

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

з лабораторних і практичних робіт до вивчення дисципліни

**“Технологія конструкційних матеріалів.
Зварювальне виробництво”**

Електронне видання

Київ - 2017

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

з лабораторних і практичних робіт до вивчення дисципліни

**“Технологія конструкційних матеріалів.
Зварювальне виробництво”**

*Рекомендовано
Вченою радою ММІ
Протокол № 2 від 25.09.2017р.*

Київ - 2017

Методичні вказівки з лабораторних і практичних робіт до вивчення дисципліни «Технологія конструкційних матеріалів. Зварювальне виробництво» для студентів усіх спеціальностей.

Укл.: В.В. Джемелінський, Ю.В. Ключников, О.Т. Сердітов, А.М. Лутай, В.Л. Дубнюк. - К., НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського », 2017. 35 с. Електронне видання.

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

Методичні вказівки з лабораторних і практичних робіт до вивчення дисципліни

“Технологія конструкційних матеріалів. Зварювальне виробництво”

Укладачі:
проф. Джемелінський В.В.
доц. Ключников Ю.В.
доц. Сердітов О.Т.
ст. викл. Лутай А.М.
ст. викл. Дубнюк В.Л.

Відповідальний редактор М.І. Анякін

Рецензент:
Шевченко О.В.

ЗМІСТ

<u>Вступ</u>	<u>3</u>
<u>Лабораторна робота № 51 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ДУГОВОГО ЗВАРЮВАННЯ (ВИЗНАЧЕННЯ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ФОРМУ ТА РОЗМІРИ ЗВАРЮВАЛЬНОГО ШВА).....</u>	<u>4</u>
<u>Практична робота № 52</u>	
<u>ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТІВ НАПЛАВЛЕННЯ, РОЗПЛАВЛЕННЯ, ВИГОРАННЯ І РОЗБРИЗКУВАННЯ ПРИ ЗВАРЮВАННІ У ВУГЛЕКИСЛОМУ ГАЗІ ПЛАВКИМ ЕЛЕКТРОДОМ.....</u>	<u>9</u>
<u>Практична робота № 53 БУДОВА ТА НАЛАГОДЖЕННЯ НА ЗАДАНИЙ РЕЖИМ РОБОТИ ЗВАРЮВАЛЬНОГО ТРАКТОРА.....</u>	<u>13</u>
<u>Лабораторна робота № 56 ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ РЕЖИМУ ТОЧКОВОГО КОНТАКТНОГО ЗВАРЮВАННЯ НА РОЗМІРИ ЗВАРНИХ ТОЧОК.....</u>	<u>20</u>
<u>Практична робота № 57 БУДОВА І НАЛАГОДЖУВАННЯ МАШИН ТИПУ МШ-1001 ДЛЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО КОНТАКТНОГО ЗВАРЮВАННЯ НА ЗАДАНИЙ РЕЖИМ РОБОТИ</u>	<u>25</u>
<u>Практична робота № 58 ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ РЕЖИМУ ГАЗОВОГО ЗВАРЮВАННЯ СТАЛЕВИХ ВИРОБІВ</u>	<u>32</u>
<u>Вимоги</u>	<u>36</u>
<u>Література.....</u>	<u>35</u>

ВСТУП

В лабораторному практикумі враховано досвід викладання дисципліни на кафедрі лазерної техніки та фізико-технічних технологій НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського». До методичних вказівок входять матеріали для проведення лабораторних робіт і практичних занять з розділу «Зварювальне виробництво».

Зміст кожної лабораторної та практичної роботи включає мету роботи, короткі теоретичні відомості для підготовки до її самостійного виконання, опис необхідного устаткування, інструментів і заготовок, методичні рекомендації щодо порядку виконання та розрахунків, складання письмових звітів.

З метою оволодіння знаннями та уміннями, а також набуття практичних навичок зміст кожної лабораторної роботи включає елементи наукових досліджень.

Для перевірки готовності до виконання роботи у кожній лабораторній та практичній роботі наведені контрольні запитання.

Перед початком кожної лабораторної роботи рекомендується проводити інструктаж з техніки безпеки.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 51
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ДУГОВОГО ЗВАРЮВАННЯ
(ВИЗНАЧЕННЯ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ФОРМУ ТА
РОЗМІРИ ЗВАРЮВАЛЬНОГО ШВА)

Мета роботи: Ознайомитись з обладнанням поста ручного зварювання електродом, навчитися визначати характеристики режимів ручного дугового зварювання для отримання надійних нероз'ємних з'єднань твердих тіл.

Теоретичні відомості

Зварюванням називають процес отримання нероз'ємних з'єднань матеріалів за рахунок міжмолекулярних або міжатомних сил зчеплення. Дугове зварювання відноситься до термічного класу зварювання ("зварювання плавленням"), яке ґрунтується на частковому плавленні елементів з'єднання – основного і присадного металу (металу електроду) за рахунок горіння електричної дуги. В результаті кристалізації металу зварювальної ванни утворюється зварний шов.

Дуга становить потужний електричний розряд в іонізованій атмосфері газів і парів металів. Іонізація газового проміжку при дуговому зварюванні в основному зумовлена електронною емісією з гарячого катода. Електричні властивості дуги описуються її статичною вольт-амперною характеристикою 2 (рис. 51.1), яка характеризує залежність між напругою та силою зварювального струму дуги. Температура у стовпі дуги досягає 6500...7000°C.

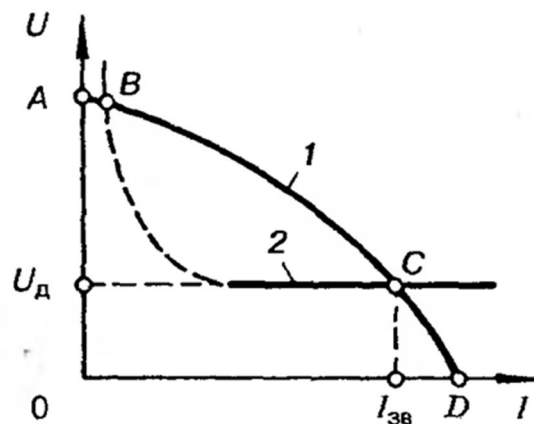


Рис. 51.1. Характеристики джерела зварювального струму (1) і зварювальної дуги (2). A – точка холостого ходу; B – точка запалювання дуги; C – точка стабільного горіння дуги; D – точка короткого замикання.

Для забезпечення стабільного режиму зварювання джерела живлення зварювальної дуги повинні мати певну зовнішню характеристику 1 (рис. 51.1) – це є графічна залежність між напругою на затискачах джерела струму і струмом навантаження. Для ручного дугового зварювання кращі результати дає спадна зовнішня характеристика.

Для полегшення запалювання дуги за рахунок додаткової іонізації газового середовища у дузі використовують осцилятор.

Дугові способи зварювання у порівнянні з іншими способами зварювання мають ряд переваг: висока концентрація теплоти і продуктивність процесу, відносна універсальність, можливість зварювання у будь яких просторових положеннях; просте й недороге обладнання, стабільні і порівняно високі властивості зварного шва.

Ручне дугове зварювання (рис. 51.2) здійснюється відкритою дугою на постійному або змінному струмах з використанням неплавких електродів (з вольфраму або графіту) та плавких – металевих стрижнів діаметром 1,6...12 мм з нанесеним на них покриттям, яке сприяє стабілізації горіння дуги, захищає розплавлений метал від взаємодії з зовнішнім середовищем та забезпечує розкислення та легування (при зварюванні легованих сталей або для паплавлення) металу зварювального шва.

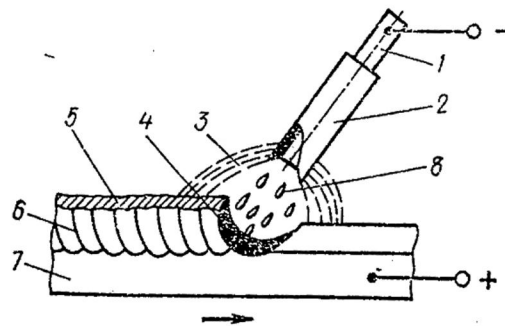


Рис. 51.2. Схема ручного зварювання електродом з покриттям.
 1 – металевий стрижень; 2 – покриття електрода; 3 – газова атмосфера дуги; 4 – зварювальна ванна; 5 – затверділий шлак; 6 – закристизований метал шва; 7 – основний метал; 8 – краплі розплавленого електродного металу.

Елементами геометричної форми зварного шва є: при стикових з'єднаннях (рис. 51.3, а) – ширина шва b , глибина провару h_{np} , висота опуклості шва h_{on} , при таврових, кутових з'єднаннях і з'єднаннях внапусток (рис. 51.3, б) – ширина шва b , висота шва h і катет шва k .

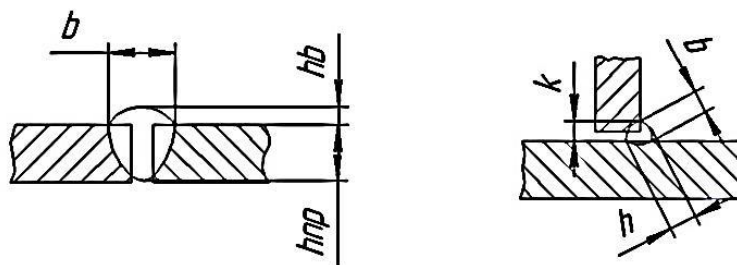


Рис. 51.3. Елементи геометричної форми зварного шва.

На якість і працездатність зварного з'єднання, яке виконують дуговим зварюванням, впливають не тільки конструктивні елементи шва, але й відношення ширини однопрохідного шва до інших розмірів шва, або так звані

коефіцієнти форми шва: коефіцієнт форми $\psi_{np} = \frac{b}{h_{np}}$ може змінюватись в

межах 0,5...4,0 та коефіцієнт форми опуклості (форми валика) $\psi_{on} = \frac{b}{h_{on}}$, не

повинен виходити за межі 7...10.

Під режимом зварювання розуміють сукупність умов, які створюють стійке протікання процесу зварювання: стабільне горіння дуги, отримання зварних швів необхідних розмірів, форми і якості. Режим зварювання містить у собі і низку параметрів, які поділяють на основні та додаткові. До основних параметрів режиму дугового зварювання відносять величину, рід і полярність струму, діаметр електрода, напругу, швидкість зварювання і коливання електрода. До додаткових – покриття електрода, початкову температуру основного металу, положення електрода у просторі і положення виробу у процесі зварювання.

Зі збільшенням величини зварювального струму розмір шва збільшується. Вплив роду струму і полярності на розміри шва можна пояснити різницею кількості тепла, що виділяється на аноді і катоді. При зварюванні на постійному струмі прямої полярності на аноді дуги виділяється тепла менше і глибина провару на 40...50 % менше ніж при зварюванні на зворотній полярності і на 15...20 % менше ніж при зварюванні на змінному струмі.

Збільшення діаметра електрода при незмінному зварювальному струмі призводить до посилення блукання активної плями по перерізу кінця електрода і поверхні зварювальної ванни, внаслідок чого глибина провару і опуклість шва зменшуються, а ширина шва зростає. Зменшення діаметру при тому ж струмі призводить до зростання густини струму, що спричиняє збільшення глибини провару, зменшення ширини шва і збільшення висоти опуклості.

Напруга в дузі залежить, в основному, від довжини дуги (відстань від кінця електрода до поверхні заготовок): збільшення довжини дуги призводить до збільшення напруги. Збільшення напруги дуги призводить до збільшення її рухливості, внаслідок чого значно зростає ширина шва, помітно зменшується опуклість шва, а глибина проплавлення залишається майже незмінною.

Збільшення швидкості зварювання призводить до сильного відхилення стовпа дуги у бік, протилежний напрямку зварювання, внаслідок чого збільшується горизонтальна складова тиску дуги на розплавлений метал зварювальної ванни, зі споду дуги витискається більше рідкого металу, товщина шару рідкого металу під дугою зменшується, і глибина проплавлення при зростанні швидкості зварювання зростає. Це спричинює скорочення площі перерізу шва, зменшення ширини шва, збільшення частки участі основного металу у металі шва. При подальшому збільшенні швидкості зварювання тривалість теплової дії дуги на метал і глибина провару зменшуються, а при значній швидкості зварювання буде відсутнє сплавлення основного металу з металом шва.

Коліванням кінця електрода поперек шва користуються для утворення розширеного валика, для чого електроду надають поперечні коливальні рухи зазвичай з постійною частотою і амплітудою, одночасно з поступальним рухом електрода.

З метою полегшення праці зварювальника і підвищення продуктивності у промисловості застосовують різні високопродуктивні способи зварювання. Наприклад, використовують зварювання пучком електродів. Зварювання пучком електродів – ручне зварювання електродом, яке здійснюється з використанням одночасно кількох штучних електродів з якісним покриттям. Електроди зв'язують між собою у кількох місцях дротом. Струм підводять одночасно до всіх електродів, а дуга горить по черзі між окремими електродами пучка і виробом. Для наплавлення застосовують пучки, у яких електроди розташовані в один ряд у вигляді гребеня; для власне зварювальних робіт використовують пучки, які мають переріз у формі трикутника, квадрата. Подача в зону дуги кількох штучних електродів, замість одного, сприяє підвищенню продуктивності зварювання за рахунок меншого розігрівання стрижнів внутрішнім теплом, ніж при зварюванні одним електродом при тому ж струмі. Тому при зварюванні пучком можна встановлювати більший струм.

Вибір режиму зварювання

Режим ручного дугового зварювання залежить від діаметра електрода, сили зварювального струму, напруги на дузі та швидкості зварювання.

Діаметр електрода d_e , мм, обирають за товщиною деталей, що зварюються (Таблиця 51.1).

Таблиця 51.1

Вибір діаметра електрода в залежності від товщини металу

Товщина металу, мм	1...2	3	4...5	6...12	13 і більше
Діаметр електрода, мм	1,5...2,5	3	3...4	4...5	5 і більше

Сила зварювального струму $I_{зв}$, А, визначається за діаметром електрода.

Для діаметрів 3...6 мм її визначають за формулою: $I = K d_e$, де d_e – діаметр електрода, мм; коефіцієнт, що дорівнює 40...60 – для електродів із стрижнем із низьковуглецевої сталі; 30...40 – для електродів із стрижнем з високолегованої сталі.

Швидкість зварювання $V_{зв}$, м/год залежить від сили зварювального струму, конструкції зварювального шва, умов зварювання:

$$V_{зв} = 10^{-2} \alpha_n I_{зв} / (\rho F_n),$$

де α_n – коефіцієнт наплавлення, г/(А·год) (при ручному зварюванні покритими електродами $\alpha_n = 8...12$ г/(А·год); ρ – густина металу, г/см³; F_n – площа поперечного перетину зварного шва, см².

Для ручного зварювання електродами $d_e = 3...6$ мм сила зварювального струму становить 120...150 А, а швидкість зварювання 6...12 м/год.

Обладнання, матеріали, інструменти і заготовки

1. Джерела зварювального струму (зварювальний трансформатор та випрямляч), пост зварювання.
1. Зразки розмірами 100x300мм різної товщини 2...13 мм з листової низьковуглецевої сталі.
2. Електроди марки АНО-6, Ø4...6 мм.
3. Штангенциркуль і металева лінійка.

4. Вольтметр, амперметр.

Порядок проведення роботи

1. Залежно від товщини зразків, визначити d_e , $I_{зв}$, $V_{зв}$ – відповідно до завдання викладача.
2. Провести наплавлення валиків на заготовки при запропонованих режимах (табл. 51.2).

Таблиця 51.2.

№ п/п	Рід струму, його полярність, кількість електродів	$I_{зв}$, А	$U_{зв}$, В	$V_{зв}$, м/год	$h_{пр}$, мм	$h_{оп}$, мм	b , мм	$\Psi_{пр}$	$\Psi_{оп}$	l , мм/ t , сек
1	Постійний, пряма, 1 електрод									
2	Постійний, зворотна, 1 електрод									
3	Змінний, 1 електрод									
4	Постійний, зворотна, 2 електроди									
5	Постійний, зворотна, 3 електроди									

3. Приготувати макрошліфи швів і виміряти геометричні розміри перерізів швів – величини b , $h_{пр}$, $h_{оп}$.
4. Зробити потрібні обчислення ($V_{зв}$, $\Psi_{пр}$, $\Psi_{оп}$).
5. Заповнити таблицю 51.2.
6. Побудувати суміщені графіки залежності $\Psi_{пр}$ і $\Psi_{оп}=f(n$ електродів у пучку) (рис. 51.4).

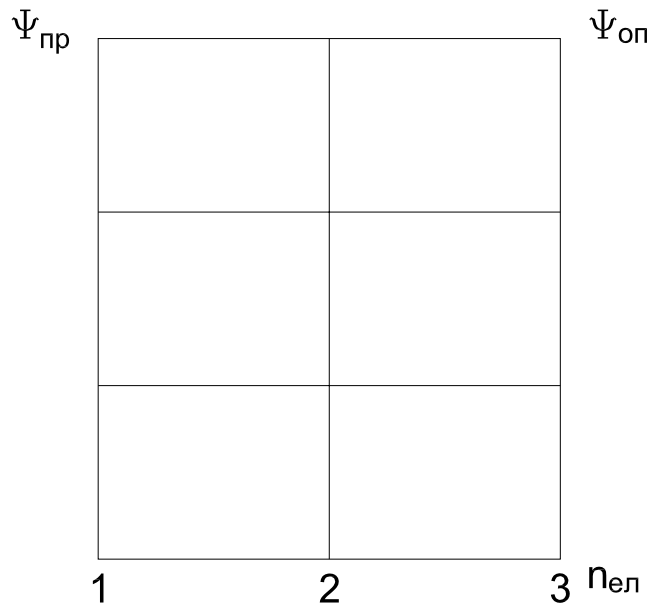


Рис. 51.4. Залежність $\Psi_{пр}$ і $\Psi_{оп}$ від кількості електродів у пучку.

Підготовка звіту по роботі

Звіт по роботі повинен мати: номер, назву та мету роботи; короткі теоретичні відомості з рис. 51.1, 51.2, 51.3; табл. 51.1 і рис. 51.4; висновок.

Контрольні запитання

1. Дайте визначення фізичної сутності зварювання.
2. Яке обладнання необхідне для ручного дугового зварювання.?
3. Яке призначення електродного покриття?
4. Як визначити оптимальні величини сили струму і напруги для стабільного горіння електричної дуги при ручному дуговому зварюванні?
5. Які основні параметри зварювального шва при ручному дуговому зварюванню та які фактори впливають на них?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 52 **ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТІВ НАПЛАВЛЕННЯ, РОЗПЛАВЛЕННЯ,** **ВИГОРАННЯ І РОЗБРИЗКУВАННЯ ПРИ ЗВАРЮВАННІ У** **ВУГЛЕКИСЛОМУ ГАЗІ ПЛАВКИМ ЕЛЕКТРОДОМ**

Мета роботи: Ознайомитись з обладнанням поста зварювання у CO₂ плавким електродом; визначити коефіцієнти наплавлення, розплавлення, вигорання і розбризкування при зварюванні у вуглекислому газі плавким електродом.

Теоретичні відомості

Спосіб зварювання, що досліджується, відноситься до дугового зварювання в захисних газах. Суть способу зварювання в захисних газах полягає в тому, що для захисту розплавленого металу від шкідливої дії кисню і азоту повітря у зону дуги, яка горить між зварюваним виробом і плавким або неплавким електродом, крізь сопло пальника безперервно подається струмінь захисного газу, що відтискає повітря від місця зварювання. В якості захисних газів використовують інертні гази (аргон і гелій), які не взаємодіють з розплавленим металом, і активні гази (вуглекислий газ, водень, азот, пари води, а також їхні суміші), які частково взаємодіють з розплавленим металом.

Інертні гази використовують для зварювання хімічно активних металів, а також тоді, коли потрібно дістати зварні шви, однорідні зі складом основного і присадного металів.

Аргонодугове зварювання здійснюють неплавким (переважно вольфрамовим) і плавким електродом. Неплавкі електроди призначені лише для збудження і підтримання горіння дуги; для заповнення місця розкриття між кромками зварюваних виробів у зону зварювання подається присадний метал у вигляді прутків або дроту. За хімічним складом вони близькі до основного металу.

Зварювання неплавким електродом здійснюють на постійному і змінному струмі ручним, напівавтоматичним і автоматичним способами. Постійним струмом на прямій полярності зварюють корозієстійкі і жароміцні сталі, мідь та її сплави, нікель і його сплави, титан, цирконій, молібден та деякі інші метали завтовшки 0,1...6,0 мм. Змінним струмом зварюють алюміній, магній і їхні сплави. При цьому в ті напівперіоди, коли катодом є виріб, його поверхня

бомбардується важкими позитивними іонами аргону і відбувається так зване катодне розпилення тугоплавких оксидних плівок алюмінію або магнію. Тому відпадає потреба в застосуванні флюсів для їх видалення.

Зварювання плавким електродом здійснюють тільки автоматичним і напівавтоматичним способами. Його застосовують для зварювання алюмінію, магнію і їхніх сплавів, а також корозієстійких сталей. Зварювання виконують на постійному струмі при зворотній полярності.

При напівавтоматичному зварюванні використовують спеціальні шлангові напівавтомати, в яких подача зварювального дроту в зону зварювання здійснюється не крізь шланг, а крізь тримач. Для цього в самому тримачі є ролики, які дають змогу застосовувати м'який невеликого діаметра дріт, починаючи від 0,8 мм.

Аргонодугове зварювання в ряді випадків застосовують в суміші з активними газами. Це покращує стабільність горіння дуги, збільшує глибину проплавлення, поліпшує формування швів, зменшує розбрикування, покращує перенесення металу в дузі, підвищує продуктивність зварювання. Так, добавка 1...5 % кисню до аргону, який застосовують для зварювання маловуглецевої і легованої сталі, сприяє перетворенню крапельного перенесення металу в дузі в струменеве. Це дає змогу одержати більш щільні шви і збільшити продуктивність зварювання. Метод зварювання плавким електродом забезпечує високі швидкості зварювання (200...300 м/год).

Основним недоліком зварювання в інертних газах є їхня дефіцитність і висока вартість. До переваг цього способу належать: 1) висока продуктивність; 2) висока якість зварних швів; 3) можливість зварювати алюміній, магній та їхні сплави без флюсів, які також є дорогими, дефіцитними і потребують копіткого очищення виробів після зварювання; 4) можливість візуально спостерігати процес зварювання і виконувати зварні з'єднання в будь-яких просторових положеннях.

Зварювання у вуглекислому газі характеризується високою продуктивністю і низькою вартістю, внаслідок чого цей спосіб застосовується для зварювання маловуглецевих, низьколегованих і деяких високолегованих сталей. Зварювання у вуглекислому газі здійснюють плавким електродом переважно напівавтоматичним способом. Живлять зварювальну дугу від джерела постійного струму із жорсткою або зростальною зовнішньою характеристикою при зворотній полярності.

На рис. 52.1 показана схема установки для напівавтоматичного зварювання у CO_2 плавким електродом, де: 1 - джерело живлення; 2 - апаратна шафа; 3 - струмопідвідні кабелі; 4 - тримач-пальник; 5 - механізм подавання електродного дроту; 6 - шланг для газу; 7 - газовий редуктор-витратовимірник; 8 - підігрівач газу; 9 - балон з вуглекислим газом.

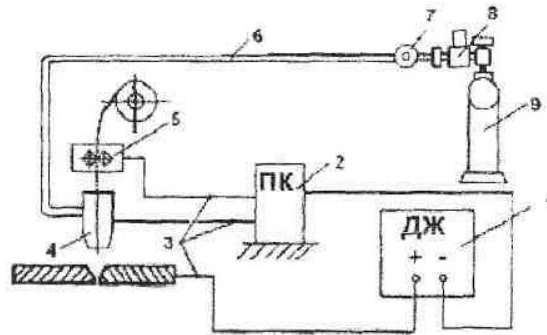


Рис. 52.1

Сутність процесу зварювання у CO_2 плавким електродом полягає у наступному. Вуглекислий газ, який надходить у зону зварювання, захищає її від шкідливого впливу атмосфери повітря. Вуглекислий газ у зоні електричної дуги від температурного впливу частково дисоціює на CO і O_2 . Отже, у зоні дуги маємо суміш CO_2 , CO і O_2 . Останні два гази інтенсивно окислюють компоненти (Fe , C) і корисні домішки у сталях (Si , Mn). Порядок і інтенсивність окислення елементів залежать від їх хімічної спорідненості до кисню. Спочатку окислюються Si і Mn . Тому для нейтралізації окислювального потенціалу CO_2 використовують зварювальний дріт з підвищеним вмістом кремнію і марганцю. Це захищає компоненти сталі Fe і C . Окисли Si і Mn не розчиняються у рідкому металі, а утворюють шлак, який спливає на поверхню зварювальної ванни.

До основних показників процесу зварювання у CO_2 плавким електродом відносять: коефіцієнти розплавлених α_p , наплавлення α_n , втрат ψ а також продуктивність процесу зварювання Q .

Коефіцієнт розплавлення. Розплавлення електродного металу характеризують коефіцієнтом розплавлення

$$\alpha_p = \frac{\varphi_p}{I \times t}, \frac{z}{A \times 20d} \quad (1)$$

де: φ_p - маса розплавленого за час t електродного металу, г;
 I - зварювальний струм, А; t — тривалість горіння дуги, год.

α_p - залежить від хімічного складу дроту, а також від роду і полярності струму.

Коефіцієнт наплавлення. Його вводять з метою оцінки процесу наплавлення.

$$\alpha_n = \frac{\varphi_n}{I \times t}, \frac{z}{A \times 20d} \quad (2)$$

де: φ_n - маса наплавленого за час t металу, г (сюда не входить маса втраченого при зварюванні електродного металу).

α_n залежить від роду і полярності струму, хімічного складу дроту, а також від просторового розташування місця зварювання.

Коефіцієнт втрат. Він характеризує втрати металу електродного дроту на розбризкування, випаровування і окислення (вигорання).

$$\varphi = \frac{\varphi_p - \varphi_n}{I \times t} \times 100\% \quad (3)$$

Коефіцієнт втрат залежить від хімічного складу дроту, режиму зварювання і типу зварного з'єднання і зростає при збільшенні густини струму і довжини дуги.

Продуктивність зварювання у CO₂ плавким електродом визначають кількістю наплавленого електродного металу за одну годину:

$$Q = \frac{\varphi_n}{1000 \times t} = \frac{a_n}{1000}, \frac{\text{кг}}{\text{год}}. \quad (4)$$

Чим більший струм, тим вища продуктивність зварювання. Але значне збільшення струму може призвести до збільшення розбрикування металу.

Зварювання напівавтоматом (див мал.1) проводять на постійному струмі зворотної полярності від джерела живлення з жорсткою характеристикою.

Напівавтомат забезпечує: механізовану подачу дроту в зону зварювання; маневреність і можливість зварювання у важкодоступних місцях; обслуговування великої виробничої площі.

Таблиця 1

	Завдання							Результати обчислень					
	Маса, г				Режим			Маса, г		Коефіцієнти			Продуктивність зварювання, кг/год
	електрод-ний дріт		пластина										
	до наплавлення	після наплавлення	до наплавлення	після наплавлення	Сила струму, А	Напруга, В	Тривалість горіння дуги, с	розплавленого електродного металу	наплавленого електродного металу	розплавлення, г/А-год	наплавлення, г/А-год	втрат, %	
1	600	590	800	809	70		30						
2	600	585	800	813	100		30						
3	600	580	800	815	130		30						

Підготовка звіту по роботі

Звіт по роботі повинен мати : номер, назву, мету роботи; теоретичні відомості з мал.1; табл.1 з результатами обчислень; графіки залежностей α_n , α_p , ψ_n , Q від сили струму; висновки по роботі.

Контрольні запитання.

1. Які є види зварювання в захисних газах?.

2. В чому полягає суть способу зварювання в захисних газах?
3. Де застосовують аргонодугове зварювання?
4. Які недоліки і переваги аргонодугового зварювання?
5. Де застосовується зварювання в вуглекислому газі?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 53 БУДОВА ТА НАЛАГОДЖЕННЯ НА ЗАДАНИЙ РЕЖИМ РОБОТИ ЗВАРЮВАЛЬНОГО ТРАКТОРА

Мета роботи – ознайомитися з призначенням, будовою зварювальних автоматів та налагодженням на заданий режим роботи; з'ясувати вплив параметрів режиму дугового зварювання на розміри окремих елементів шва.

Теоретичні відомості

При автоматичному дуговому зварюванні процеси запалювання дуги, подачі електродного дроту, флюсу або захисного газу в зону дуги, підтримання заданого режиму, переміщення зварювального апарата, зварювання кратера наприкінці зварювання механізовані.

Зону горіння дуги і зварювальну ванну захищають за допомогою шару флюсу або захисних газів, що дає можливість отримувати шви високої якості. Відповідно розрізняють автоматичне зварювання під шаром флюсу з використанням плавкого електрода (рис.53.1) і автоматичне зварювання у захисних газах (інертних або активних) з використанням неплавких вольфрамових електродів або плавких.

Автоматичне дугове зварювання під шаром флюсу.

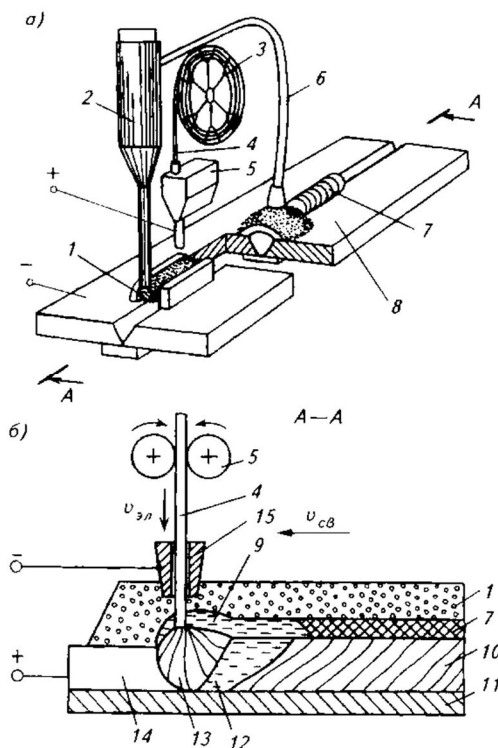


Рис. 53.1. Схема зварювання під шаром флюсу.

Здійснюється на зварювальних автоматах. Електродом є зварювальний дріт **4** (рис. 1), яка з котушки **3** подається в зону зварювання механізмом подачі **5** зі швидкістю $v_{ел}$ для підтримки електричної дуги. Електрична дуга **13** горить між дротом **4** і кромками **14** деталей, що зварюються. Електричний струм до дроту підводиться ковзаючим контактом **9**. Під дією електричної дуги **13** кромки деталей **14** і дріт розплавляються. Це формує зварювальну ванну рідкого металу **12**, яка після переміщення дуги кристалізується в зварений шов **10**.

Для захисту зони зварювання використовується флюс - гранульований порошок, що складається з іоно-, шлако і газоутворюючих компонентів. Флюс **1** з бункера **2** подається на деталі перед зоною зварювання. При розплавленні флюсу утворюється рідкий шлак **15**, який після затвердіння у вигляді кірки **7** залишається на звареному шві, а після закінчення зварювання підлягає видаленню.

Зварювання по всій довжині деталей, що з'єднуються **8** забезпечує позовжнє переміщення електричної дуги зі швидкістю $v_{зв}$ рухом зварювального трактора по напрямним рейкам. Залишки флюсу всмоктуються та по трубопроводу **6** подаються в бункер.

Призначення та принцип роботи універсального зварювального трактора типу ТС-17 М-У

Зварювальний трактор ТС-17 М-У - переносний автомат універсального типу (рис. 53.2), призначений для зварювання під шаром флюсу, з'єднаних встик з обробленням і без оброблення кромки, кутових швів вертикальним і похилим електродом і нахлесточних швів.

Автомат здійснює зварювання, пересуваючись безпосередньо по виробу або по напрямній лінійці, встановленій на виріб.

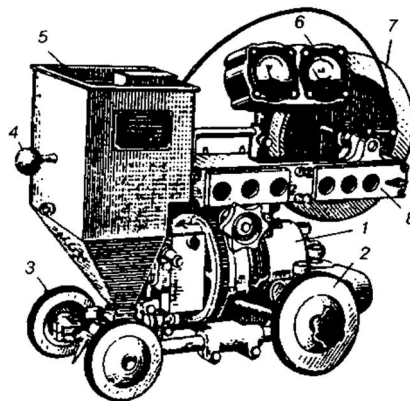


Рис. 53.2. Зварювальний автомат ТС17М-У. 1 - електродвигун, 2 - ведучі колеса, 3 - ведені колеса, 4 - ручка, 5- бункер для флюса, 6 - вольтметр та амперметр, 7 - касета для дроту, 8 - пульт керування.

Технічна характеристика

Зварювальний струм при ПВ 65%, А
Діаметр зварювального дроту, мм

200... 1000
1,6...5

Товщина листів, що зварюють, мм	12...20
Швидкість подачі зварювального дроту, м/г	52...403
Швидкість зварювання, м/г	16... 126
Напруги живлення апаратної шафи, В	220 або 380
Маса трактора, кг;	не більше 45
Місткість бункера для флюсу, л.	6,5

Джерело живлення універсального зварювального автомата - трансформатор ТСД-1000. Подача електродного дроту не залежить від напруги на дузі, спосіб регулювання швидкості подачі електродного дроту – ступінчастий (змінними шестернями).

До складу трактора ТС-17 М-У входять: зварювальний трактор, апаратна шафа, джерело живлення зварювальної дуги - трансформатор ТСД-1000, комплект змінних вузлів і деталей, що дозволяють робити зварювання похилим електродом «у лодочку» з обробленням і без оброблення кромки, комплект дротів, необхідних для підключення автомата й трансформатора

Трактор має один асинхронний двигун (I) (рис 53.3), що надає рухи обом робочим механізмам трактора; механізм подачі електродного дроту (зварювальну головку)(II) і механізм переміщення зварювальної установки(III) (ходовий механізм).

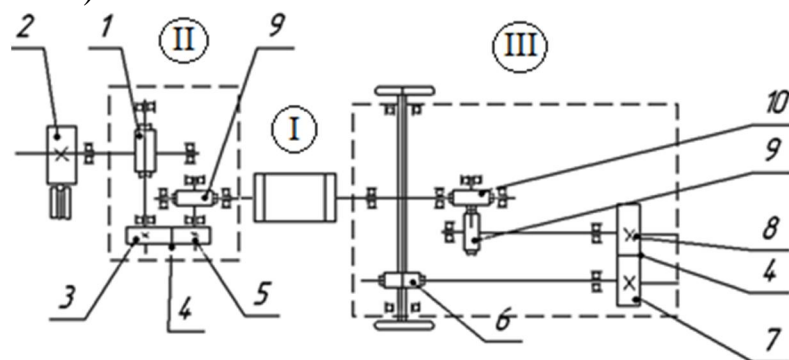


Рис 53.3. Кінематична схема зварювального трактора.

Вал електродвигуна з однієї сторони з'єднаний з механізмом подачі, а з іншого боку - з механізмом переміщення. Обидва механізми змонтовані із двигуном в один блок, що служить корпусом трактора. На цьому корпусі закріплені наступні вузли й пристосування: мундштук для підведення зварювального струму до електродного дроту й направлення її в зону дуги, кронштейн, на якому змонтовані пульти керування, котушки з електродним дротом, правильний і корегуючий механізми, бункер для флюсу, переднє шасі трактора з холостими бігунками, прилади для контролю режиму зварювання.

Механізм подачі електродного дроту складається з редуктора із черв'ячними 1, 9 й циліндричними 4 зубчастими передачами й двох роликів 2, що подають затиснутий між ними дріт. Один з роликів приводний і має поперечну насічку для надійного зчеплення із дротом, а інший - притискний (холостий), що перебуває під дією пружини. Натяг цієї пружини, а, отже, і тягове зусилля можна регулювати за допомогою гвинта в двох широких межах.

Для настроювання редуктора на потрібну швидкість подачі він має змінні шестерні 3, 5, виведені назовні й закриті кришкою.

Механізм руху трактора (ходовий механізм) складається з редуктора 9,10 зі змінними шестернями для зміни швидкості зварювання 7,8 й пари бігунків з гумовими шинами. Для можливості вільного (маршового) переміщення трактора вручну на валу бігунків передбачена фрикційна муфта з маховиками, за допомогою яких вал можна відключати від електродвигуна.

Дугове зварювання в захисних газах.

Може бути автоматичним, механізованим та ручним, як плавким, так і не плавким електродом.

Розглянемо механізоване дугове зварювання електродом, що плавиться на постійному струмі. Зварювальний напівавтомат (рис. 53.4, а) складається з джерела живлення 7, механізму подачі дроту 5, системи подачі захисного газу з балона 4 до зварювальної пальника 2. Електрична дуга 9 (рис. 53.4, б) горить між деталями 1 і зварювальним дротом 12. При цьому відбувається оплавлення крайок, що зварюються і кінця дроту, за рахунок чого формується ванна розплавленого металу 8. Зварювальна дріт 12 від котушки 6 подається в зону зварювання зі швидкістю $v_{п}$ по шлангові металопровода 3 від механізму подачі 5 через Електродотримачі 10 всередині корпусу пальника 2. Механізм подачі розташований стаціонарно на деякому віддаленні від місця зварювання, а включається він за допомогою кнопки управління на корпусі пальника. Швидкість подачі дроту $v_{п}$ регулюється з пульта управління джерела живлення 7. Захисний газ надходить з балона 4 по шланговому проводу 3 до корпусу пальника і, виходячи з сопла 11, утворює навколо дуги 9 захисну атмосферу 13. Пальник вздовж зварювальних деталей зварювальник переміщає вручну.

На зварювальних автоматах передбачають додатковий механізм переміщення електричної дуги вздовж зварного шва. Апарати для ручного зварювання не мають механізму подачі дроту, а електрод виконаний нерухомим, що не плавиться, - з тугоплавкого сплаву.

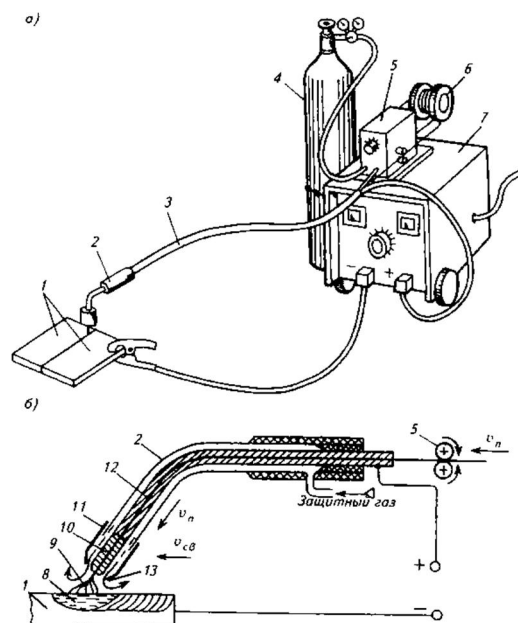


Рис. 53.4. Устаткування (а) і схема напівавтоматичного зварювання в захисному газі (б)

В якості захисних газів використовують вуглекислий газ CO₂ і інертні гази (аргон, гелій) або їх суміші. Аргон забезпечує дуже ефективний захист зони зварювання, але коштує дорого. Його застосовують головним чином для зварювання алюмінієвих, магнієвих, титанових, мідних сплавів і спеціальних сталей.

Підбір режиму зварювання при використанні зварювального трактора ТС-17 М-У

Режим зварювання підбирають за табл. 53.1 (режими зварювання стикових швів для товщини 8...20 мм) залежно від товщини металу й типу шва. Ця таблиця складена для зварювання змінним струмом низьковуглецевих сталей, дротом СВ08А \varnothing 2...5 мм під флюсом АН-348.

Таблиця 53.1

Варіант	Діаметр електроду, мм	Товщина листа, мм	Глибина оброблення, мм	Кут розкриття, град	Сила току I _{зв} , А	Напруга дуги U _а , В	Швидкість зварювання V _{зв} , м/Г	Швидкість подачі дроту, м/Г
1	3	8	-	-	600 - 650	34	40,5	95
2		10	-	-	650 - 700	34	37,5	103
3		12	-	-	700 - 750	36	34,5	120
4	4	14	7	30	725 - 775	36	29,5	129
5		16	8	40	800 - 850	38	25	139
6		18	10	40	850 - 875	38	23	150
7		20	12	40	875 - 925	38	19,5	162
8	5	8	-	-	700 - 750	34	43,5	62,5
9		10	-	-	750 - 800	34	40,5	68,5
10		12	-	-	800 - 850	36	37,5	74,5
11		14	9	30	850 - 900	36	32	87,5
12		16	10	30	900 - 950	38	25	95
13		18	12	40	950 - 1000	38	19,5	102
14		20	14	40	950 - 1000	38	19,5	103

Устаткування, інструмент і матеріали.

Автоматична установка ТС-17 М-У; пластини з низьковуглецевої сталі (300x100x8); зварювальний дріт ($\alpha = 3...4$ мм); флюс ОСЦ-45 або АН-348А.

Порядок виконання роботи

1. Пояснення викладачем порядку роботи на установці зварювання.
2. Учебним майстром призначити студентів для проведення наступної роботи:
 - установити режим зварювання згідно табл. 53.1 для наплавлення. Для визначення впливу сили зварювального струму на форму й розміри валиків

наплавити на пробу три валики, збільшуючи або зменшуючи силу зварювального струму на 100 А;

- установити вплив швидкості переміщення дуги на форму й розміри валика.
- зламати на ручному пресі зразок, обробити торець напилком, протравити 5%-вим розчином HNO_3 у спирті зняти розміри валиків;
- заповнити на аудиторній дошці показання вимірювальних приладів вольтметра й амперметра й розміри всіх валиків у порядку наплавлення занести в табл. 53.2;
- побудувати графічну залежність ширини b валика, опуклості h_o і глибини проплавлення $h_{пр}$ від сили зварювального струму й швидкості зварювання. По формулах визначити коефіцієнти форми $\Psi_{пр}; \Psi_o$.

Таблиця 53.2

№ п/п	Результати замірів						Результати розрахунків	
	Режим			Розміри валиків, мм			Коефіцієнт форми	
	$I_{св}$ А	$U_{св}$ В	$V_{св}$ м/г	ширина	Опуклість	Глибина провару	провару	валика
1								
2								
3								
4								
5								
6								

$h_{пр}, h_o, b, \text{ мм}$

$V, \text{ м/г}$

Контрольні запитання

1. Чим відрізняється автоматичне дугове зварювання від ручного?
2. Як змінити швидкість зварювання та швидкість подачі електродного дроту універсального зварювального трактора?
3. Яку роль відіграє флюс та захисний газ при автоматичному зварюванні?
4. Як впливає зміна сили струму на основні параметри зварювального шва?

5. Як впливає зміна швидкості зварювання на основні параметри зварювального шва?

Складання звіту

Звіт по роботі складається: найменування та ціль роботи; короткі теоретичні відомості, рис. 53.1, 53.3, 53.4б; таблиця 53.2 з результатами вимірювання та розрахунків; графіки залежностей $h_{np}=f(V)$, $h_o=f(V)$, $b=f(V)$

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 56

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ РЕЖИМУ ТОЧКОВОГО КОНТАКТНОГО ЗВАРЮВАННЯ НА РОЗМІРИ ЗВАРНИХ ТОЧОК

Мета роботи - вивчити призначення й будову машини для точкового контактного зварювання — МТ-І215; дослідити вплив параметрів режиму зварювання на розміри окремих елементів шва.

Теоретичні відомості

Контактне точкове зварювання – зварювання із застосуванням тиску здійснюється висококонцентрованим місцевим нагріванням металу, що виділяється при проходженні електричного струму через з'єднані частини заготовки в окремих місцях під електродами й з додаванням зусилля стиску. Кількість теплоти, що виділяється у місці з'єднання, визначається законом Джоуля – Ленца: $Q = I_{зв}^2 \cdot R \cdot t$,

де $I_{зв}$ – сила зварювального струму, А; R – повний опір між електродами зварювальної машини, Ом; t – час проходження струму, с.

Зусилля стискання прикладається через електроди. Цей вид зварювання виконується на спеціальних машинах. За кількістю зварних точок, виконуваних за один робочий цикл зварювальної машини, розрізняють одноточкове, двоточкове й багатоточкове зварювання. На рис. 56.1 зображена зварна точка з її розмірами, що характеризують: δ - товщину деталі; d_m - діаметр ядра точки; h - глибину проплавлення; d_k - діаметр зовнішнього кільця пластично деформованого металу; d_e - діаметр електрода; Δb - глибину вм'ятини.

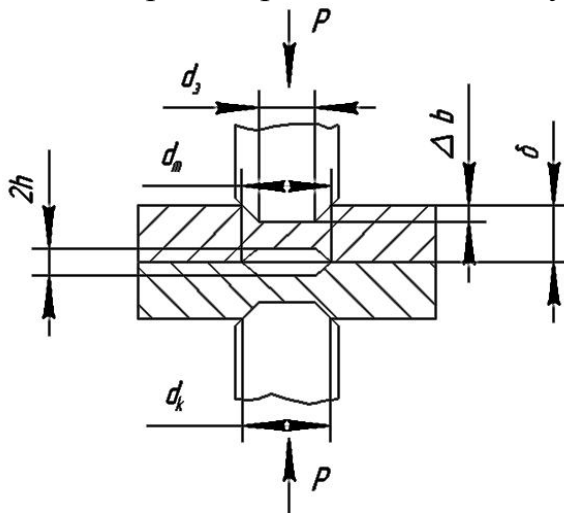


Рис. 56.1. Схема точкового контактної зварювання

При точковому контактному зварюванні ядро формується під тиском при переважному тепловиділенні в зоні контакту заготовок, що зварюються, інтенсивному тепловідводі в електроди й метал і пластичної деформації.

Ділянки контакту спочатку нагріваються струмом нерівномірно, а потім струм перерозподіляється між гарячим і холодним металом і нагрівання вирівнюється. Тепловиділення в зоні контакту утворює розплавлене ядро між

деталлями, що росте в обсязі, переміщується й вирівнюється за складом електромагнітним полем, що створюється зварювальним струмом. Ядро нагрівається й охолоджується з великою швидкістю до 10^4 °C/с.

Розміри ядра можна регулювати зміною струму зварювання, часу зварювання й зусиллям стиску деталей.

Зі збільшенням струму росте діаметр ядра. При незмінних зварювальному струмі й зусиллях стиску діаметр ядра збільшується при збільшенні часу зварювання. Зі збільшенням зусилля стиску й незмінних зварювальному струмі й часі зварювання діаметр ядра зменшується.

Призначення машини точкового контактного зварювання типу МТ-1215

Машина типу МТ-1215 призначена для точкового контактного зварювання з низьковуглецевої і нержавіючої сталі й алюмінію.

Машина (рис. 56.2) складається з наступних складових частин: корпусу **1**, зварювального трансформатора **7** з перемикачем ступенів, контактора тиристорного **10**, регулятора циклу зварювання **13**, токопідводів верхнього й нижнього **6**, привода зварювального зусилля **8**.

На верхній площині пневмоциліндра закріплений клапан електропневматичний **9** з маслорозпилювачем і регулятором тиску повітря, на бічній поверхні корпусу - кран керування **11**. На задній стінці корпусу встановлений автоматичний вимикач **12**. Машина має переносну педальну кнопку **14**.

Струмопідвід верхній і нижній складаються з контактної колодки й кронштейна та гнучких шин. У гніздо, утворене з'єднанням притискача й колодки контактної, вставлений електродотримач верхній з електродом **2**. У гніздо, утворене з'єднанням кронштейна й кришки, вставлений хобот **5** із закріпленим на ньому електродотримачем нижнім з електродом **3**. Передбачено можливість ступінчасто переставляти кронштейн на корпусі по висоті на 140 мм через кожні 70 мм залежно від форми деталей, що зварюють.

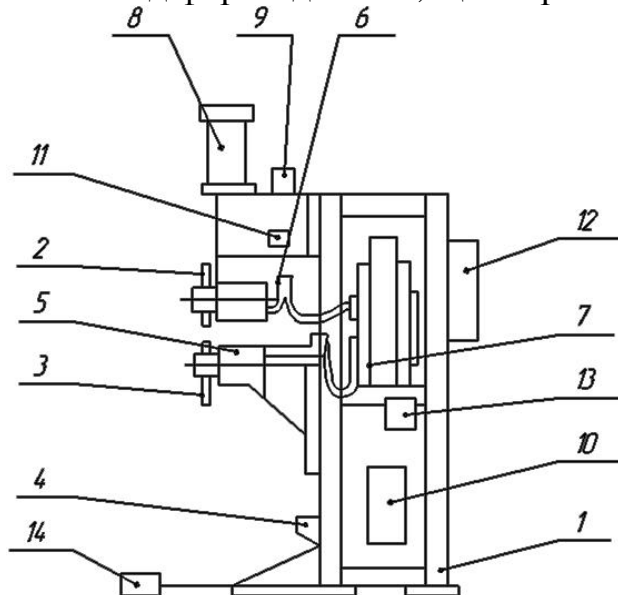


Рис. 56.2. Схема машини типу МТ1215 для точкового контактного зварювання.

Зварювальний трансформатор, струмопідводи й тиристри охолоджуються проточною водою. Вода з машини збирається в зливальну коробку 4.

Вимоги до матеріалу електродів обумовлені специфічними умовами їх роботи - суттєвим нагріванням, стисканням та високими термічними напруженнями. Чиста мідь електро- та теплопровідна, але має низьку жароміцність. Її застосовують рідко, наприклад для зварювання алюмінію. Зазвичай використовують бронзи - сплави міді з легуючими елементами - кадмієм, хромом, берилієм, алюмінієм, цинком, цирконієм, магнієм та ін..

Товщина кожної заготовки при точковому зварюванні може бути від сотих часток міліметра до 5 мм. Для зварювання вуглецевих і низьковуглецевих сталей та сталей, схильних до гартування застосовуються м'які режими зварювання, які характеризуються більшою тривалістю, плавним нагріванням і охолодженням з меншою потужністю. Параметри м'яких режимів: щільність струму $j = 80 \dots 160 \text{ А/мм}^2$, питомий тиск на електродах 15...40 МПа, тривалість проходження струму 0,5...3 с.

Жорсткі режими застосовують для зварювання нержавіючих сталей, сплави з високою теплопровідністю (алюмінієві сплави) та ультра тонких деталей (до 0,1 мм). Параметри жорстких режимів: щільність струму $j = 120 \dots 360 \text{ А/мм}^2$, питомий тиск на електродах 40...100 МПа, тривалість проходження струму 0,05...0,5 с.

Орієнтовні данні тривалості протікання зварювального струму, значення зварювального струму, зусилля на електродах, показання манометра при зварюванні наведені в табл. 56.1.

Таблиця 56.1

Товщина однієї з деталей, що зварюють, мм	Діаметр контактної поверхні електрода, мм	Зусилля на електродах, МН	Показання манометра, МН/м ²	I _{зв} , А	Час зварювання, с
0,5	3,5	10,0	0,10	6000	0,06
0,8	5,0	16,0	0,14	7000	0,06
1,0	5,5	20,0	0,18	8000	0,06
1,5	6,0	25,0	0,22	10000	0,06

Устаткування, інструменти та матеріали

- Машина точкового контактного зварювання МТ-1215;
- пластини 100 x 100 x 1,5 - 2 шт.;
- слюсарний інструмент для розрізання зварених пластин;
- лінійка, штангенциркуль.

Контрольні запитання

1. Як здійснюється точкове зварювання і які його види?
2. Які основні параметри зварювального шва при точковому зварюванні?
3. Які джерела енергії використовуються в контактній машині МТ 1215?
4. З якого матеріалу виготовляють електроди для контактного точкового зварювання?

5. Якими пристроями можна змінити силу зварювального струму і тиск в машині типу МТ 1215?

Порядок виконання роботи

1. Ознайомитись з будовою машини.
2. Згідно з варіантом завдання табл.56.2 визначити щільність струму – j , тиск на електроди — p та час проходження струму — τ , а також розрахувати:
 - Необхідний діаметр електродів — d_e , мм

$$d_e = 2S + 2.5,$$
 де S — товщина зразків, мм;
 - Площу контакту електродів — F_e , мм²;
 - Необхідну силу зварювального струму:

$$I_{зв} = j \cdot F_e \text{ А.}$$
3. На призначених режимах провести зварювання пластин та визначити діаметр ядра зварних точок (табл. 56.3).
4. Побудувати графіки залежностей d_m від $I_{зв}, P_c$.
- 5.Зробити висновки про роботу.

Таблиця 56.2

№ варіанта	Матеріал зварюваних виробів	Товщина листа S , мм	Діаметр електрода d_e , мм	Площа контакту електрода F_e , мм ²	Щільність струму електрода j , А/мм ²	Сила зварювального струму $I_{зв}$, А
1	Вуглецеві сталі	0,5				
2		0,8				
3		1,0				
4		1,5				
5	Низьколеговані сталі	0,5				
6		0,8				
7		1,0				
8		1,5				
9	Нержавіючі сталі	0,5				
10		0,8				
11		1,0				
12		1,5				
13	Алюмінієві сплави	0,5				
14		0,8				
15		1,0				
16		1,5				

Таблиця 56.3

№ п/п	Режим зварювання			Розміри зварювальної точки		
	$I_{зв}$, А	$U_{зв}$, В	$t_{зв}$, с	$P_{зв}$, МН	d , мм	d_m , мм
1						
2						
3						

4						
5						
6						

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 57

БУДОВА І НАЛАГОДЖУВАННЯ МАШИН ТИПУ МШ-1001 ДЛЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО КОНТАКТНОГО ЗВАРЮВАННЯ НА ЗАДАНИЙ РЕЖИМ РОБОТИ

Мета роботи - вивчити призначення й будову машини шовної типу МШ-1001 та налагодити на задані режими роботи, дослідити вплив параметрів режиму зварювання на ширину шва.

Теоретичні відомості

Контактне шовне зварювання, роликів зварювання - зварювання тиском, що здійснюється з висококонцентрованим локальним нагріванням металу електричним струмом, який проходить через контакт деталей, складених внапусток (одна поверх іншої), під електродами і з прикладеним зусиллям стискання для одержання суцільного шва, або шва в окремих місцях з постійним кроком. При цьому внутрішня частина об'єму металу шва нагрівається до розплавлення, а зовнішня - до пластичного стану. Зусилля осадки прикладається через обертові дискові електроди. Шовне зварювання застосовують при виготовленні тонкостінних посудин, призначених для зберігання і транспортування рідини, газів та інших продуктів, при виробництві зварних труб.

При шовному зварюванні з'єднання складається з ряду точок, що утворюють зварний шов (рис. 57.1), а електроди 2 переміщують деталі 1 або котяться по них. Якщо відстань між точками за рахунок подовження пауз між імпульсами струму збільшити, то роликівими електродами можна одержати продуктивне точкове зварювання.

На рис. 57.2 зображений переріз зварного шва з його розмірами: δ - товщина деталі; $v_{ш}$ - ширина шва; h - глибина проплавлення; v_k - ширина смуги пластично деформованого металу; v_e - ширина електрода; Δh - глибина просідання електрода (глибина вм'ятини).

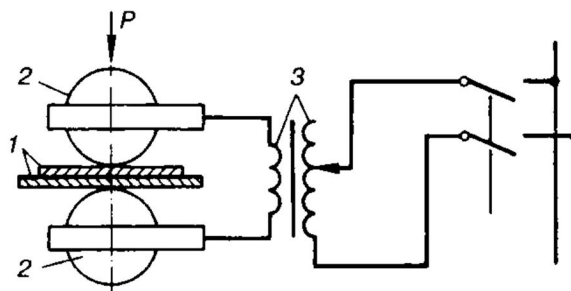


Рис. 57.1

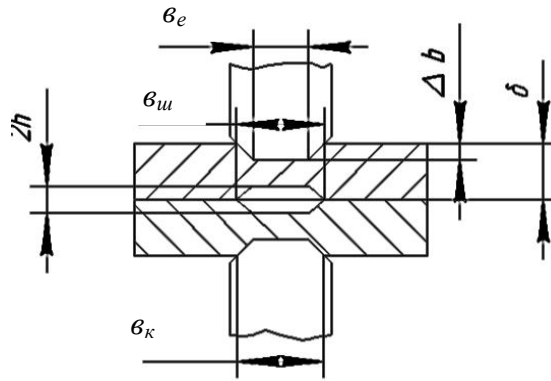


Рис. 57.2

При шовному контактному зварюванні формування з'єднання відбувається під тиском при тепловиділенні в зоні контакту деталей при значному шунтуванні струму раніше звареною ділянкою й сильним розігрівом крайок, що зварюють, тепловідводі в електроди й метал і пластичній деформації. Тепловиділення в зоні контакту утворює розплавлене ядро між деталями.

Струм при шовному зварюванні включається після стискання деталей електродами-роликками, які можуть обертатися безперервно (безперервне зварювання) або періодично (крокове зварювання). При безперервному обертанні роликів струм на ділянці контакту деталей може включатися імпульсами через паузи з утворенням круглих або витягнутих по напрямку руху зварних точок (рис. 57.3, а). При зменшенні пауз можливий збіг границь розплаву (рис. 57.3,б) не круглих точок й утворення шва (імпульсне шовне зварювання). Шов також утвориться при певних режимах зварювання змінним струмом без пауз (безперервне шовне зварювання, рис. 57.3, в).

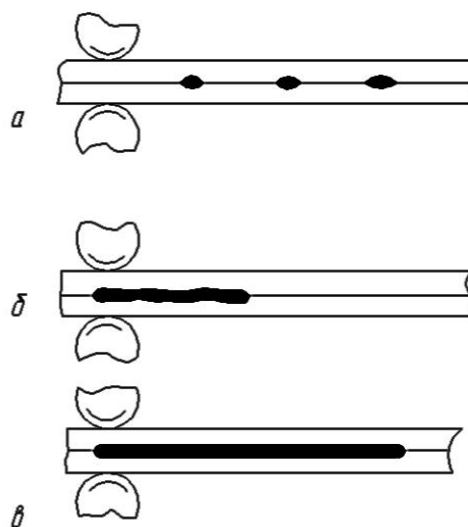


Рис. 57.3

Розміри ширини шва можна регулювати при безперервному шовному зварюванні струмом зварювання (I , кА), швидкістю зварювання ($V_{зв}$, м/хв) і зусиллям стискання. При імпульсному шовному зварюванні регулювання ширини шва здійснюється струмом зварювання (I , кА), часом зварювання t_c , швидкістю зварювання ($V_{зв}$, м/хв) і зусиллям стискання P_c , Па.

Цей вид зварювання виконується на спеціальних контактних шовних машинах, призначених для закріплення, нагрівання й стискання деталей.

Призначення машини шовної типу МШ-1001

Машина типу МШ-1001 призначена для електричного контактного зварювання виробів з низьковуглецевих сталей. У машині застосована верхня універсальна поворотна зварювальна головка, що разом зі змінними нижніми хоботами забезпечує можливість зварювання як поперечних, так і поздовжніх швів.

Будовою машини передбачено:

- плавне регулювання тиску між зварювальними роликами;
- плавне опускання верхнього зварювального ролика;
- плавне вертикальне переміщення кронштейна з нижнім роликом для компенсації - сумарного зношування зварювальних роликів;
- плавне регулювання швидкості зварювання;
- ступінчасте регулювання зварювального струму за рахунок зміни напруги вторинної обмотки зварювального трансформатора.

Технічні характеристики

Найбільша товщина зварюваних деталей з низьковуглецевої сталі, мм	1,2 + 1,2
Швидкість зварювання, м/хв	1,0 . . . 5,0
Номинальний зварювальний струм, А	10000
Первинна напруга, В	380
Номинальне значення ПВ, %	50
Потужність на номинальному щаблі, кв*А	27
Межі регулювання вторинної напруги, В	1,75 . . . 3,5
Робочий хід верхнього електрода, мм	30
Номинальний виліт електродів, мм	400
Діаметр верхнього ролика, мм	130
Номинальне зусилля стискання електродів, Па	25

Принцип роботи машини МШ-1001

При першому натисканні педальної кнопки опускається верхній ролик і притискає деталі, що зварюють, до нижнього ролика.

Після відпускання педальної кнопки подається напруга на блок живлення привода ПМСМ й одночасно електромагнітний контактор підключає первинну обмотку зварювального трансформатора до електромережі. Відбувається переміщення деталей, що зварюють, і їхнє зварювання, що здійснюється при безперервному протіканні зварювального струму.

Після другого натискання педальної кнопки вимикаються зварювальний струм і привод обертання й піднімається верхній ролик. Для одержання наступного циклу зварювання необхідно педальну кнопку відпустити.

Шовна машина (рис. 57.4) на відміну від точкової має механізм приводу електродів. Вона складається зі станини **1**, із силовими консолями **5** й **9**, трансформатору **11**, перемикача щаблів **12**, струмопідводів, приводу стискання **10**, контактору **13**, зварювального контуру **2**, гнучкої перемички зварювального контуру **3**, кронштейну **4**, електродів-роликів **6, 8**, що зварюють деталі **7**, двигуна приводу обертання роликів **14**, карданного валу **15**.

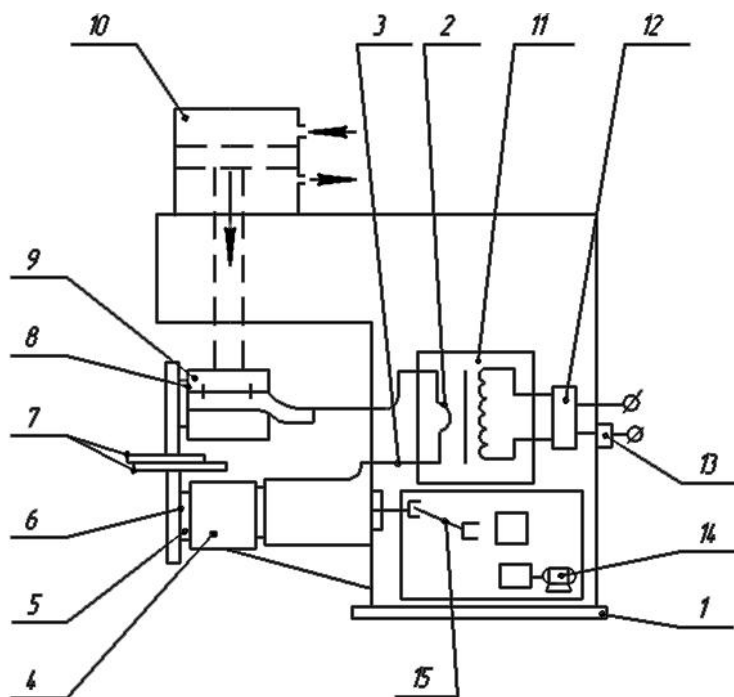


Рис. 57.4

Налагодження машини

Перш ніж приступити до зварювання деталей на машині, необхідно її налагодити й випробувати в дії при вимкненому зварювальному струмі.

Налагодження машини й випробування в дії всіх механізмів провести в такий спосіб:

- 1) увімкнути пневматичну систему й водяне охолодження;
- 2) вийняти контактні ножі з перемикача щаблів;
- 3) подати напругу на ланцюги керування, для чого повернути ручку пакетного вимикача в положення "Увімкнено";
- 4) установити необхідне для зварювання даної деталі зусилля стискання роликів зміною тиску стисненого повітря редуктором, що установлений на машині;

5) перевірити напрямок обертання зварювальних роликів (при зварюванні поперечних швів – з права наліво, при зварюванні поздовжніх швів - від зварника усередину машини);

б) установити швидкість зварювання шляхом пропущення між роликами пластини певної довжини зі спостереженням часу її проходження (швидкість зварювання регулюється за допомогою перемикача швидкості);

7) відрегулювати дроселюючі клапани, що забезпечують плавне безударне опускання верхнього ролика.

Випробування механізмів машини в роботі здійснюється натисканням на педальну кнопку. Щоб підготувати машину для зварювання, необхідно вставити ножі перемикача.

Режим зварювання підбирають згідно таб. 57.1.

Таблиця 57.1

δ , мм	0,5		0,8		1,0		1,2			
P_c , МН	10,0		15,0		19,0		24,0			
V_m , м/хв	5	6	3,7	2,5	1,2	1,5	1	1	0,8	0,8
I , кА	7,5	10	8,5	10	9,5	10	11,5	13,5	16,5	18

Устаткування, інструменти й матеріали

Машина шовного контактного зварювання МШ -1001; пластини 100x100x0,1 - 6 шт., сталь низьковуглецева; слюсарний інструмент для розрізки зварених пластин; лінійка, штангенциркуль.

Порядок проведення роботи

1. Викладач перевіряє знання студентами теоретичних відомостей, будови й принципу роботи машини шовного контактного зварювання МШ-1001.

2. Для виконання роботи студенти повинні:

1) зачистити зразки з листового металу під зварювання, розмітити місця зварювання (третьої проби);

2) підібрати режим зварювання залежно від товщини пластин, що зварюють, по табл. 57.1;

3) на обраному режимі по нижній межі зробити зварювання по першій позначці, фіксуючи струм зварювання, напругу, швидкість зварювання й зусилля стискання;

4) остудити пробу у воді, осушити й очистити від окалини;

5) збільшити, а потім зменшити силу зварювального струму й зберегти при цьому інші параметри режиму постійними, виконати ще три шви по позначках;

- 6) виконати на другій пробі по позначках чотири зварних шви, змінюючи при цьому швидкість зварювання, а всі інші параметри режиму зварювання залишити незмінними;
- 7) виконати на третій пробі по позначках чотири зварних шви змінюючи при цьому зусилля стискання, а інші параметри режиму зварювання залишити незмінними;
- 8) записати параметри режиму зварювання в табл. 57.2 протоколу;

Таблиця 57.2

№ п/п	Режими зварювання				Розміри перерізу зварного шва, мм	
	$I_{зв}$, кА	$U_{зв}$, В	$V_{зв}$, м/хв	P_c , МН	$\nu_{ш}$	ν_c
1						
2						
3						
4						
5						
6						

- 9) розрізати перпендикулярно до ліній зварних швів на ручних ножицях або ножівкою три зразки, маркірувати кожен зварний шов, зачистити крайки різа напильником, відполірувати і протравити на макроструктуру зварних швів 5%-вим розчином HNO_3 у спирті;
- 10) визначити розміри ширини шва й побудувати графіки залежностей, зробити висновки по роботі.

$\nu_{ш}$

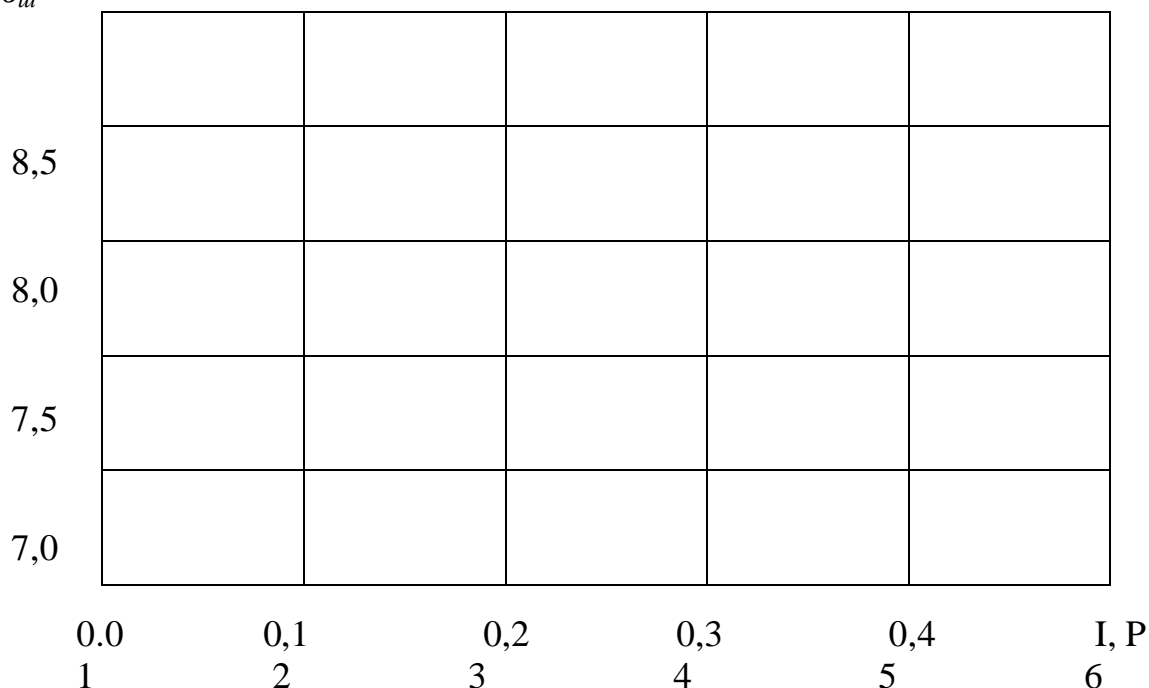


Рис.57.5

Підготовка звіту по роботі

Звіт повинен включати: номер і назву роботи, мету, малюнки 57.1...57.4, виконані власноруч олівцем, короткі пояснення до малюнків, таблицю 57.2, графіки залежності $v_{ш}$ від сили струму і тиску (рис.57.5).

Контрольні запитання.

1. Як відбувається з'єднання при шовному контактному зварюванні.
2. Де застосовується шовне зварювання.
3. Як впливає струм і тиск на ширину шва.
4. Які чинники впливають на ширину шва при імпульсному шовному зварюванні.
5. Чим відрізняється шовна машина від машини точкового зварювання?
6. Які режими вмикання струму застосовуються при шовному зварюванні?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 58

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ РЕЖИМУ ГАЗОВОГО ЗВАРЮВАННЯ СТАЛЕВИХ ВИРОБІВ

Ціль роботи – вивчити принципи роботи обладнання для газового зварювання; визначити спосіб зварювання, діаметр присаджувального дроту в залежності від товщини зварювальних зразків.

Теоретичні відомості

Газове зварювання відноситься до способів зварювання плавленням, з використанням для плавлення металу у зоні зварювання теплоти полум'я, що виділяється при спалюванні горючих газів у суміші з киснем приготовленої за допомогою спеціального пальника.

Основним горючим газом використовується ацетилен C_2H_2 , який має найбільшу температуру полум'я. Ацетилен одержують у спеціальних апаратах – ацетиленових генераторах або беруть з балонів, які заряджаються на спеціальних станціях.

В якості окислювача горючих газів використовують кисень O_2 , який отримують з повітря методом зрідження на кисневих заводах. Як присаджувальний матеріал, який за хімічним складом повинен бути близьким до хімічного складу виробів що зварюються, використовують дріт, прутки або металеві гранули і порошки.

Для захисту розплавленого металу від окислення та видалення з нього оксидів використовують буру, борну кислоту, оксиди та фтористі солі барію, калію, літію, натрію.

Газове зварювання використовується при виготовленні та ремонті виробів з тонколистової сталі (товщиною до 8 мм), при зварюванні чавуну, алюмінію, міді, латуні та при виправленні дефектів литва.

Основним обладнанням для газового зварювання є ацетиленові генератори, зварювальні пальники, кисневі та ацетиленові, газові редуктори та запобіжні затвори.

За конструкцією є три типи генераторів: контактні, „вода на карбід” і „карбід на воду”.

У контактних генераторах весь карбід кальцію знаходиться у контакті з водою і при накопиченні ацетилену вода витісняється з робочої камери генератора внаслідок чого рівень води у робочій камері піднімається і виробництво ацетилену збільшується. Ці генератори мають найпростішу конструкцію і малу продуктивність (0,8...1,2 м³/год). Вони виготовляються у вигляді переносних установок, найпопулярніших нині.

У генераторах типу „вода на карбід” вода періодично подається у вигляді крапель, на грудки карбіду кальцію, вихід ацетилену становить 30-90%, а продуктивність 1,25...3,0 м³/год.

Найбільший вихід ацетилену (до 95%) високої якості і продуктивності 10..35 м³/год мають генератори типу „карбід на воду”, але належать до найскладніших за конструкцією.

Для запобігання вибуху у випадку так званого „зворотного удару” призначені запобіжні затвори, які бувають рідинні та сухі. Рідинні затвори

заливають водою, сухі заповнюють пористою керамічною масою. Запобіжні затвори встановлюють між ацетиленовим генератором і пальником.

Кисневий і ацетиленовий балони мають ємність 40 л. Кисень зберігається в балоні в стисненому стані під тиском 15МПа, а ацетилен в розчиненому стані під тиском не більше 1,6МПа. Для забезпечення вибухобезпечного зберігання ацетилену балони заповнюють пористою масою (пемза, деревне вугілля, інфузорну землю).

Для зниження тиску газу до величини робочого тиску та для автоматичного підтримування його сталим використовують газові редуктори.

Робочим інструментом зварювальника для утворення ацетилено-кисневої суміші є зварювальні пальники. Частіше використовують пальники інжекторного типу (рис. 58.1).

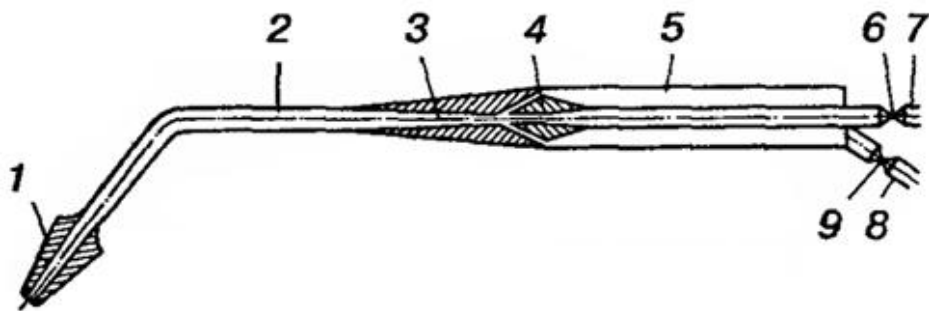


Рис. 58.1. Схема інжекторного зварювального паяльника.

1 – мундштук; 2 – наконечник; 3 – камера змішування; 4 – інжектор; 5 – регулювальні вентиля; 6 – приєднувальні штуцери.

До інжекторного пальника підводиться кисень під тиском 0,3...0,4МПа, який витікаючи з великою швидкістю до камери змішування 3 утворює в ній значне розрідження та сприяє підсмоктуванню ацетилену, що подається під малим тиском (0,001МПа).

Згорання ацетилено-кисневої суміші утворює зварювальне полум'я (рис. 58.2).

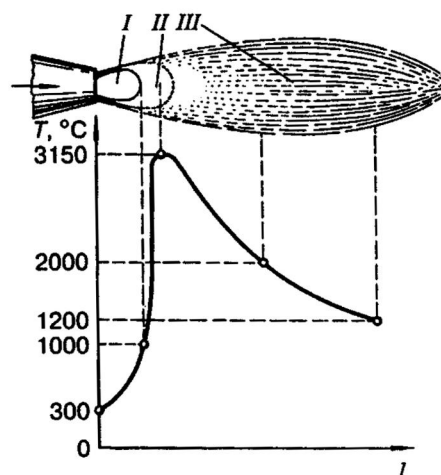


Рис. 58.2. Схема зварювального полум'я.

I – ядро; *II* – зварювальна (середня зона); *III* – факел.

Найбільша температура полум'я (3150°C), якою здійснюється зварювання, утворюється у зварювальній (середній) зоні на відстані 2...4мм від кінця ядра.

Залежно від співвідношення кисню й ацетилену, що подаються у пальник, розрізняють нормальне, окислювальне (з надлишком кисню) та науглецювальне (з надлишком ацетилену). У більшості випадків використовують нормальне полум'я. Для зварювання високо вуглецевих сталей і чавунів використовують науглецювальне полум'я, а для зварювання латуней – окислювальне.

Технологічний режим газового зварювання залежить від вибору способу зварювання, марки і діаметра присаджувального дроту та потужності зварювального полум'я.

В практиці застосовують два способи зварювання – правий і лівий. При правому способі зварювання пальник ведуть зліва направо, а полум'я спрямоване на щойно утворений шов. Це забезпечує більшу глибину проплавлення, кращий захист зварювальної ванни та вищу продуктивність (20...25%). Правий спосіб доцільно застосовувати при зварюванні металу товщиною більше 5 мм та металів з великою теплопровідністю.

При використанні лівого способу пальник ведуть попереду полум'я. При цьому краще видно місце зварювання, що знижує небезпеку перепапу метала.

Лівий спосіб використовується для зварювання металу товщиною менше 5 мм.

Діаметр присаджувального дроту d_e вибирають залежно від способу зварювання і товщини зварювального металу S . Для правого способу зварювання: $d_e = S/2$, мм; для лівого - $d_e = 1 + S/2$, мм.

Теплова потужність зварювального полум'я визначається витратою ацетилену, що проходить за одну годину через пальник і регулюється зміною наконечників, які мають різний діаметр вихідного отвору.

Потужність полум'я (витрати ацетилену) v_a , л/год визначають залежно від товщини деталей, що зварюють. Для зварювання вуглецевих сталей:

$v_a = k \cdot S$, де k – коефіцієнт пропорційності (для правого способу – $k=120...130$, для лівого – $k=100...130$).

За визначеною потужністю полум'я вибирають номер наконечника (розмір отвору) зварювального пальника.

Контрольні запитання

1. Яка сутність газового зварювання?
2. Які гази застосовуються для газового зварювання?
3. Яке обладнання застосовують при газовому зварюванні?
4. Як визначити потужність полум'я пальника?
5. Як визначити діаметр присаджувального дроту?

Порядок виконання практичної роботи

1. Провести експрес опитування студентів по темі.

2. За заданою товщиною зразків із вуглецевої сталі (у відповідності з варіантом таб. 58.1) визначити спосіб зварювання, діаметр присаджувального дроту d_e , мм і необхідні витрати ацетилену v_a , л/год і кисню v_k , л/год та визначити номер наконечника.
3. За даними варіантів (1, 3, 5, 7); (2, 4, 6, 8); (9, 11, 13, 15); (10, 12, 14, 16) побудувати залежність витрат газів від товщини зварених зразків.

Таблиця 58.1. Варіанти завдань для визначення технічних характеристик газозварювальних пальників.

Варіант №	Товщина зразків S, мм	Витрати газів, л/год		Тиск кисню	Номер наконечника
		Ацетилен при P=0,001МПа, V_a	Кисень, V_k		
1	0,3...0,4	25...45	28...45	0,08...0,4	0
2	0,5...0,6	45...60	45...70	0,08...0,4	
3	0,5...0,8	50...80	55...90	0,1...0,4	1
4	0,8...1,5	80...125	90...135	0,1...0,4	
5	1,0...1,75	120...180	130...190	0,15...0,4	2
6	1,75...2,5	180...240	190...260	0,15...0,4	
7	2,5...3,0	230...310	260...350	0,15...0,4	3
8	3,0...4,0	310...400	350...440	0,15...0,4	
9	4,0...5,5	400...550	430...600	0,2...0,4	4
10	5,5...7,0	550...700	600...750	0,2...0,4	
11	7,0...9,0	660...880	740...950	0,2...0,4	5
12	9,0...11,0	880...1100	950...1200	0,2...0,4	
13	10,0...14,0	1050...1450	1150...1550	0,2...0,4	6
14	14,0...18,0	1450...1750	1550...1950	0,2...0,4	
15	17,0...23	1700...1950	1900...2400	0,2...0,4	7
16	23...30	1950...2600	2400...3100	0,2...0,4	

ВИМОГИ

безпеки при проведенні лабораторних і практичних робіт

Вимоги безпеки розроблено на основі ДНАОП 1.1 10-04-01. “Правила безпечної роботи з інструментом та пристроями”

1. Перед початком проведення лабораторних робіт і практичних занять в лабораторії обробки матеріалів на металорізальних верстатах інженер з навчального процесу проводить інструктаж. Результати інструктажу заносяться в журнал реєстрації інструктажів з питань охорони праці.

В журналі після проходження інструктажу повинен бути підпис особи, яка інструктує та студентів.

2. Під час виконання лабораторної та практичної роботи забороняється:

- близько нахилитися до шпинделя ріжучого інструменту;
- утримувати виріб руками під час роботи обладнання;
- перевіряти рукою гостроту кромки інструмента, глибину отвору та вихід інструмента із отвору;
- охолоджувати інструменти та деталь мокрою ганчіркою;
- брати в руки стружку;
- не доторкатися оголеними частинами тіла до обладнання, яке знаходиться під струмом.

3. Виконувати все вказівки викладача та інженера з навчального процесу.

Література

1. Технологія конструкційних матеріалів. Автори Сологуб М.А., Рожнецький І.О., Некоз О.І. та ін., Київ “Вища школа”, 2002. 425 с. Підручник.
2. Методичні вказівки з лабораторних і практичних робіт до вивчення дисципліни “Технологія конструкційних матеріалів. Зварювальне виробництво”. О. Я. Нікітін, - К: КПІ, 1988. 63 с.
3. Оборудование для дуговой сварки: Справочное пособие / Под редакцией В.В.Смирнова. Л.: Энергоатомиздат. 1986. 656 с.
4. Хільчевський В.В., Кондратюк С.Є., Степаненко В.О. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів. Навчальний посібник. К., Либідь, 2002 с. 326.
5. Технология конструкционных материалов: Учебное пособие / Под ред. М.А.Шатерина.- СПб.: Политехника, 2005.- 597с.