинець. Вісмут та свинець потрапляють в зварювальну ванну з рудою або при її металургійних перерозподілах і утворюють легкоплавкі евтектики температура плавлення яких: з вісмутом - 543 К, з свинцем - 599 К, які збираються по границях кристалів міді, що робить її червонолашкою, що при зварюванні може призвести до утворення тріщин. Тому вміст вісмута допускається не більше 0,003%, а свинця - не більше 0,03%.

Боротьба: нейтралізувати дію Bi та Pb в злитку міді легуючи її цирконієм та цезієм, але по даним роботи «Стойкість против образования трещин в швах, содержащих примеси Bi и Pb при сварке меди» - Коренюка Ю.М., додаткове легування металу шва

0,032% Zr(по масі) та 0,015% Cs (по масі) не являється перешкодою для утворення тріщин в швах, якщо в них було 0,005% Ві або 0,05%Рb. Також можна легувати шов миш'яком (As), вплив якого на червоноламкість міді пояснюється тим, що цей легуючий елемент перешкоджає збиранню Ві та Рb по границям кристалів і зв'язує їх в розчиненні в міді з'єднання. Таким чином інколи вдається подолати шкідливий вплив домішок міді.

4. М1 не схильна до утворення холодних тріщин, оскільки не зазнає структурних перетворень.

5. Окрихчення також не відбувається в міді та мідних сплавах, тому що вона зберігає гарну пластичність при низьких температурах.

Слід звернути увагу також на додаткові труднощі при зварюванні, які пов'язані з фізичними властивостями це:

- **Висока теплопровідність міді** (в 6 разів більша від заліза), що потребує застосування концентрованих джерел нагріву і в багатьох випадках попереднього та супутнього підігріву основного металу при зварюванні.
- **Високий коефіцієнт лінійного розширення міді і її сплавів** (в 1,5 раза більший ніж в сталі), що потребує необхідності застосування додаткових мір проти деформації конструкції. Також коефіцієнт лінійного розширення може призвести до щілиноутворення внаслідок пропорціональній дії залишкових напружень розтягання при охолодженні і коефіцієнта лінійного розширення. Це пов'язується з провалом міцності в інтервалі температур 250-550⁰С, тому насамперед треба уникати жорстких закріплень конструкції при зварюванні. З врахуванням високої пластичності міді її можна легко відрихтувати після зварювання.
- **Підвищена рідкотекучість металу** затрудняє зварювання у вертикальному та стельовому положенні. Зустрічаються труднощі також при зварюванні кільцевих швів. Тому треба обмежувати розмір зварювальної ванни і застосовувати формуючі пристрої, найчастіше з графіту.

Домашнє завдання:

- ✓ **Опрацювати матеріал, дати відповіді на питання.**
- ✓ **Виконати короткий конспект та надіслати викладачу на електронну адресу mTanatko@ukr.net**