

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до практичних занять №2
“Ручне дугове зварювання”
з дисципліни "Навчальний практикум" для студентів спеціальності
131 «Прикладна механіка» заочної форми навчання

2016

Методичні вказівки до практичних занять №2 “Ручне дугове зварювання” 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 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ	4
3 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ	7
4 МАТЕРІАЛИ, ОБЛАДНАННЯ	7
5 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ РОБОТИ	7
6 ЗМІСТ ЗВІТУ	13
7 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ	13
ЛІТЕРАТУРА	14

1 МЕТА РОБОТИ

Отримання практичних навиків виконання зварних з'єднань ручним дуговим зварюванням.

2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Режимом зварювання називається сукупність параметрів, що визначають процес зварювання: вид роду струму, діаметр електрода, напруга і значення зварювального струму, швидкість переміщення електрода вздовж шва та ін.

Основними параметрами режиму ручного дугового зварювання є діаметр електрода і зварювальний струм. Решту параметрів вибирають залежно від марки електрода, положення зварного шва в просторі, виду устаткування та ін.

Діаметр електрода встановлюють залежно від товщини зварюваних кромок, виду зварного з'єднання і розмірів шва. Для стикових з'єднань прийняті практичні рекомендації по вибору діаметра електрода d залежно від товщини зварюваних кромок S .

S , мм	1-2	3-5	4-10	9-24
d , мм	2-3	3-4	4-5	5-6

При виконанні кутових і таврових з'єднань беруть до уваги розмір катета шва. При катеті шва 3-5 мм зварювання виконують електродом діаметром 3-4 мм; при катеті 6-8 мм застосовують електроди діаметром 4-5 мм. При багатопрохідному зварюванні швів стикових з'єднань перший прохід виконують електродом діаметром не більше 4 мм для якісного провару кореня шва в глибині оброблення.

По вибраному діаметру електрода та його марки встановлюють значення зварювального струму. Звичайно для кожної марки електродів значення струму вказано на заводській етикетці, але можна також визначити по наступним формулам:

- при $d_e = 4-6$ мм

$$I = (40-50) d_e$$

- при $d_e < 4 \text{ мм}$ і $> 6 \text{ мм}$

$$I = (20 + 6d_e) d_e$$

де I — значення зварювального струму, А;

d_e — діаметр електроду, мм.

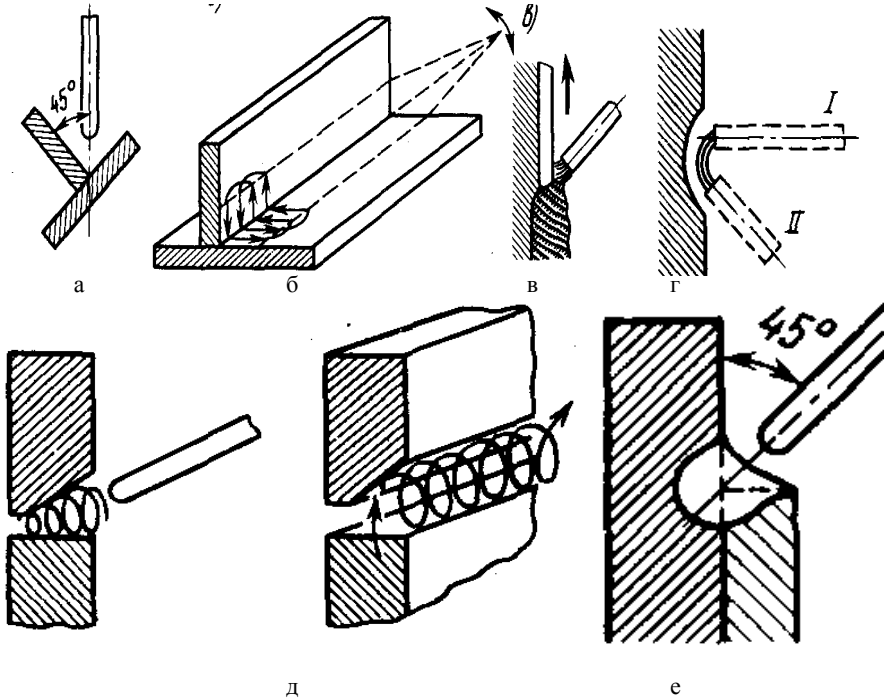
Отримане значення зварювального струму коректують, враховуючи товщину металу і положення зварного шва. При товщині кромок меншої ніж $(1,3-1,6) d_e$, розрахункове значення струму зварювання зменшують на 10-15 %, при товщині кромок $> 3 d_e$ — збільшують на 10-15 %. Зварювання вертикальних і стельових швів виконують струмом зварювання на 10-15 % зменшеним проти розрахункового.

Кутові шви в нижньому положенні краще виконувати в положенні «човник» (рис. 2.1 а). Якщо виріб не може бути так встановлено, необхідно особливо ретельно забезпечити якісний провар кореня шва і зварюваних кромок. Зварювання слід починати з поверхні нижньої кромки, потім стержень переводити через оброблення шва на вертикальну кромку, як показано на рис. 2.1 б. При накладенні багат шарового шва перший валик виконують нитковим швом електродом діаметром 3-4 мм. При цьому необхідно забезпечити якісний провар кореня шва. Потім після зачистки оброблення наплавають подальші шари.

Вертикальні шви слід виконувати короткою дугою і від низу до верху. При цьому краплі металу легше переходять в шов, а кратер у виді полицки, що утворюється, утримує чергові краплі металу від стікання вниз (рис. 2.1 в). Зварювання можливо вести і зверху вниз. При цьому дугу слід запалювати при положенні електроду перпендикулярному площині виробу (рис 2.1 г). Після утворення перших крапель металу електрод нахилиють вниз і зварювання виконують можливо короткою дугою. Рекомендується застосовувати електроди діаметром 4-5 мм при дещо зниженому зварювальному струмі (150 – 170 А).

Горизонтальні шви виконують при обробленні кромок із скосом у верхнього листа (рис. 2.1 д). Дугу підпалюють на нижній кромці і потім переносять на верхній скіс і назад. Зварювання здійснюють електродом діаметром 4 – 5 мм. Горизонтальні шви внапустку (рис. 2.1 е) виконуються легше, оскільки нижня кромка утворює полицку,

що утримує краплі розплавленого металу.



а) кутове у "човник"; б) кутове у нижньому положенні; в) вертикальне; д) горизонтальне; е) горизонтальне внапустку.

Рисунок 2.1 - Техніка виконання зварних з'єднань

Стельові шви найбільш важко здійснити і вимагають високої кваліфікації зварювальника. Застосовуються електроди діаметром не більше 5 мм при зменшеному значенні зварювального струму. Слід застосовувати тугоплавке покриття електроду, яке створює "козирок", в якому утримується розплавлений метал електроду. Дуга повинна бути якомога коротшою для полегшення переходу крапель металу електроду в кратер шва.

3 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

- 1 Як вибирають діаметр зварювального електроду?
- 2 Як вибирають значення зварювального струму?
- 3 Яким чином забезпечити провар кореня зварного шва кутового з'єднання?

4 МАТЕРІАЛИ, ОБЛАДНАННЯ

- 1 Зварювальний пост, оснащений джерелом живлення ТДМ-401 та ВДУ 504.
- 2 Зварювальні електроди для змінного та постійного струму.
- 3 Зварювальна маска хамелеон/
- 4 Сталеві пластини товщиною 3-6 мм.
- 5 Молоток зварювальника.
- 6 Брезентовий одяг зварювальника, брезентові рукавиці/
- 7 Захисні окуляри.

5 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ РОБОТИ

5.1 Вправа перша. Запалення дуги

Загальні відомості. Запалення дуги проводиться дотиком кінця електроду до зварюваного металу з подальшим швидким відведенням його на відстань 3-4 мм. До запалення дуги напруга між електродом і деталлю звичайно не менше 60 В. У момент торкання електроду до деталі напруга падає майже до нуля і після запалення дуги і нормального її горіння підтримується в межах 16-30 В.

Збудження дуги можна проводити двома прийомами (рис. 5.1):

- торканням упритул і відведенням перпендикулярно вгору. За наявності козирка на торці електроду (при повторному збудженні дуги) необхідно легкими постукуваннями його зруйнувати і

забезпечити електричний контакт металевого стержня і деталі.

- чирканням електродом як сірником. Даний спосіб зручніше, особливо при використанні нового електроду, але неприйнятний у вузьких і незручних місцях.

Дотик електроду до виробу повинен бути короткочасним, інакше він приварюється до виробу, тобто "примерзає". Відривати електрод, що примерзнув, слід різким поверненням його вправо та вліво.

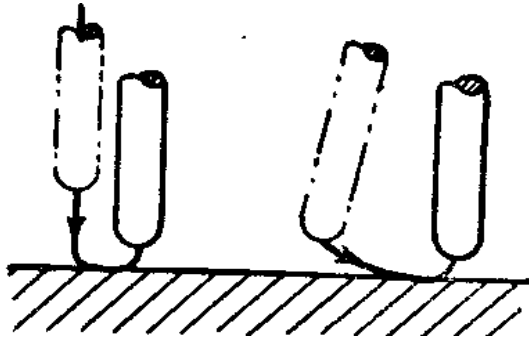


Рисунок 5.1 - Прийоми збудження дуги.

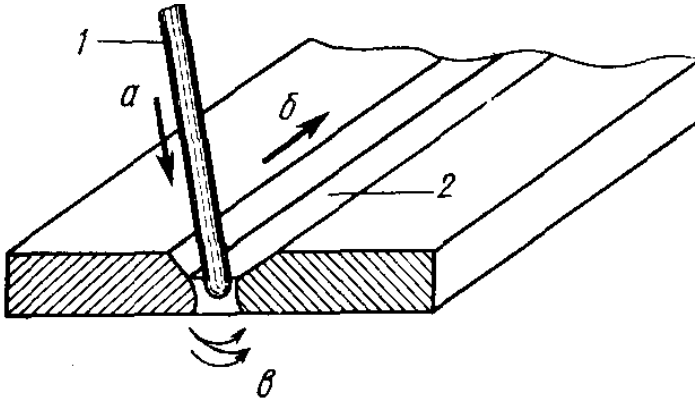
Порядок виконання вправи

1. Встановити під керівництвом викладача режими на джерелі живленні ТДМ-401.
2. Встановити сталеву пластину на столі зварювальника.
3. Включити вентиляцію.
4. Включити джерело живлення.
5. Встановити електрод.
6. Запалити дугу двома прийомами декілька разів.

5.2 Вправа друга. Виконання зварного валика

Загальні відомості. У процесі заварювання необхідно слідкувати за правильними рухами електрода, як показано на рис 5.2: а - в напрямку осі електрода 1 в зону дуги. Швидкість руху має відповідати швидкості плавлення електроду, щоб зберегти постійну довжину дуги; б – уздовж лінії зварюваного шва 2. Швидкість переміщення не повинна бути великою, оскільки метал електрода не встигатиме

сплавитися з основним металом, виникне непровар. У разі малої швидкості переміщення можливі перегрів і перепалення металу; шов виходить широкий, товстий, продуктивність зварювання низька; в – поперечні коливання застосовують для отримання розширеного шва.



Кратер що утворюється в кінці наплавленого валика необхідно ретельно заварювати.

а) в напрямку осі електрода; б) уздовж лінії зварюваного шва; в) поперечні коливання.

Рисунок 5.2 - Рухи електрода під час зварювання

Порядок виконання вправи

1. На сталевій пластині одним із способів запалити дугу.
2. Виконати вздовж накресленої лінії зварний шов завдовжки 50-60 мм без поперечних коливань електрода.
3. Після охолодження деталі відбити шлак. Оглянути виконаний валик. З викладачем визначити помилки.
4. Виконати новий валик з урахуванням помилок.
5. Повторити вправу з використанням постійного та змінного струму зварювання.

5.3 Вправа третя. Виконання шва, заварювання кратера

Загальні відомості. Заварювання кратера зварного шва необхідно виконувати кілька разовим короткочасним збудженням дуги у кінці валика. При цьому переноситься декілька крапель

електродного металу, які заповнюють кратер шва. Для полегшення процесу заварювання кратера необхідно держати зварний шов та розігрітий торець електроду у полі зору через світлофільтр. Після незначного охолодження металу шва (2-3 с) необхідно плавно піднести електрод та без ударів доторкнутися до металу зварного шва. За умов гарячого металу та торця електрода дуга збуджується легко. Після переносу декількох крапель металу електрода, дугу слід розірвати різким рухом вздовж осі електроду. Кількість таких операцій заварювання кратера залежить від розмірів шва і, як правило, складає 2-3.

Порядок виконання вправи

1. Використовуючи джерело змінного струму зварювання ТДМ-401 на сталевій пластині одним із способів запалити дугу.
2. Виконати вздовж накресленої лінії зварний шов завдовжки 50-60 мм без поперечних коливань електрода.
3. Укінці зварного шва заварити кратер.
4. Оглянувши зварний шов визначити з викладачем помилки.
5. Виконати новий валик з урахуванням помилок.
6. Скласти дві пластини устик, виконати зварне з'єднання, заварити кратер.
7. Під керівництвом викладача включити джерело постійного струму зварювання ВДУ-504. Встановити обрані режими.
8. Повторити вправу, використовуючи джерело постійного струму ВДУ-504.

5.4 Вправа четверта. Виконання розширеного шва

Загальні відомості. Поперечні коливання застосовують для отримання розширеного шва, шириною рівної (3-4) d_e . Поперечні рухи (рис. 5.3) уповільнюють охолодження металу, що наплавляється, полегшують вихід газів, шлаків і сприяють кращому сплавленню основного та електродного металу, отриманню шва високої якості.

Поперечні коливання необхідно застосовувати при зварюванні деталей різної товщини. Товщу деталь слід прогрівати сильніше за рахунок додаткових рухів електроду на її поверхні.

Поперечні коливання також необхідно застосовувати при

виконанні останнього декоративного шва при багатопрохідному зварюванні, а також при наплавленні.

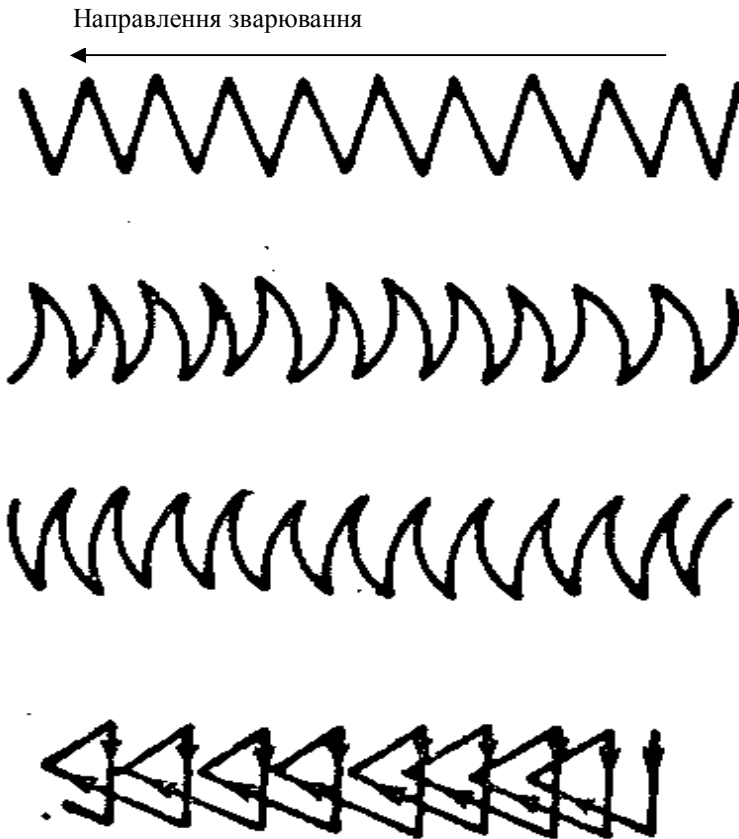


Рисунок 5.3 - Поперечні рухи електрода.

Порядок виконання вправи.

1. На сталевій пластині одним із способів запалити дугу.
2. Виконати вздовж накресленої лінії зварний шов завдовжки 50-60 мм, виконуючи поперечні коливання електрода. В кінці шва заварити кратер.
3. Після охолодження деталі відбити шлак. Оглянути виконаний валик. З викладачем визначити помилки.
4. Виконати новий валик з урахуванням помилок.

5.5 Вправа п'ята. Виконання зварного шва внапустку

Порядок виконання вправи

1. Встановити пластини, що зварюються, внапустку (рис. 5.4), величина перекриття пластин 20-30 мм.

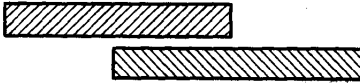


Рисунок 5.4 - Пластини зібрані для виконання з'єднання внапустку.

2. Використовуючи джерело змінного струму, виконати зварний шов до середини пластини, заварити кратер. Відбити шлакову корку. Перевірити якість виконання зварного шву. Враховуючи попередні помилки проварити останню частину шву, заварити кратер.

3. Перевернути пластину, виконати зварний шов з іншої сторони. Заварити кратер.

4. Повторити вправу, використовуючи джерело постійного струму зварювання.

5.6 Вправа шоста. Виконання кутового зварного шва в положенні "човник"

Порядок виконання вправи.

1. Встановити пластини в положення "човник" (рис. 2.1 а).
2. Використовуючи джерело змінного струму, виконати зварний шов довжиною 50-60 мм. В кінці зварного шва заварити кратер.
3. Після охолодження деталі очистити шов од шлаку. Провести огляд деталі, звертаючи увагу на положення наплавленого металу відносно осі шва. Визначити помилки.
4. Виконати новий валик з урахуванням помилок.
5. Повторити вправу, використовуючи джерело постійного струму зварювання.

5.7 Вправа сьома. Виконання кутового зварного шва в нижньому положенні

Загальні відомості. Зварювання починати з поверхні нижньої кромки, потім стержень переводити через оброблення шва на вертикальну кромку, як показано на рис. 2.1 б. Необхідно слідкувати, щоб довжина дуги під час переходу на вертикальну пластину залишалася стабільною, електрод слід рухати вздовж поверхні деталей, а не вздовж катета шва.

Порядок виконання вправи.

1. Встановити пластини що зварюються, в положення (рис. 2.1 б).
2. Виконати зварний шов довжиною 40-50 мм. В кінці зварного шва заварити кратер.
3. Після охолодження деталі очистити шов од шлаку. Провести огляд деталі, звертаючи увагу на положення наплавленого металу відносно осі шва. Визначити помилки.
4. Виконати новий валик з урахуванням помилок.

6 ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Звіт повинен містити схеми зварних з'єднань, які вкаже викладач.
2. Розрахунок струму для зварювання електродами діаметром 3, 4 та 5 мм. Порівняльний аналіз розрахункових режимів з режимами вказаними виробниками на пачці електродів.
3. Схематичне зображення положення отриманого шву, аналіз допущених помилок зварювання та методи їх уникнення.

7 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

- 1 До лабораторних робіт допускаються студенти після інструктажу з охорони праці і пожежної безпеки.
- 2 Забороняється включати електричні прилади без дозволу

завідувача лабораторією чи викладача.

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

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

5 У випадку виникнення пожежі чи поразки електричним струмом студенти діють у відповідності з 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. / Редкол.: 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.

4. Хренов К.К. Сварка, резка и пайка металлов. – М.: Машиностроение. - 1973. – 408 с.