**Група**: Е-71

**Дата:**  14.04.2020

**Тема:** «Технологічні процеси зварювання»

 Завдання:

1. Використовуючи підручник, опорний конспект та Internet ресурси опрацювати матеріал з даної теми, законспектувати  основні положення теми згідно плану, письмово відповісти на контрольні запитання .

**Опорний конспект**

Зварювання - технологічний процес отримання нероз'ємних з'єднань з металів, сплавів та інших однорідних або різнорідних матеріалів в результаті утворення атомно-молекулярних зв'язків між частинками з'єднуються заготовок.

Основним завданням зварювання є отримання міцного нероз'ємного з'єднання зварювальних заготовок із заданими фізико-механічними властивостями. Процес з'єднання деталей за допомогою зварювання в більшості випадків є складальним і може бути введений безпосередньо в потік вузловий або загальної збірки. Під час зварювання збираються елементи конструкції (деталі) утримуються в спеціальних пристроях фіксаторами або конвекторами, що забезпечує правильне положення елементів відносно один одного.

Не всі метали і їхні сплави і не в будь-яких комбінаціях можуть надійно зварюватись звичайними методами із застосуванням традиційної технології, тобто утворювати сполуки з необхідними механічними і фізичними властивостями. Тому існує поняття - зварюваність металів та їх сплавів.

**Зварюваністю** металу називають сукупність його фізичних і технологічних властивостей, що визначають здатність забезпечити за допомогою того чи іншого звичайного методу зварювання і прийнятого технологічного процесу надійне в експлуатації з'єднання.

Зварне з'єднання вважають високо- і рівноміцним, якщо його фізико-механічні властивості близькі до властивостей основного (зварюваного) металу і в ньому відсутні дефекти - тріщини, пори, шлакові включення, раковини і ін.

Зварювання є одним з найбільш досконалих, економічно вигідних, високопродуктивних і в значній мірі механізованих технологічних процесів. Тому її широко застосовують практично у всіх галузях машинобудування. Вона дозволяє надійно з'єднувати між собою деталі та елементи вузлів машин, заготовки практично будь-яких товщин і конфігурації. Тому зварні вироби або окремі їх вузли можуть мати дуже складну форму в поєднанні з незначною масою при відносно простий і нетрудомісткої технології виготовлення.

Існує кілька десятків способів зварювання. Всі вони значно відрізняються один від одного по техніці виконання. Однак за характером протікання процесів формування з'єднання, залежно від агрегатного стану металу в місці і під час зварювання всі існуючі способи прийнято об'єднувати в дві групи: зварювання плавленням і зварювання із застосуванням тиску.

На рис. 18.13 представлена класифікація основних способів зварювання і їх різновидів, що мають в даний час промислове значення. При зварюванні плавленням відбувається спільне розплавлення кромок зварювальних заготовок, а в разі необхідності присадочного металу для додаткового заповнення зазору між ними. У результаті утворюється зварювальна ванна металу, після затвердіння якої формується зварювальний шов.



*Рис. 18.13.***Класифікація основних способів зварювання**

При зварюванні із застосуванням тиску заготовки з'єднуються в результаті спільного впливу нагріву і тиску.

Вибір того чи іншого способу і режиму зварювання залежить в першу чергу від властивостей матеріалу; товщини, геометричної форми і габаритів заготовок; призначення виробу.

**Зварювання плавленням**

Електродугове зварювання. Сутність процесу електричної дугового зварювання полягає в тому, що розплавлення кромок заготовок відбувається за рахунок теплоти зварювальної дуги, порушуємо між електродом і крайками заготовок. Максимальна температура дуги спостерігається в осьовій її частини і становить 4500-6000 ° С.

В якості вихідних заготовок при дугового зварювання використовують продукцію сталевого і кольорового прокату, об'ємною і листового штампування, поковки, відливання та ін.

Ручне дугове зварювання (рис. 18.14) широко застосовують у всіх областях техніки. Однак цей спосіб малопроизводителен, і якість зварювання залежить від кваліфікації зварника. Заготівлю або напівфабрикат *2* розташовують на металевому столі або сталевій плиті *1,* забезпечуючи при цьому за допомогою механічних притисків надійний електричний контакт між ними і фіксування заданого положення зварювальних кромок. Електрод *3* закріплюють у спеціальному електротримачі.



*Рис. 18.14.***Ручне зварювання:**

*1* - зварювальний стіл; *2* - заготовка; *3* - електрод

Принципова схема зварювання показана на рис. 18.15. До заготівлях *6* і електроду *1* підводиться змінний чи постійний струм напругою не нижче 60 В, потім зварювальник збуджує між ними зварювальну дугу, при нормальному горінні якої встановлюється робоча напруга 16-20 В. За рахунок її теплоти кромки заготовок і метал торця електрода взаємно розплавляються, утворюючи зварювальну ванну *4.* При цьому також розплавляється на торці електрода обмазка *2,* утворюючи над ванною *4* деякий обсяг нейтрального газу *3* і шлаку 5, які підвищують стабільність горіння дуги і захищають киплячій метал ванни від шкідливого впливу атмосферного повітря.



*Рис. 18.15.***Принципова схема зварювання:**

*1* - електрод; *2* - обмазка; *3* - нейтральний газ; *4 -* зварювальна ванна; *5* - шлак; *6* - заготівля

Зварювальник переміщує вручну електрод уздовж шва, повідомляючи його кінця з палаючою дугою поперечні коливальні або обертальні рухи для забезпечення рівномірного розплавлення обох крайок заготовок і перемішування металу зварювальної ванни. Принаймні переміщення дуги метал зварювальної ванни твердне, утворюючи зварний шов, що з'єднує заготовки.

Для зварювання відповідальних виробів з товщиною стінок більше 4-6 мм часто накладають шви один на інший шляхом повторного проходу, що забезпечує більш повний провар крайок на всю їх товщину.

При зварюванні переривчастим швом або для прихватки заготовок в окремих точках зварювальник переміщує електрод, збуджуючи дугу періодично.

Залежно від виду зварних з'єднань і взаємного розташування зварюваних елементів існують різні типи зварних з'єднань (рис. 18.16): встик, внахлестку, таврові, кутові, кромочні, з відбортовкою кромок, точкові.



*Рис. 18.16.***Види зварних з'єднань:**

*а* - встик; *б* - внахлестку; в - таврові; *г* - кутові; *д* - кромочні; *е* - з відбортовкою кромок; *ж* - точкові

Найбільш міцними і економічними є стикові з'єднання. Кутові і бортові виконують головним чином сполучну роль, оскільки вони практично не здатні сприймати помітні силові навантаження. Приклад виконання з'єднань за допомогою кутової і точкового зварювання показаний на рис. 18.17. У залежності від положення поздовжньої і поперечної осі шва в просторі розрізняють зварювання в нижньому, вертикальному, горизонтальному і стельовому положеннях (рис. 18.18).



*Рис. 18.17.***Приклади зварювання:**

*а -* кутовий; б - точкової (шви виділені білим кольором)



*Рис. 18.18.***Основні положення зварювання:**

*а* - нижнє; *б* - горизонтальне; про - вертикальне; *г* - стельове

На практиці більшість швів виконують в найбільш зручному і надійному нижньому положенні.

При даному виді зварювання металевий стрижень виконує функції електрода і присадочного матеріалу. Електродні стрижні повинні виготовлятися з дроту, у якої строго витриманий хімічний склад. Особливу увагу вибору електродів слід приділяти при зварюванні спеціальних сталей. Промисловість випускає більше 70 марок зварювального дроту.

Для живлення зварювальної дуги застосовують спеціальні джерела струму: змінного - зварювальні трансформатори, понижувальні мережеве напруга з 380-220 В до 55-65 В; постійного - генератори і випрямлячі.

**Дугове зварювання під флюсом** (рис. 18.19) ведуть непокритою електродним дротом *4,* дугу *1* і ванну *10* захищають з усіх боків спеціальним порошкоподібною або гранульованим флюсом 6.



*Рис. 18.19.***Принципова схема зварювання під флюсом:**

*1 -* дуга; *2 -* зварювальна головка; *3* - ролики; *4* - електродний дріт; 5 - рідкий шлак; *6 -* шар флюсу; *7* - шлаковая кірка; *8* - зварювальний шов; *9* - деталь; *10* - розплавлений метал

Зварювання, як правило, виконують напівавтоматичним або автоматичним методом із застосуванням великих зварювальних струмів до 2000 А. Кромки заготовок щільно притискають до сталевої (змінної або що залишається) або мідної прокладці. Електродний дріт довжиною 5-25 м заправляють в касету, вміщену в ранці напівавтомата або самохідної голівці автомата. Дріт в зону зварювання подається роликами *3.* Під дією дуги *1* розплавляються кромки заготовок *9,* електродний дріт *4* і частина флюсу 6; утворюється зварювальна ванна металу *10,* покрита деяким шаром рідкого шлаку 5. Дія потужної дуги і вельми швидке її переміщення уздовж заготовок обумовлюють відтискування розплавленого металу *10* у бік, протилежний напрямку зварювання. У міру поступального руху дуги металева і шлаковая ванни тверднуть з утворенням зварного шва 8, покритого твердою шлакової кіркою 7. Після зварювання вона легко відділяється і видаляється з поверхні шва. Метал зварювальної ванни, повільно затвердевая під шлакової кіркою, набуває високі механічні властивості. До складу флюсу входять компоненти, що забезпечують надійний захист зварювальної ванни, стабільність горіння дуги, а також легування, розкислення і сприятливе формування шва. Щільна флюсова захист зварювальної ванни запобігає розбризкуванню і чад розплавленого металу в умовах дії потужної дуги. Для зварювання певних груп металів застосовують відповідні флюси: вуглецевих і низьколегованих сталей - марганцеві висококремністие, легованих сталей - низькокремнистий, високолегованих сталей - безкремністие флюси на основі сполук СаО, CaF2 та Al2O3 і т.д. Автоматизована дугове зварювання під флюсом продуктивніше дугового зварювання в 10 разів і більше, а також забезпечує більш високу якість.

Області застосування обмежені горизонтальними швами. Автоматичне зварювання під флюсом застосовують у серійному і масовому виробництвах для виконання безперервних прямолінійних і кільцевих швів великої протяжності на металі товщиною 2-100 мм.

Принципова схема **дугового зварювання в захисних газах** показана на рис. 18.20. У зону дії зварювальної дуги *4* безперервно подається за допомогою спеціальної зварювального пальника захисний газ *2,* що надійно захищає метал зварювальної ванни і охолоджуючий шви. Захисні гази, як правило, мають гарну іонізуючої здатністю, тому забезпечують стабільне горіння дуги при будь-якій величині струму.



*Рис. 18.20.***Зварювання в захисному газі:**

*1 -* зварювані деталі; *2 -* захисний газ; *3 -* електрод; *4 -* дуга

В якості захисних газів найбільшого поширення набули інертні: аргон або гелій, а також вуглекислий газ.

Більш докладно розглянемо варіант аргонодуговогозварювання. Нею можна зварювати неплавким вольфрамовим електродом без присадки і з присадкою і плавиться вручну (рис. 18.21, а), напівавтоматичним (рис. 18.21,6, *в)* і автоматичним методами.



*Рис. 18.21.***Різновиди зварювання в середовищі захисних газів:**

*а* - ручна; *б* - напівавтоматична з неплавким електродом; *в* - напівавтоматична з плавиться: *1* - присадний пруток або дріт, *2 -* сопло; *3* - токоподводящий мундштук; *4 -* корпус пальника; 5 - неплавким вольфрамовим електродом; 6 - рукоять пальника; *7 -* атмосфера захисного газу; *8* - зварювальний дуга; *9* - ванна розплавленого металу; *10 -* касета з дротом; *11 -* механізм подачі; *12 -* плавящийся металевий електрод (зварювальний дріт)

Процес у варіанті ручного зварювання (див. Рис. 18.21, *а)* відбувається наступним чином. Кромки заготовок щільно притискають до сталевої або мідної підкладці і фіксують їх розташування. До заготівлях і вольфрамовому електроду 5 підводиться зварювальний струм напругою холостого ходу не нижче 60 В. Потім зварювальник включає автоматичну подачу аргону 7 в зону зварювання і через 5-7 с збуджує за допомогою пальника *4* стабільну зварювальну дугу *8* (яка потім діє стійко при напрузі 10 -12 В) і одночасно забезпечує, якщо потрібно, подачу присадочного дроту.

Під дією дуги *8* кромки заготовок і присадний дріт розплавляються, утворюючи зварювальну ванну 9, яку захищає надходить з сопла *2* пальника аргон 7. При цьому зварник вручну переміщає пальник разом з діючою дугою і подачею присадочного дроту і аргону вздовж зварювальних кромок. Принаймні переміщення рідкий метал ванни твердне, утворюючи зварний шов. Для виконання переривчастого шва або прихватки заготовок в окремих точках зварювальник переміщує пальник безперервно, а збуджує дугу, включає подачу аргону і переміщує присадні або електродний дріт періодично. У якості присадочного матеріалу і плавкого електрода застосовують в більшості випадків дріт діаметром 0,5-3 мм, але хімічним складом близьку до складу зварюваного матеріалу.

Аргонодуговая зварювання неплавким електродом є одним з кращих способів зварювання тонколистових заготовок (0,1-2 мм) виробів з багатьох алюмінієвих і магнієвих сплавів, нержавіючих і жароміцних сталей.

Успішно також зварюють вироби з тугоплавких і хімічно активних металів і сплавів: ніобію, танталу, молібдену, цирконію та ін.

Варіантом цього методу є аргонодуговая зварювання в камері з контрольованою атмосферою. Відмінність цього методу в тому, що всі виріб поміщається в спеціальну герметичну камеру, з якої попередньо відкачують повітря, а потім заповнюють її аргоном.

**Електрошлакового зварювання** виконують звичайно при вертикальному або похилому (під кутом 45 °) положенні заготовок із зазором між ними в 20-30 мм і примусовому формуванні зварного шва. Оскільки зварювання ведеться по зазору без оброблення крайок, це дозволяє отримувати більш однорідну, без шлакових включень структуру металу шва. Схема процесу показана на рис. 18.22.



*Рис. 18.22.***Схема електрошлакового зварювання:**

*1* - заготівля; *2* - рідкий шлак; *3* - повзуни; *4* - електроди; 5 - розплав металу; 6 '- шов; 7 - піддон

Процес зварювання зводиться до наступних операцій. Знизу до заготовок *1* приварюють вручну ввідну планку (піддон) 7. По обидві сторони зазору між заготовками притискають водоохолоджувані формують мідні повзуни (пластини) *3.* Потім на піддон насипають спеціальний флюс. У зазорі між заготовками розташовують одну або декілька електродних дротів *4.*

До електроду і заготівлях підключають постійний або змінний струм. Між електродом і піддоном збуджується під флюсом дуга. У зону її горіння електродний дріт подають спеціальним механізмом. За рахунок теплоти дуги електродний дріт і флюс розплавляються, в результаті утворюються металева 5 і шлаковая *2* ванни. Після накопичення потрібного обсягу рідкого металу і шлаку дуга шунтується електропровідним шлаком і гасне, а подача дроту *4* і надходження струму тривають. При проходженні струму через розплавлений шлак, що є електролітом, що володіє високим опором, у ньому виділяється велика кількість теплоти (відповідно до закону Джоуля - Ленца), за рахунок якої і відбувається подальше розплавлення електродного дроту і кромок заготовок. По мірі накопичення в ванні рідкого металу і шлаку мідні повзуни разом з механізмом подачі електродного дроту і флюсу переміщаються автоматично знизу вгору зі швидкістю підйому рівня рідкого металу. Внаслідок відводу теплоти в основний метал і мідні повзуни метал ванни охолоджується і в нижній частині кристалізується, утворюючи зварний шов *6,* що з'єднує кромки заготовок. У початковій і кінцевій ділянках шва утворюються дефекти: на початку - непровар крайок, в кінці - усадочная раковина і неметалеві включення. Тому зварювання починають на вступної, а закінчують на вихідний планці, які приварюють вручну заздалегідь, а потім видаляють газової зварюванням.

Електрошлакового зварювання особливо вигідно використовувати у важкому і транспортному машинобудуванні для виготовлення сварно-кованих і зварювально-литих конструкцій: станин і деталей потужних пресів і верстатів, прокатних станів і т з будь-якої сталі, титану, міді, алюмінію та їх сплавів, заготовок товщиною 50-2000 мм.