

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до практичних занять №7
“Режими зварювання під флюсом”
з дисципліни "Навчальний практикум" для студентів спеціальності
131 «Прикладна механіка» заочної форми навчання

2016

Методичні вказівки до практичних занять №7 “Режими зварювання під флюсом” 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
2.1	Сила зварювального струму	5
2.2	Напруга на дузі	6
2.3	Швидкість зварювання	6
2.4	Діаметр електродного дроту.....	7
2.5	Рід струму та полярність	8
2.6	Швидкість подачі електродного дроту	8
2.7	Виліт електрода	9
2.8	Нахил електрода уздовж шва	9
2.9	Нахил виробу	10
2.10	Марка флюсу і його грануляція.....	11
2.11	Обробка кромки під зварювання й величина зазорів при збиранні	11
2.12	Попередній підігрів і наступна термічна обробка	12
3	КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ	12
4	МАТЕРІАЛИ, ОБЛАДНАННЯ	12
5	ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ РОБОТИ	13
6	ЗМІСТ ЗВІТУ	13
7	ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ	14
	ЛІТЕРАТУРА	14

1 МЕТА РОБОТИ

Отримання практичних навиків виконання зварних з'єднань автоматичним зварюванням на різних режимах.

2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Режим зварювання - це сукупність основних контрольованих параметрів, що визначають умови зварювання. Контрольовані параметри називають елементами режиму зварювання, які розділяють на основні й додаткові, що впливають на якість і продуктивність процесу зварювання, і так само на геометричні розміри й форму шва.

Для автоматичного зварювання під флюсом основними елементами режиму є:

- сила й полярність зварювального струму;
- швидкість подачі електродного дроту;
- напруга на дузі;
- діаметр електрода;
- швидкість зварювання.

Додаткові елементи режиму це:

- виліт електрода;
- склад флюсу і його грануляція;
- положення електрода у просторі (нахил електрода уздовж і поперек шва);
- нахил виробу при зварюванні;
- обробка кромки;
- величина зазору;
- початкова температура виробу;
- термічна обробка після зварювання.

Всі елементи режиму зварювання зв'язані між собою й впливають один на одного. Зміна одного елемента викликає зміну інших, і це враховують при розробці режиму зварювання. Однак при розгляді питання впливу одного елемента режиму зварювання на формування шва приймають допущення про сталість інших елементів.

2.1 Сила зварювального струму

Сила зварювального струму залежить від швидкості подачі електрода. Зі збільшенням швидкості подачі сила зварювального струму зростає. Зі зростанням зварювального струму збільшується глибина проплавлення. При збільшенні струму (рис. 2.2 *a*) зростає кількість тепла, що виділяється дугою і, як наслідок, веде до збільшення тиску газів у флюсогазовому міхурі. У результаті цього рідкий метал зварювальної ванни більш інтенсивно витісняється з-під дуги й відкидається назад, убік, протилежний до напрямку зварювання. Товщина прошарку рідкого металу під дугою зменшується, що призводить до збільшення глибини проплавлення основного металу й частки участі його у формуванні шва. Ширина шва при цьому майже не збільшується.

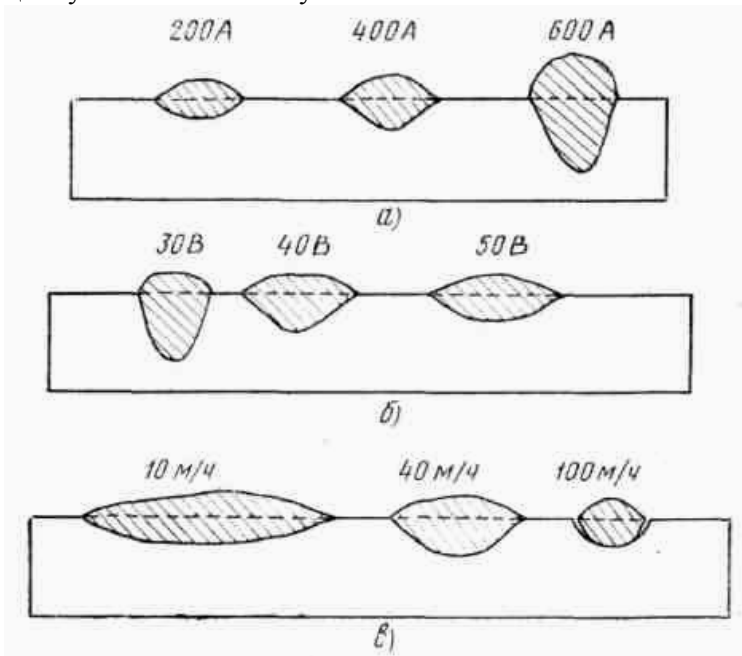


Рисунок 2.2 - Вплив сили зварювального струму (*a*), напруги на дузі (*б*) і швидкості зварювання (*в*) на геометричні розміри й форму шва

Для забезпечення стійкого процесу зварювання й підтримки певної довжини дуги одночасно зі збільшенням зварювального струму необхідно збільшити швидкість подачі електродного дроту, а це спричинить збільшення висоти посилення шва.

2.2 Напруга на дузі

Із всіх параметрів режимів механізованих способів зварювання напруга на дузі (рис. 2.2 б) впливає на ширину шва. З підвищенням напруги на дузі збільшується її довжина й рухливість, у результаті чого зростає частка тепла, що йде на плавлення поверхні основного металу й флюсу. Це призводить до значного збільшення ширини шва, причому глибина провару зменшується, що особливо важливо при зварюванні тонкого металу. Трохи зменшується й висота посилення шва.

З підвищенням напруги зростає довжина дуги й окислюваність легуючих домішок, особливо вуглецю. При дуже малій напрузі на дузі виходить вузький і високий валик з поганим формуванням.

З підвищенням напруги на дузі збільшення ширини шва залежить також і від роду струму. При тих самих напругах на дузі ширина шва при зварюванні на постійному струмі, а особливо при зворотній полярності, значно більше ширини шва, звареного на змінному струмі.

2.3 Швидкість зварювання

Вплив швидкості зварювання (рис. 2.2 в) на глибину провару й ширину шва носить складний характер.

При невеликих швидкостях зварювання (10-12 м/ч) глибина провару мінімальна. Зі збільшенням швидкості зварювання (від 12 до 25 м/год) глибина провару збільшується (рис. 2.3). При подальшому підвищенні швидкості зварювання глибина провару зменшується. На ширину шва швидкість зварювання впливає у зворотній залежності. Зі збільшенням швидкості зварювання ширина шва зменшується.

Спочатку при збільшенні швидкості зварювання стовп дуги все більше витісняє рідкий метал назад, товщина прошарку рідкого металу під дугою зменшується й глибина провару зростає. При подальшому збільшенні швидкості зварювання (більше 40-50 м/год) помітно зменшується погонна енергія зварювання (кількість тепла, що виділяється на одиницю довжини шва) і глибина провару починає зменшуватися. Як у цьому, так і в іншому випадку, при збільшенні швидкості зварювання ширина шва постійно зменшується. При швидкості зварювання більше 70 - 80 м/год основний метал не встигає досить прогріватися, у результаті чого по обидва боки шва можливі несплавлення. Без застосування спеціальних технологічних прийомів швидкість зварювання не повинна перевищувати 60 м/год. При необхідності вести зварювання на більших швидкостях застосовують спеціальні методи (дводугове зварювання, зварювання трифазною дугою й ін.).

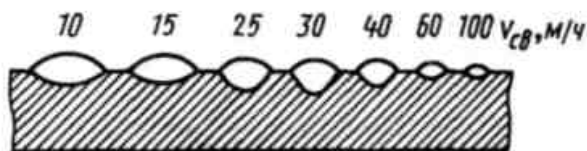


Рисунок 2.3 - Вплив швидкості зварювання на форму шва.

2.4 Діаметр електродного дроту

При збільшенні діаметра електродного дроту й незмінному зварювальному струмі щільність, тобто густина струму, на електроді зменшується. При цьому підсилюється блукання дуги між кінцем електрода й поверхнею зварювальної ванни, що приводить до зростання ширини шва й зменшенню глибини провару. І навпаки, при зменшенні діаметра електродного дроту щільність струму в ньому збільшується, зменшується блукання дуги, відбувається концентрація тепла на малій площі зварювальної ванни й глибина провару зростає. Ширина шва при цьому зменшується. Це дозволяє при зварюванні тонким електродним дротом, порівняно на невеликих струмах, одержати досить глибокий провар.

2.5 Рід струму та полярність

Характер залежності основних параметрів режимів зварювання на форму й розміри шва при змінному струмі приблизно такий же, як і на постійному.

При зварюванні на змінному струмі глибина провару на 15-20 % менше, ніж при зварюванні на постійному струмі зворотної полярності (плюс на електроді). Зварювання на постійному струмі зворотної полярності забезпечує глибину провару на 40-50 % більшу, ніж зварювання на постійному струмі прямої полярності, що пояснюється різною кількістю тепла, що виділяється на катоді (мінус) і аноді (плюс). Тепло на аноді виділяється в результаті бомбардування його потоком електронів, а на катоді - у результаті бомбардування позитивно зарядженими іонами. При зварюванні на повітрі ручним дуговим зварюванням більше тепла виділяється на аноді, тому що анод бомбардується електронами. При зварюванні майже під всіма флюсами в результаті зростання кінетичної енергії позитивно заряджених іонів, що бомбардують катод, більше тепла буде виділятися на катоді. Виходячи із цього, при автоматичному й напівавтоматичному дуговому зварюванні під флюсом постійним струмом, як правило, застосовується зворотна полярність, при якій більше розплавляється основний метал.

2.6 Швидкість подачі електродного дроту

Цей параметр режиму зварювання тісно пов'язаний із силою зварювального струму й напругою на дузі. Для стійкого процесу зварювання швидкість подачі електродного дроту повинна дорівнювати швидкості її плавлення. При недостатній швидкості подачі електродного дроту можливі періодичні обриви дуги. При занадто великій швидкості подачі відбуваються часті короткі замикання електрода на зварювальну ванну. Все це веде до непроварів і поганого формування зовнішнього виду шва.

2.7 Виліт електроду

Зі збільшенням вильоту електроду (відстань від місця підведення струму до поверхні виробу) зростає інтенсивність його попереднього підігріву минаючим зварювальним струмом. Електрод плавиться швидше, а основний метал залишається порівняно холодним. Крім того, збільшується довжина дуги, що призводить до зменшення глибини провару й деякому збільшенню ширини шва.

2.8 Нахил електроду уздовж шва

Звичайно зварювання виконується вертикальним електродом (рис. 2.4 *a*). В окремих випадках зварювання може вестися кутом уперед і кутом назад.

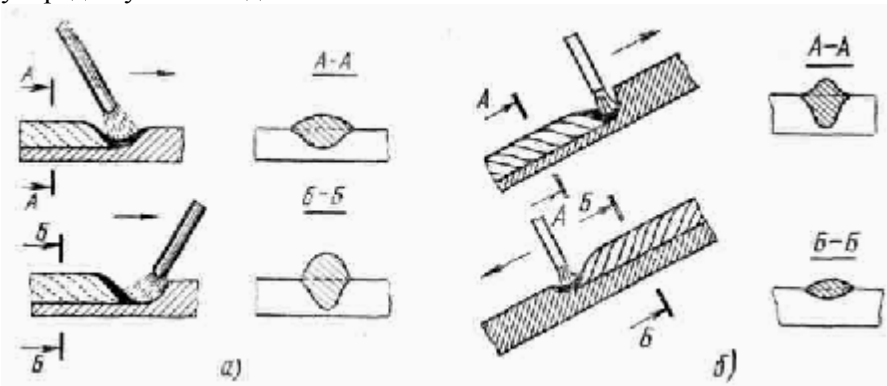


Рисунок 2.4 - Вплив кута нахилу електроду (*a*) і кута нахилу виробу (*б*) на геометричні розміри й форму шва

При зварюванні кутом уперед рідкий метал підтікає під дугу, товщина прошарку рідкого металу збільшується й глибина провару зменшується. Зменшується також висота посилення шва, але помітно зростає його ширина. Це дозволяє використати зварювання кутом уперед при зварюванні металу невеликої товщини. Крім того, при зварюванні кутом уперед краще проплавляються зварювані кромки, що, дає можливість робити зварювання на підвищених швидкостях.

При зварюванні кутом назад рідкий метал тиском газів витісняється з-під дуги. Товщина прошарку рідкого металу під нею зменшується й глибина провару збільшується. Збільшується також висота посилення шва, але значно зменшується ширина його. Через глибокий провар і недостатній прогрів кромки, що зварюються, можливо несплавлення основного металу з наплавленим (крайовий непровар) і утворення пористості шва. З огляду на це, зварювання кутом назад знаходить обмежене застосування. Застосовують його, як правило, при зварюванні великих товщин на незначних швидкостях, наприклад при дводуговому зварюванні або для зварювання кільцевих швів невеликого діаметра.

2.9 Нахил виробу

Звичайно автоматичне й напівавтоматичне зварювання під флюсом здійснюється при горизонтальному положенні виробу (рис. 2.4 б). Можливе зварювання знизу нагору (на підйом) або зверху вниз (на спуск).

При зварюванні на підйом рідкий метал під дією власної маси впливає з-під дуги, прошарок рідкого металу зменшується, що призводить до збільшення глибини провару й зменшенню ширини шва. При куті нахилу більше $6-8^\circ$ з обох сторін шва можуть утворитися підрізи. Зовнішній вид шва при цьому погіршується.

При зварюванні на спуск розплавлений метал підтікає під дугу, що призводить до збільшення товщини прошарку рідкого металу. Глибина провару при цьому зменшується. Зварювання на спуск дозволяє трохи збільшити швидкість зварювання при гарному формуванні шва. Невелика глибина провару дозволяє застосовувати цей спосіб при зварюванні тонкого металу. При куті нахилу більше $15-20^\circ$ відбувається сильне розтікання електродного металу, що тільки натікає на поверхню виробу, але не сплавляється з ним.

2.10 Марка флюсу і його грануляція

Різні флюси мають різні стабілізуючі властивості. З підвищенням стабілізуючих властивостей флюсу збільшується довжина дуги й напруга на ній, у результаті чого зростає ширина шва й зменшується глибина провару. Чим крупніше флюс, тим менше його об'ємна (насипна) вага. Флюси з малою об'ємною вагою (грубозернисті скло- й пемзо-подібні) утворюють менший тиск на газову порожнину зони зварювання, що сприяє одержанню більш широкого шва з меншою глибиною провару. Застосування дрібнозернистих флюсів з більшою об'ємною вагою призводить до збільшення глибини провару й зменшенню ширини шва.

2.11 Обробка кромки під зварювання й величина зазорів при збиранні

Ці фактори режиму роблять в основному вплив на частку основного й електродного металу у шві (рис. 2.5).

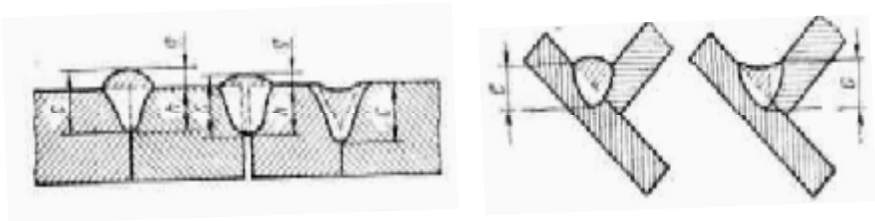


Рисунок 2.5 - Вплив обробки кромки і величини зазору на форму шва й частку основного металу в ньому

Зі збільшенням зазору або кута обробки кромки зменшується частка основного металу у шві. Глибина провару при цьому трохи зростає, а висота посилення шва зменшується. Загальна товщина шва при цьому залишається приблизно однією й тією ж.

2.12 Попередній підігрів і наступна термічна обробка

Ці операції здійснюють звичайно при зварюванні високовуглецевих і деяких сортів високолегованих сталей, що гартуються.

Режими зварювання визначаються розрахунковим або дослідним шляхом та у виді таблиць, що в довідниках або в інструкціях з експлуатації автоматів чи напівавтоматів.

3 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

3.1 Якими параметрами характеризують розміри та форму шва?

3.2 Як визначити частку основного металу?

3.3 Як залежить сила струму від швидкості подачі електроду?

3.4 Як збільшити глибину проплавлення?

3.5 Яким чином можна зменшити частку участі основного металу?

3.6 Якими технологічними параметрами можливо зменшити вигоряння легуючих елементів?

3.7 Яким чином можна збільшити ширину валика при наплавленні?

4 МАТЕРІАЛИ, ОБЛАДНАННЯ

4.1 Зварювальний автомат А1416, оснащений джерелом живлення ВДУ 1201.

4.2 Зварювальний дріг Св-08А, \varnothing 4-5 мм. Сталеві пластини 200×400×(3-20) мм, флюс АН-348 або АН-20.

4.3 Захисна маска та брезентовий одяг зварювальника, брезентові рукавиці. Захисні окуляри (ГОСТ 12.4.013-85).

4.4 Молоток зварювальника.

4.5 Штангенциркуль з глибиноміром.

5 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ РОБОТИ

1 Перед увімкненням автомата та джерела живлення необхідно перевірити стан заземлення, наявність зварювального дроту та надійність фіксації бухти з дротом.

На наступних режимах струм зварювання $I_{зв} = 400-700$ А, напруга на дузі $U_d = 30-32$ В, швидкість зварювання $V_{зв}=20-50$ м/год, виліт електроду 60 мм виконати зварний валик завдовжки 150-200 мм. Наступні валики виконати з напругою 38-40 В та 48-50 В. Заміряти та порівняти ширину та висоту посилення валиків.

2. Встановити вихідні параметри першого валика струму зварювання $I_{зв} = 400-700$ А, напруга на дузі $U_d = 30-32$ В, швидкість зварювання $V_{зв}=20-50$ м/год, виліт електроду 60 мм. Встановити електрод уздовж шва з нахилом 40° . Виконати валики кутом уперед та кутом назад. Заміряти та порівняти ширину та висоту посилення валиків з параметрами першого валика (див. 1).

3. Встановити вихідні параметри першого валика струму зварювання $I_{зв} = 400-700$ А, напруга на дузі $U_d = 30-32$ В, швидкість зварювання $V_{зв}=20-50$ м/год. Виконати валики з вильотом електроду 80 та 100 мм. Заміряти та порівняти ширину та висоту посилення валиків з параметрами першого валика.

6 ЗМІСТ ЗВІТУ

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

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

3. Оборудование и технология автоматической и полуавтоматической сварки. – М.: Высш. школа, 1981. - 296 с.