

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до практичних занять №1
“Металеві електроди, види зварних з'єднань”
з дисципліни "Навчальний практикум" для студентів спеціальності
131 «Прикладна механіка» заочної форми навчання

2016

Методичні вказівки до практичних занять №1 “Металеві електроди, види зварних з’єднань” з дисципліни "Навчальний практикум" для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» заочної форми навчання / Укл.: С.П. Бережний, О.Є. Капустян – Запоріжжя: ЗНТУ, 2016. – 14 с.

Укладачі: С.П. Бережний, канд. техн. наук, доцент

О.Є. Капустян, старш. викладач,

Рецензент: О.Г. Биковський, д-р техн. наук, проф.

Редактор: І.П. Аверченко

Відповідальний за випуск: О.Є. Капустян

Затверджено

на засіданні кафедри ОТЗВ

Протокол № 3 від 27.10.2016

Затверджено

на засіданні НМК ІФФ

Протокол № 3 від 15.11.2016

ЗМІСТ

1 МЕТА РОБОТИ	4
2 МЕТАЛЕВІ ЕЛЕКТРОДИ	4
3 ВИДИ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ.....	7
4 ДЖЕРЕЛА ЖИВЛЕННЯ	11
5 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ	12
6 МАТЕРІАЛИ, ОБЛАДНАННЯ	12
7 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ РОБОТИ	12
8 ЗМІСТ ЗВІТУ	13
9 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ	13
ЛІТЕРАТУРА	13

1 МЕТА РОБОТИ

Ознайомлення з основними типами зварювальних електродів та зварних з'єднань, засобами захисту зварювальника, конструкцією джерел живлення та їх безпечною експлуатацією.

2 МЕТАЛЕВІ ЕЛЕКТРОДИ

Металеві електроди для зварювання сталей складаються із сталевого стержня і покриття.

Якість виготовлення електродів визначається точністю виготовлення, станом поверхні покриття, суцільністю металу шва, вмістом сірки і фосфору в наплавленому металі.

Покриття електроду повинне бути однорідним, щільним, міцним, без тріщин, напливів, здуття і ексцентричності щодо осі стержня. Допускаються шорсткість і окремі риски глибиною менш чверті товщини покриття; вм'ятини глибиною до половини товщини покриття на довжині не більше 12,0 мм; оголеність тільки з кінця електроду на довжині не більше половини діаметра й інші дрібні дефекти. Міцність покриття випробовують таким чином: при падінні навзнаки на сталеву плиту з висоти 1 м електродів діаметром менше 4 мм і з висоти 0,5 м електродів діаметром 4 мм і більш, покриття не повинне руйнуватися. Вологостійкість покриття перевіряють зануренням електрода у воду і витримкою протягом 24 годин при 15-25 °С. Електроди упаковують у водонепроникний папір або поліетиленову плівку пачками масою 3-8 кг ікладають у ящики.

На кожній пачці є етикетка, що містить найменування заводу - виробника, умовне позначення електроду, область застосування, режими зварювання, обробки і механічні показники зварного шва, властивості наплавленого металу і коефіцієнт наплавлення.

Для зварювання вуглецевих і низьколегованих конструкційних сталей стандартом передбачено дев'ять типів електродів: Э38, Э42, Э42А, Э46, Э46А, Э50, Э50А, Э55, Э60; для зварювання легованих конструкційних сталей підвищеної і високої міцності — п'ять типів:

Э70, Э85, Э100, Э125, Э150.

Тип електроду позначається буквою Э і цифрою, що вказує межу міцності металу шва, що гарантується, в кгс/мм². Буква А в позначенні вказує, що метал шва, наплавлений цим електродом, має підвищені пластичні властивості за рахунок меншого вмісту S та P та газів. Такі електроди застосовують при зварюванні найвідповідальніших швів. Для виготовлення більшості електродів, призначених для зварювання вуглецевих і легованих конструкційних сталей, беруть дріт марок Св-08 і Св-08А. Кожному типу електроду відповідає декілька марок електродів. Наприклад, типу Э42 відповідають електроди марки ОМА-2, АНО-6, ЦМ-9 і ін. Марка АНО-4 та МР-3 - типу Э46. Марка електроду – це промислове позначення, що характеризує стержень і покриття.

Електроди з покриттям застосовують для отримання зварних з'єднань високої якості. Якісне покриття виконує наступні функції: забезпечує стійке горіння дуги; захищає розплавлений метал шва від дії кисню і азоту повітря; розкислює в металі шва оксиди і видаляє невідновлювані оксиди в шлак; змінює склад металу, що наплавляється, введенням в нього легуючих елементів; видаляє сірку і фосфор з розплавленого металу шва; утворює шлакове покриття над металом шва, уповільнює його охолодження і тим самим сприяє виходу газів і неметалічних включень на поверхню металу шва.

Сучасна теорія зварювальних процесів дає можливість розрахувати склад електродних покриттів залежно від складу зварюваного металу і вимог до шва.

Для виконання перерахованих вище функцій якісне електродне покриття повинне містити наступні компоненти:

1. Іонізуючі речовини для зниження ефективного потенціалу іонізації, що забезпечує стабільне горіння дуги. Як іонізуючі компоненти в покриття вводять такі речовини, як крейда, мармур (CaCO_3), поташ (K_2CO_3), польовий шпат ($\text{K}_2\text{O} \times \text{Al}_2\text{O}_3 \times 6\text{SiO}_2$) та ін.

2. Газоутворюючі речовини, які при зварюванні розкладаються або згоряють, виділяючи велику кількість газів, що створюють в зоні дуги газову оболонку. Завдяки цій оболонці метал шва захищається від дії атмосферного кисню і азоту. Такими газоутворюючими речовинами є крохмаль, деревна мука, целюлоза, мармур та ін.

3. Розкислюючі речовини, які мають більшу ніж Fe спорідненість з киснем і тому відновлюють метал шва.

Розкислювачами слугують феросплави, алюміній, графіт та ін.

4. Шлакоутворюючі речовини, які створюють шлаковий захист розплавленого металу шва, а також крапель електродного металу, що проходять через дуговий проміжок. Крім того, шлаки беруть активну участь в металургійних процесах при зварюванні і сприяють отриманню якісного шва. Як шлакоутворюючі речовини застосовують польовий шпат, кварц (SiO_2), мармур, рутил (TiO_2) та ін.

5. Легуючі речовини, які в процесі зварювання переходять з покриття в метал шва і легують його для надання тих або інших фізико-механічних властивостей. Як легуючі компоненти використовують феромарганець, феросиліцій, ферохром, феротитан. Рідше застосовують різні оксиди металів (міді, хрому і ін.).

6. Зв'язуючі речовини, призначені для замісу всіх компонентів покриття у виді пасти, а також для скріплення пасти на електродному стержні і надання певної міцності після висихання покриття. Такою речовиною є рідке скло, рідше - декстрин.

По типу покриття електроди підрозділяють: з кислим покриттям – умовне позначення А; з рутиловим – Р; з целюлозним – Ц; з основним – Б; з покриттям змішаного типу – відповідає подвійне позначення (наприклад, АЦ); з іншими видами покриттів – П.

Кислі покриття (АНО-1, СМ-5) містять руди у виді оксидів; при плавленні вони виділяють кисень, здатний окислювати метал ванни і легуючі компоненти. Для ослаблення дії кисню в покриття вводять розкислювачі у виді феросплавів. Наплавлений метал має відносно, малу в'язкість і пластичність і занижений вміст легуючих елементів. Покриття (АНО-3, АНО-4, МР-3, ОЗС-4) містять основним компонентом рутил. Шлакоутворюючими є рутил, а також польовий шпат, магнезит (MgCO_3) та ін. Як розкислювач і легуючий компонент застосовують феросплави феромарганець та інші.

Целюлозні покриття (ВСЦ-4, ОМА-2) містять головним чином органічні компоненти в якості газоутворюючих і зв'язуючих речовин. Як розкислювач використовують феромарганець, феросиліцій.

Основні покриття (УОНИ-13, ДСК-50) складені на основі плавикового шпату (CaF_2) і мармуру. Відсутність у складі цього покриття оксидів заліза і марганцю дозволяє широко легувати метал, що наплавляється. При зварюванні можна отримати метал шва заданого хімічного складу з високими механічними властивостями. В якості розкислювачів покриття містить феротитан, феромарганець і

феросиліцій.

Залежно від типу покриття електродів застосовують вид струму змінний або постійний. Постійний струм може бути прямої полярності (мінус на електроді) і зворотної (плюс на електроді). Електроди, які призначені для зварювання на змінному струмі можуть використовуватися і на постійному. Рід струму і його полярність вибирають згідно марки електродів. Для електродів основного типу, як правило, застосовують постійний струм зворотної полярності.

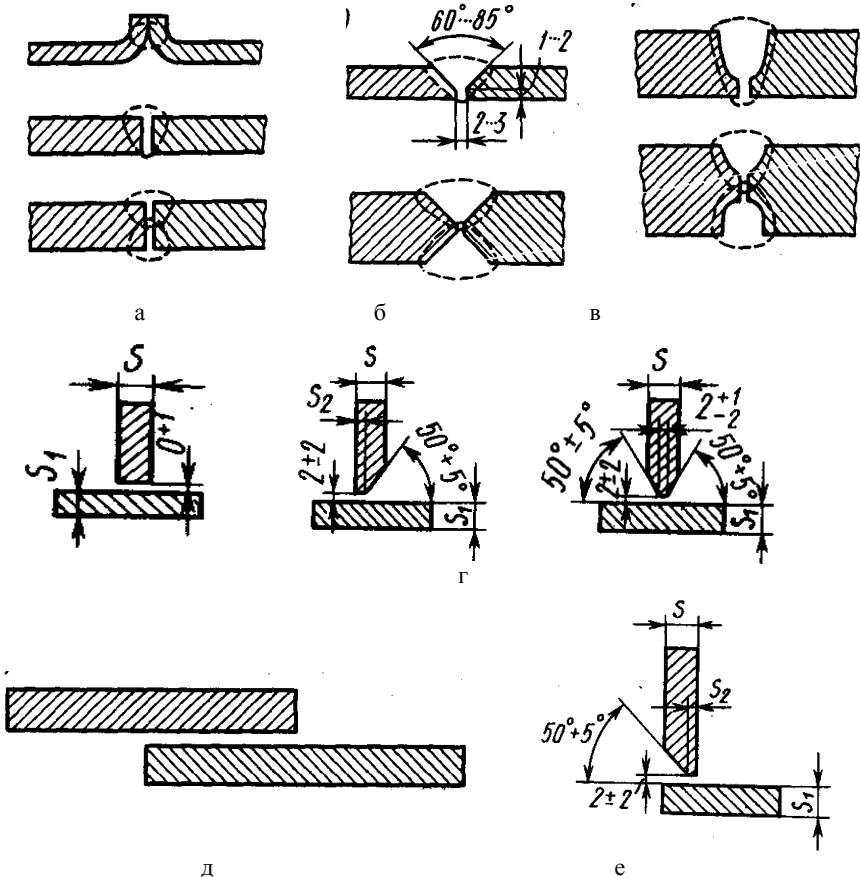
3 ВИДИ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ

Зварним з'єднанням називають елемент зварної конструкції, що складається з двох або декількох деталей конструкції і зварного шва, що з'єднує ці деталі.

Встановлено основні типи і конструктивні елементи зварних з'єднань зі сталей, а також сплавів на залізнікелевій і нікелевій основах, що виконуються ручним дуговим зварюванням металевим електродом. Передбачені з'єднання стикові, таврові, кутові та внапустку.

Стикові з'єднання (рис. 3.1, а-в) є найтипівіші, в яких торці або кромки деталей, що з'єднуються, розташовуються так, що поверхня однієї деталі є продовженням поверхні іншої. Стикові з'єднання без зрізу зварних кромок застосовують при з'єднанні листів товщиною до 12 мм. Кромки зрізають під прямим кутом до площини листа, при зварюванні розташовують із зазором 1-2 мм. Листи товщиною до 4 мм зварюють одностороннім швом; 4-12 мм – двостороннім швом. Стикові з'єднання з V-образною обробкою кромок застосовують при зварюванні металу завтовшки 3-60 мм. При цьому обробка кромок може бути одно- та двостороння. Для товщини металу в межах 15-100 мм роблять V-образну обробку з криволінійним зрізом однієї або обох кромок. Стикові з'єднання з Х- та К- образними обробками кромок застосовують при зварюванні металу завтовшки 8-175 мм. При цьому витрата електродного металу, а звідси і електроенергії майже вдвічі менше, ніж при V- образній обробці кромок. Крім того, така обробка забезпечує меншу деформацію після зварювання. При V- та

Х- образних обробках, кромки притупляють, щоб запобігти прожигу металу при зварюванні.



а - в) стикові; г) таврові; д) внапустку; е) кутові.

Рисунок 3.1 - Типи зварних з'єднань.

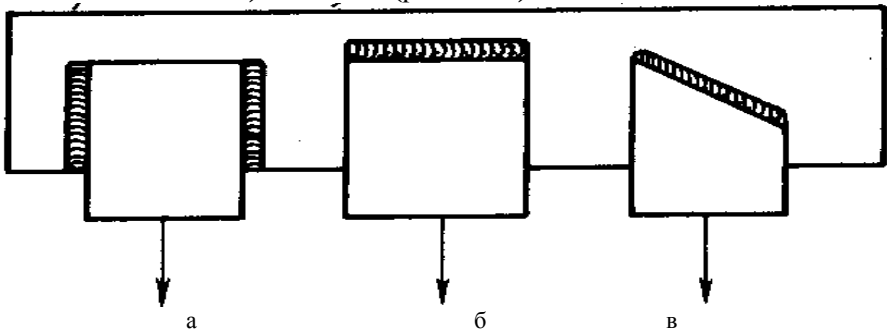
Таврові з'єднання – з'єднання (рис. 3.1 г), при яких торець одного елемента примикає до поверхні іншого елемента зварюваної конструкції під деяким кутом (частіше всього під прямим). Їх застосовують для металів завтовшки 2-120 мм. Залежно від призначення з'єднання і товщини металу елементів конструкції. Зварювання може бути здійснено без зрізу, з одно- і двостороннім зрізом кромки елементів з'єднання. Для отримання якісного шва зазор між елементами, що зварюються, складає 2-3 мм.

З'єднання внапустку, (рис. 3.1 д) передбачені для металів завтовшки 2-60 мм, застосовують при виготовленні різних будівельних конструкцій – колон, ферм та ін. Їх виконують накладенням одного елемента з'єднання на іншій. Величина перекриття повинна бути не менше за подвоєну суму товщини зварюваних кромek виробу. Зварювані поверхні не обробляють (не рахуючи зачистку кромek). Листи заварюють з обох боків, щоб не допустити проникнення води в зазор між листами, що зварювались.

Кутові з'єднання (рис. 3.1 е) здійснюють при розташуванні зварюваних елементів під прямим або іншим кутом, зварювання виконується по кромках цих елементів з однієї або з обох боків. Кутові з'єднання застосовують при зварюванні різних коробчатих виробів, резервуарів і місткостей з металу завтовшки 1-100 мм.

Зварні шви поділяють за наступними ознаками:

- за положенням відносно діючого зусилля на:
 - 1) флангові (рис. 3.2 а);
 - 2) лобові (рис. 3.2 б);
 - 3) косі (рис. 3.2 в);
- за положенням у просторі на:
 - 1) нижні (рис. 3.3 а);
 - 2) горизонтальні (рис. 3.3 б);
 - 3) вертикальні (рис. 3.3 в);
 - 4) стельові (рис. 3.3 г).



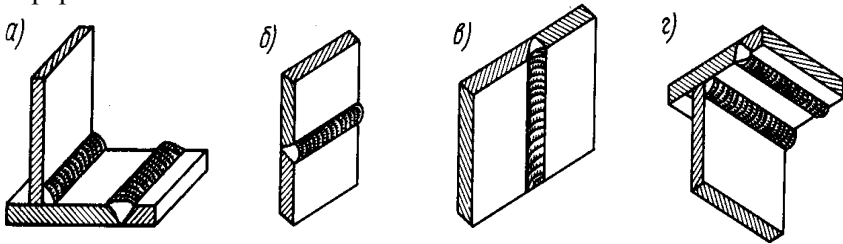
а) флангові; б) лобові; в) косі.

Рисунок 3.2 - Розташування швів відносно діючого зусилля

Позначення просторового положення зварного шва допустиме електродами конкретної марки приведено на рис 3.4.

По зовнішній формі зварні шви поділяють – на випуклі,

нормальні і вгнуті (рис. 3.5); по довжині – на безперервні або суцільні і перервні.



а) нижнє; б) горизонтальне; в) вертикальне; г) стельове.

Рисунок 3.3 - Положення зварних швів у просторі

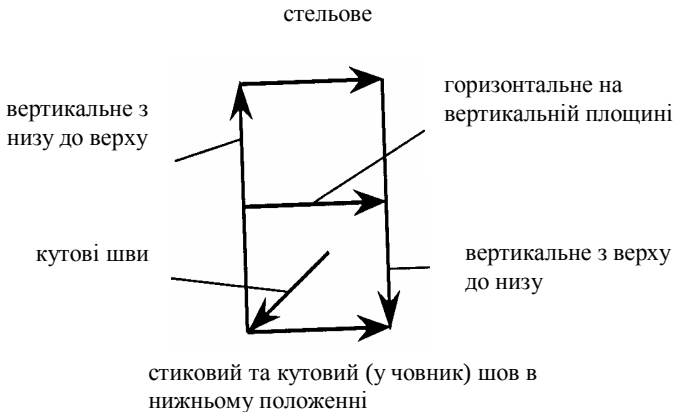
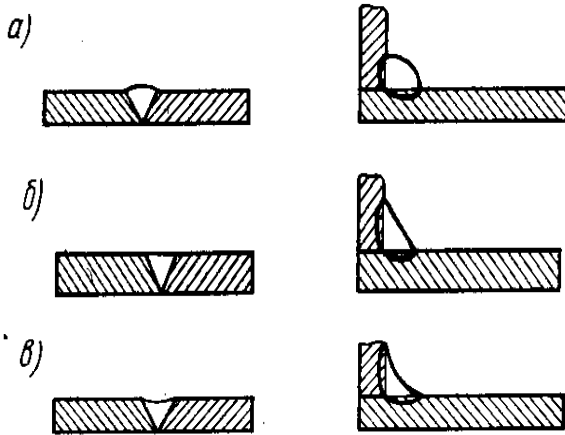


Рисунок 3.4 - Позначення положення зварного шва

Випуклі шви мають більший перетин і тому називаються *посиленими*. Проте, велика випуклість для швів, що працюють при знакозмінних навантаженнях, шкідлива, оскільки викликає концентрацію напруг в місцях неплавного переходу від шва до поверхні основної деталі. Вгнуті (ослаблені) шви застосовують, як правило, в кутових з'єднаннях. В стикових з'єднаннях вони не допускаються. Нормальні шви по перетину відповідають розрахунковим і прийняті як основний вид зварного шва.



а) випуклі; б) нормальні; в) вгнуті.

Рисунок 3.5 - Зовнішня форма зварних швів

Перервні шви застосовують у тому випадку, якщо шов не відповідальний (зварювання огорож, настилу і ін.), або якщо за умов розрахунку міцності не потрібен суцільний шов. Їх виконують з ціллю економії матеріалів, електроенергії і праці зварювальника. Довжину ділянок перервного шва, що проварюють, приймають в межах від 50-150 мм, а проміжки роблять приблизно вдвічі більшими. Відстань від початку попереднього шва до наступного - називають кроком шва t .

4 ДЖЕРЕЛА ЖИВЛЕННЯ

Для виконання зварних з'єднань застосовуються джерела живлення змінного - трансформатори та постійного струму - випрямлячі, перетворювачі та інверторні джерела живлення (Дніпро-М САБ-250М mini, ПРОТОН ИСА-200 С, ТехАС ММА 250, Сварка Герой black 300, Edon ММА 250 Black, ТехАС 250, DUGA DIY-240 та ін.). На теперішній час в Україні представлено понад 100 виробників інверторів зі всього світу).

Регулювання режимів зварювання здійснюється джерелами живлення. Зменшити силу струму також можливо включенням у ланцюг зварювання додаткового баластного реостату.

5 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. За якими параметрами оцінюється якість виготовлення електродів для ручного дугового зварювання?
2. Які компоненти містить електродне покриття?
3. Які існують основні типи покриття електродів?
4. До якої класифікації джерела живлення слід підключити кабель електроду для зварювання на зворотній полярності? Яке слід вибрати джерело живлення?
5. Як характеризуються зварні шви за положенням відносно діючого зусилля та за положенням у просторі?
6. Які встановлено основні типи і конструктивні елементи зварних з'єднань?
7. В яких умовах експлуатації зварних з'єднань не припустимо використання випуклих швів?

6 МАТЕРІАЛИ, ОБЛАДНАННЯ

1. Джерело живлення змінного струму ТДМ-401У2
2. Джерело живлення постійного струму ВДУ-504.
3. Зварювальна маска хамелеон.
4. Брезентовий одяг зварювальника.
5. Брезентові рукавиці.

7 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ РОБОТИ

- 7.1 Ознайомитися з методичними вказівками що до основних типів зварних з'єднань та електродів.
- 7.2 Одягти захисний одяг зварювальника.
- 7.3 Встановити електрод у електрододержак.
- 7.4 Не вмикаючи джерела живлення, дивлячись крізь захисний щиток, імітувати процес зварювання. Ця вправа призначена для

координації рухів зварювальника.

7.5 Ознайомитись з послідовністю включення, виключення та регулювання режимів зварювання джерела струму ВДУ-504.

8 ЗМІСТ ЗВІТУ

8.1. Звіт повинен містити схеми зварних з'єднань, що вкаже викладач.

8.2. Повну характеристику електродів за позначенням на пачці, запропонованої викладачем.

9 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

9.1 До лабораторних робіт допускаються студенти після інструктажу з охорони праці і пожежної безпеки.

9.2 Забороняється включати електричні прилади без дозволу завідувача лабораторією чи викладача.

9.3 Забороняється проводити роботу без захисного одягу. Нагляд за проходженням процесу здійснювати тільки через захисну маску зварювальника, обладнану світлофільтром.

9.4 У випадку виявлення ушкоджень обладнання студент повинен негайно повідомити викладача чи завідувача лабораторією.

9.5 У випадку виникнення пожежі чи поразки електричним струмом студентам діяти у відповідності із затвердженими інструкціями з охорони праці і пожежної безпеки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Теоретические основы сварки/ Под ред. В.В. Фролова.- М.: Высшая школа, 1970, - 592 с.

2. Сварка в машиностроении: Справочник. В 4-х т. / Г.А.

Николаев и др. – М.: Машиностроение, 1979 – т. 4 / Под ред. Ю.Н. Зорина – 512 с.

3. Китаев А.М., Китаев Я.А. Справочная книга сварщика, - М.: Машиностроение, - 1985, - 256 с.