

621.791(075)  
В 58

**А.М. Власенко**

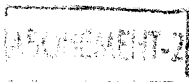
**Основи зварювання**

3985-4

Міністерство освіти і науки України  
Вінницький національний технічний університет

А.М. Власенко

## **ОСНОВИ ЗВАРЮВАННЯ**



Затверджено Вченою радою Вінницького національного технічного університету як навчальний посібник при вивченні дисципліни "Металознавство та зварювання". Протокол №7 від 22 лютого 2007 р.

НТБ ВНТУ



3985-4

621.791(075) В 58 2007

Власенко А.М. Основи зварювання

Вінниця ВНТУ 2007

*Рецензенти:*

**С. Й.Ткаченко**, доктор технічних наук, професор, зав. кафедри теплоенергетики

**В. І. Савуляк**, доктор технічних наук, професор, зав. кафедри технічного підвищення зносостійкості

**В.О. Заболотний-Ревус**, директор Вінницького навчально-курсого комбінату житлово-комунального господарства

Рекомендовано до видання Вченою радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України

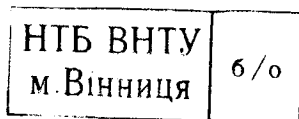
**Власенко А.М.**

В 58 **Основи зварювання.** Навчальний посібник. - Вінниця: ВНТУ, 2007. - 106 с.

В навчальному посібнику наведено основні відомості про зварювання, паяння та різання металів, конструкцію та будову зварювального обладнання, технологію та режими зварювання, зварювальні шви та з'єднання. Посібник складено з врахуванням вимог Міжнародної організації праці і можливості формування електронного посібника.

Розраховано на студентів ВНЗ, які вивчають зварювання не на машинобудівних спеціальностях; учнів, майстрів та викладачів професійно-технічних та інших подібних закладів, а також при вивченні зварювання на виробництві

УДК 683.3(075.3)



© А.М. Власенко, 2007

## Зміст

Вступ .....	4
<b>1 Суть зварювання. Модульний блок №1.....</b>	<b>6</b>
1.1 Загальні відомості про зварювання.....	6
1.2 Сталеві покриті електроди.....	13
1.3 Джерела живлення зварювальної дуги.....	18
1.4 Техніка ручного дугового зварювання.....	22
1.5 Тести модульного блока №1.....	27
<b>2 Зварювальні з'єднання. Модульний блок №2.....</b>	<b>28</b>
2.1 Зварювальні з'єднання і шви.....	28
2.2 Режими дугового зварювання .....	34
2.3 Позначення швів на кресленні.....	38
2.4 Тести модульного блока №2.....	44
<b>3 Газове зварювання та різання металів. Модульний блок №3.....</b>	<b>45</b>
3.1 Суть газового зварювання.....	45
3.2 Обладнання газового зварювання.....	50
3.3 Термічне різання металів.....	53
3.4 Будова та робота кисневого редуктора.....	57
3.5 Будова та робота ацетиленового генератора.....	60
3.6 Тести модульного блока №3.....	64
<b>4 Деформації та дефекти при зварюванні. Модульний блок №4.....</b>	<b>65</b>
4.1 Деформації при зварюванні.....	65
4.2 Дефекти при зварюванні плавленням.....	69
4.3 Види контролю зварних з'єднань.....	74
4.4 Тести модульного блока №4.....	78
<b>5 З'єднання деталей. Модульний блок №5.....</b>	<b>79</b>
5.1 Підготовка деталей до зварювання.....	79
5.2 Особливості виконання зварювання.....	83
5.3 Паяння металу.....	88
5.4 Безпека праці при зварювальних роботах.....	94
5.5 Тести модульного блока №5.....	100
<b>6 Екзаменаційні питання.....</b>	<b>101</b>
<b>7 Предметний покажчик.....</b>	<b>103</b>
Література.....	105

## Вступ

В основу посібника покладені концептуальні підходи та керівні принципи за модульною методологією Міжнародної організації праці (МОП), які можуть органічно функціонувати в дистанційній освіті.

Відповідно до методології МОП навчальний матеріал для вивчення зварювання зібраний у спеціальні дидактичні розділи, які отримали назву „навчальні елементи”. З методичного і педагогічного погляду це спеціально розроблена навчальна брошура, що включає текстовий та ілюстративний матеріал, спрямований на засвоєння вмінь та знань. Отже, навчальні елементи – це дискретні одиниці змісту навчання, що розкривають суть об’єктів, процесів та явищ, і вводяться в навчальний процес у вигляді понять, взаємозв’язків, правил, принципів.

Якість навчального елемента залежить від дотримання правил і процедур його побудови, обов’язкового виконання єдиних вимог і уніфікованих підходів до специфіки робіт, пов’язаних з розробкою та оформленням текстової й ілюстрованої інформації.

Навчальний елемент вміщує нетрадиційно упорядковану текстову та ілюстративну інформацію стосовно однієї конкретної навички (теми) і містить у собі все те, що хороший викладач розповів би студентам для досягнення поставленої мети навчання.

Розробка навчальних елементів виконана з дотриманням стандартизованого формату, схеми можливого розміщення матеріалу та єдиної системи кодування. Це забезпечує можливість суміщення навчальних елементів, розроблених у різних навчальних закладах, та об’єднання їх у єдиний центральний паперовий чи електронний банк навчальних елементів.

Визначну роль при розробці навчального елемента відіграє правильна постановка його цілей. Від цього залежить не лише зміст навчального елемента, а й ефективність контролю досягнень студента при його вивченні.

Цілі навчального елемента сформульовані коротко, точно і визначають суть навчання. Це своєрідний схематичних план вмісту навчального елемента. Від повноти поставлення цілей залежить правильний розподіл навчального матеріалу на кроки та побудова тесту досягнень.

„Пов’язані навчальні елементи” – це ті, які вже опрацьовані студентом і містять необхідну додаткову інформацію; до яких доцільно повернутися при вивченні поточних навчальних елементів.

Зміст навчального матеріалу викладений короткими текстами (кроками), які в логічній послідовності розкривають суть потрібних студенту знань. Кожний крок навчального елемента нумерується і ця нумерація є наскрізною. Тобто номери кроків не повторюються, не

змінюються, а записуються у прямій послідовності від першого до останнього. У випадках коли крок, так би мовити, подрібнюється, інформація записується після двокрапки з риски, у стовпчик, з маленької літери.

Для кращого розуміння і сприймання кожний крок, як правило, доповнюється рисунком. Ілюстрація подається так, щоб нести інформацію, яка доповнює текст кроку або дає змогу краще його розуміти.

Іншою мовою, навчальний елемент розроблений таким чином, щоб студенти при переході на дистанційне навчання могли самостійно навчатися у самостійному власному темпі. Щоб досягти цього, тексти і ілюстрації навчальних елементів виконані таким чином, щоб складати собою повну й правильну послідовність ілюстрованої інформації.

У кінці кожного навчального елемента після інструктивних сторінок містяться контрольні запитання для самоперевірки засвоєння навчального матеріалу. Тест точно відповідає поставленим цілям і дає змогу визначати рівень досягнень студента, а також дає можливість визначити, чи може студент перейти до вивчення наступного навчального елемента, чи він буде змушений повернутися до певного кроку або навіть до початку навчального елемента.

Тестування за підсумками вивчення модульного блоку виконується аналогічно поточному тестуванню студентів за результатами засвоєння навчальних елементів, але викладачем.

Після закінчення вивчення останнього модульного блоку (а отже й усієї модульної програми) студенти складають екзамен у формі екзаменаційного тесту.

Екзаменаційні тести містять не тільки перевірку теоретичних знань, а й перевірку практичних знань та умінь. Під час складання тесту надаються необхідні матеріали, обладнання та створюється ситуація, яка найбільше відповідатиме реальному виробничому середовищу.

# 1 Суть зварювання. Модульний блок №1

## 1.1 Загальні відомості про зварювання

### Цілі

Закінчивши вивчення даного навчального елемента, Ви вмітимете:

- визначати, що таке зварювання;
- ідентифікувати види зварювання залежно від виду прикладеної енергії;
- визначати, до якого класу відносяться відомі способи зварювання.

### Необхідне обладнання, інструменти й матеріали

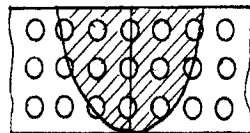
Плакати, комплект.....1

Зразки, комплект.....1

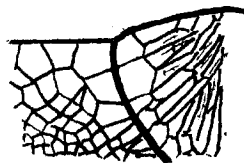
### Пов'язані навчальні елементи

„Зварювальні з'єднання та шви”, „Техніка ручного дугового зварювання”.

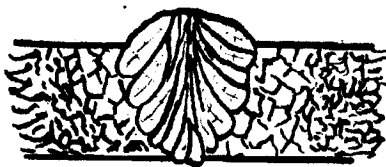
1. Зварюванням називають отримання нероз'ємних з'єднань за рахунок встановлення міжатомних зв'язків між частинами, котрі з'єднуються при їх нагріванні і (або) пластичній деформації. Це означення відноситься як до металів, так і до неметалевих матеріалів (пластмаси, скло і т.п.).



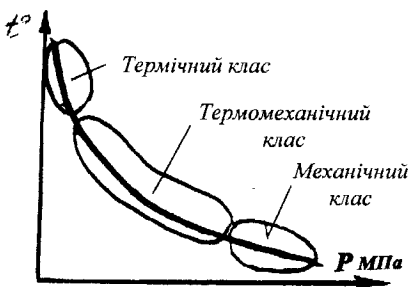
2. Зварюваністю називають властивість металу і з'єднань металів утворювати при встановленій технології зварювання з'єднання, які відповідають вимогам, обумовленим конструкцією і експлуатацією виробу. На зварюваність сталі найбільше впливає її хімічний склад. Добре зварюються низьковуглецеві сталі. Зварювання середньо-вуглецевих сталей можливе при умові дотримання особливої технології. Ручне дугове зварювання високовуглецевих сталей не рекомендується.



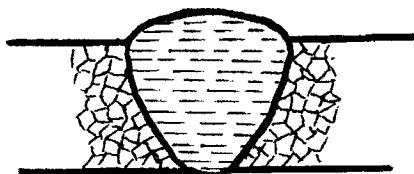
3. Для утворення зварювальних з'єднань необхідно зблизити краї з'єднувальних частин і створити умови, які необхідні для того, щоб між ними почали діяти міжатомні зв'язки. Міжатомні зв'язки можуть установитися між деталями тільки тоді, коли атоми що з'єднуються отримують енергію зовні. В результаті цього атоми отримують відповідні переміщення, які дозволять їм зайняти в загальній атомній решітці стійке положення (досягти рівноваги між силами притягування та відштовхування).



4. Є більше 60 видів зварювання, які класифікуються за основними фізичними ознаками залежно від форми енергії, що використовується; є три класи зварювання: термічний, термомеханічний та механічний.



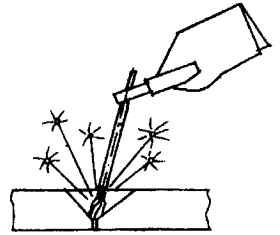
5. Термічний клас зварювання характеризується тим, що від нагрівання зовнішнім джерелом утворюється рідкий метал оплавлених краєнок самовільно з'єднається (в якійсь мірі переміщується). При цьому утворюється ванна розплавленого металу. Після усунення джерела нагрівання метал зварювальної ванни кристалізується і утворює зварювальний шов, який з'єднує зварювані частини. Метал шва може утворюватися тільки за рахунок переплавлення металу на краях або допоміжного присадочного металу, введеного в зварювальну ванну.



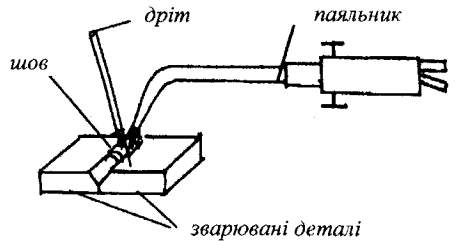


6. Всі види зварювання термічного класу визначаються безпосередньо джерелом тепла, що використовують для розплавлення металу, наприклад:

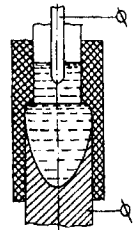
- дугове зварювання – найпоширеніший спосіб з'єднання металевих деталей, який використовує тепло електричної дуги;



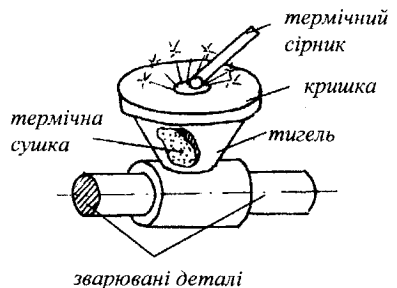
- газове зварювання – зварювання плавленням, при якому для нагрівання використовують тепло полум'я суміші газів, яка спалюється за допомогою пальника;



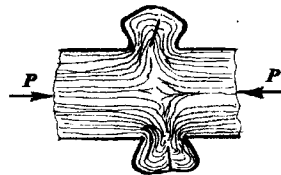
- електрошлакове зварювання – зварювання плавленням, при якому для нагрівання металу використовують тепло, що виділяється при проходженні електричного струму через розплавлений шлак;



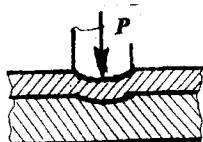
- термітне зварювання – зварювання, при якому для нагрівання використовують тепло горіння термітної суміші (термітів), котра складається із порошоків металів, дуже подібних до кисню, наприклад, алюмінію, і порошоків оксиду заліза.



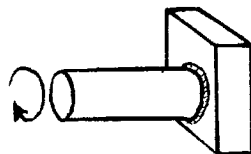
7. Сутність механічного класу зварювання полягає в пластичному деформуванні металу на краях частин, що зварюються. Пластичне деформування на краях досягається статичним або ударним навантаженням. Завдяки пластичній деформації метал на краях піддається тертю між собою, що прискорює процес установаження міжатомних зв'язків між сусідніми частинами. Механічний клас включає види зварювання з використанням механічної енергії і тиску (зварювання холодне, вибухом, ультразвукова, тертям та інші) такі як:



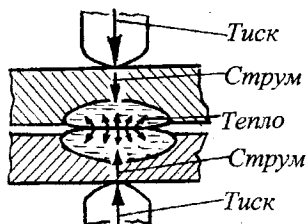
- зварювання холодне виконується при кімнатній температурі деталей (без нагрівання) завдяки глибокій пластичній деформації ділянок металу в зоні з'єднання. Використовується для з'єднання високо-пластичних металів (мідь, алюміній та інші);



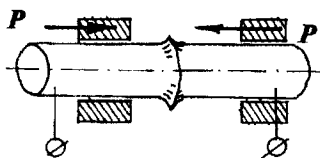
- зварювання тертям ґрунтується на нагріванні металу до пластичного стану за рахунок виділення тепла при терті торцевої поверхні однієї деталі об іншу.



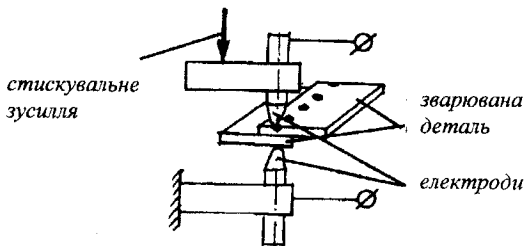
8. Термомеханічний клас об'єднує види зварювання, при яких використовується як теплова енергія, так і тиск. Розрізняють такі як:



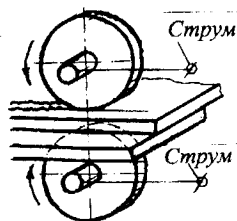
- контактне стикове зварювання – зварювання з використанням тиску. Нагрівання створюється теплом, яке виділяється при проходженні електричного струму через з'єднувані частини, що контактують.



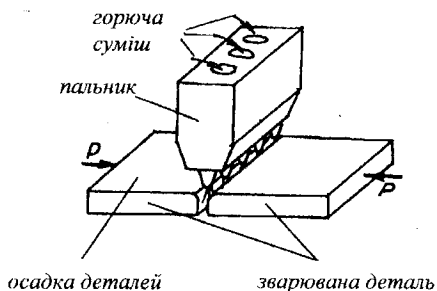
- контактне точкове – зварювання, при якому з'єднання елементів виконуються на ділянках, котрі обмежені площею торців електродів, до яких підводять струм і передають стискувальне зусилля.



- контактне шовне - коли окремі точки частково перекривають одна одну, утворюючи безпервний шов деталей, що зварюються. Листи металу пропусають між роликками, які обертаються і через які проходить електричний струм;

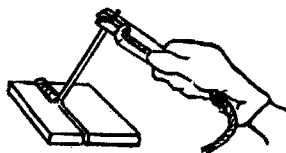


- газопресове зварювання – зварювання тиском, при якому нагрівання проводиться полум'ям газів, які спалюються на виході зварювального пальника.

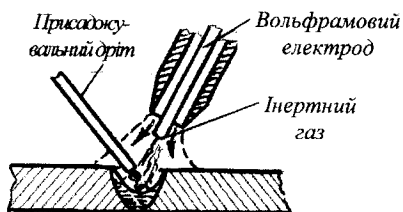


9. Електродугове зварювання – спосіб з'єднання металевих деталей, який використовує тепло електричної дуги. Електричною або зварювальною дугою називають явище з утворенням, перш за все, концентрованої променевої енергії, теплоти, звука і других ефектів в проміжку між електродом і деталлю, який заповнений повітрям або газами, при проходженні електричного струму в цьому проміжку. Електродугове зварювання може бути:

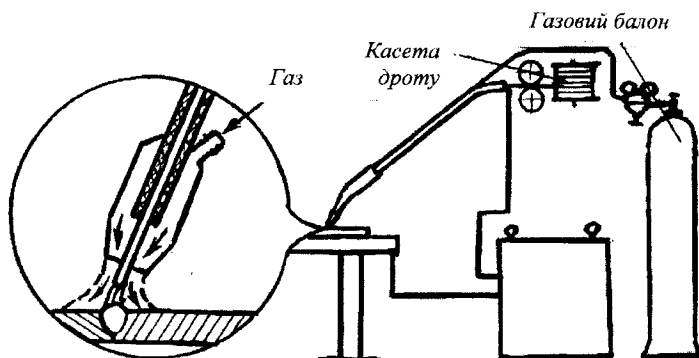
- ручне дугове зварювання, яке виконується людиною за допомогою електрода, котрий плавиться або не плавиться;



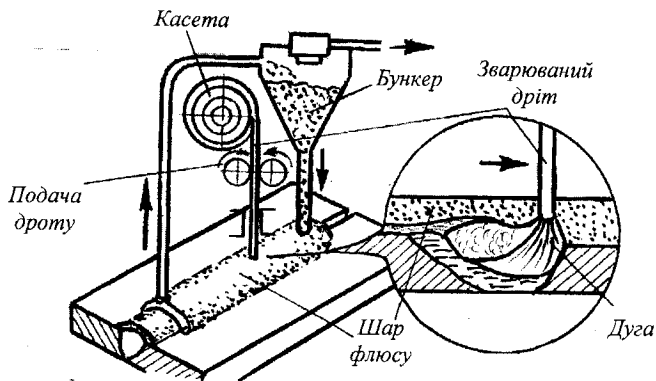
- дугове зварювання в захисному газі може виконуватись електродом, що не плавиться (вольфрамовим), коли зварювальний шов формується за рахунок металу розплавлених кромки, а також присаджувального дроту. Розплавлений метал захищають від окислення і азотування струменем захисного газу, який витісняє атмосферне повітря із зони дуги;



- крім цього може бути зварювання в захисному газі електродом, що плавиться. В зону дуги подається електродний дріт, який плавиться і бере участь в формуванні зварювального шва. Розплавлений метал захищають від окислення і азотування так само, як і в першому випадку. Це зварювання ще називають напівавтоматичним тому, що автоматизують тільки процес подачі електродного дроту;



- дугове зварювання під шаром флюсу - це зварювання, коли електрична дуга горить між основним металом та електродним дротом під шаром сипучого флюсу і розплавленого шлаку, який захищає зварювальну ванну від атмосферного повітря. Зварювання під флюсом ще називають автоматичним тому, що подача електрода в зону дуги та переміщення його вздовж зварюваних крайок виконується автоматично.



### **Контрольні запитання**

1. Які умови необхідно створити, щоб відбулося зварювання?
2. Які є три класу зварювання?
3. Які види зварювання відносяться до термомеханічного класу?
4. Які ви знаєте види термічного класу зварювання?
5. До якого класу відносять електрошлакове зварювання?
6. В чому суть термітного зварювання?
7. Назвіть основні види термічного класу зварювання?
8. Чим відрізняється автоматичне зварювання від напіваавтоматичного?
9. Яке призначення флюсу при автоматичному зварюванні?
10. Який спосіб зварювання найпоширеніший?
11. Як називається зварювання плавленням, при якому для нагрівання металу використовується тепло, що виділяється при проходженні електричного струму через розплавлений шлак?
12. Як називається зварювання, при якому метал розплавляють теплом реакції заміщення оксиду заліза алюмінієм?

## 1.2 Сталеві покриті електроди

### Цілі

Закінчивши вивчення даного навчального елемента, Ви вмітимете:

- ідентифікувати покриття електродів залежно від функціонального призначення речовин, що входять до їх складу;
- визначати будову сталевих покритих електродів для ручного дугового зварювання;
- розрізняти електроди за їх призначенням та основними параметрами (характеристиками).

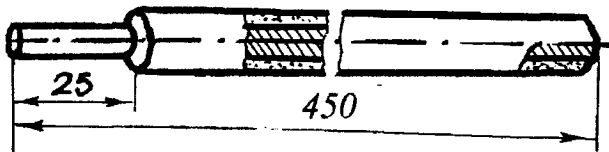
### Необхідне обладнання, інструменти й матеріали

Плакати, комплект.....	1
Зразки електродів, комплект.....	1
Упаковка з-під електродів, шт.....	5

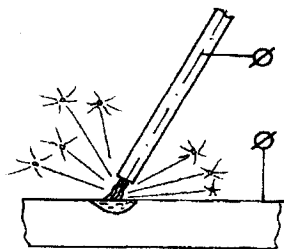
### Пов'язані навчальні елементи

„Позначення швів на кресленнях”, „Технологія ручного дугового зварювання”.

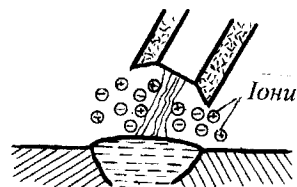
1. Електроди для ручного дугового зварювання - це стержні довжиною до 450 мм, виготовлені із зварювального дроту, на поверхні яких нанесений шар покриття відповідного складу. Один із кінців електрода довжиною 20...30 мм не покривають для затиснення його в електродотримачі з метою забезпечення електричного контакту, а торець другого кінця звільняють від покриття для можливості запалювання дуги за допомогою контакту з виробом.



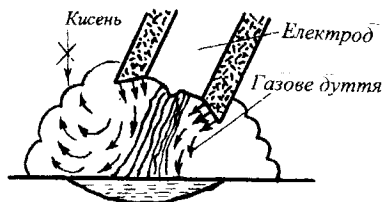
2. Покриття електродів повинно забезпечувати легке запалювання і стійке горіння дуги, утворювати комбінований газошлаковий захист, легувати та рафінувати (очищувати) метал. Для виготовлення покриттів використовують компоненти, описані в кроках 3-8.



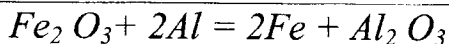
3. Іонізувальні (стабілізувальні) речовини, що використовуються для зниження ефективного потенціалу іонізації. Це забезпечує стабільне горіння дуги. Як іонізуючі компоненти в покриття вводять такі речовини як крейда, мрамур, поташ, польовий шпат та інші.



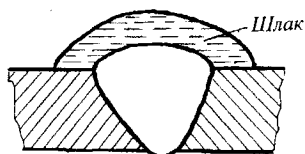
4. Газоутворювальні речовини, які при зварюванні розкладаються або згорають, виділяючи велику кількість газів, утворюючи в зоні дуги газову оболонку (хмарку). Завдяки цій оболонці метал шва захищається від дії атмосферного кисню та азоту. Такими газоутворювальними речовинами є крохмаль, деревинна мука, целюлоза та інші.



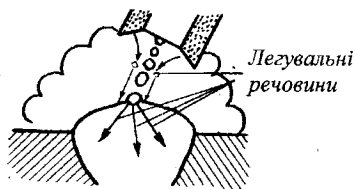
5. Розкиснювальні речовини, які мають більшу подібність до кисню і тому відновлюють метал шва. Розкиснювачами слугують феросплави, алюміній, графіт та інші.



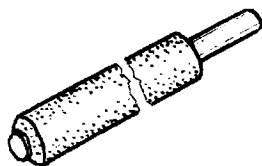
6. Шлакоутворювальні речовини, утворюють шлаковий захист розплавленого металу шва. Крім того, шлаки активно беруть участь в металургійному процесі при зварюванні і підвищують здатність отримання якісного шва. Як шлакоутворювальні речовини використовують польовий шпат, кварц, мрамур, рутил, марганцеву руду і ін.



7. Легувальні речовини, які в процесі зварювання переходять із покриття в метал шва і легують його для придання тих чи інших фізико-механічних властивостей. Такими речовинами є феромарганець, феросиліцій, ферохром, феротитан та інші.

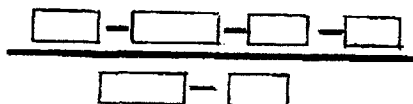


8. І останні речовини, що входять до складу обмазки електродів, - це в'язкі речовини, які призначені для замішування всіх компонентів покриття в вигляді пасти, а також для зв'язування пасти на стержні електрода та придання необхідної міцності після висихання покриття. Такою речовиною є рідке скло.

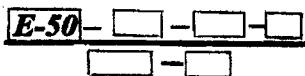


9. В сертифікаті на електроди подається їх умовне позначення, яке є дробовим виразом. В чисельнику виразу записують тип електрода, марку, діаметр, призначення, товщину покриття і групу за якістю виготовлення. В знаменнику записується індекс характеристики металу шва, вид покриття, допустиме просторове положення, індекс роду струму і полярності. Наприклад:

E50 - АНО - 4 - 4,0 - УД2  
E513(5) - B26



10. Тут E50 - тип електрода. Цифри, які стоять після букви E, означають величину тимчасового опору розриву металу шва в  $\text{кг/мм}^2$  (для переведення в МПа потрібно це значення помножити на 10). Механічні властивості для електродів E40 - E60 встановлені після зварювання, а для електродів типу E70 - E150 - після термічної обробки зварюваного з'єднання згідно з технічними вимогами.





11. АНО-4 – марка електрода;

E-50 – АНО-4 –  –   
 –

12. Число 4,0 – діаметр електрода. Коли до пачки додається типовий сертифікат в умовному позначенні, діаметр не вказується, а в сертифікаті ставиться окремий штамп. На штампі проставляються відомості про діаметри, номер партії і дату випуску електродів.

E-50 – АНО-4 – Ø4,0 –   
 –

13. Літера У – призначення електродів. В даному випадку електроди призначені для зварювання конструкцій з вуглецевої сталі. На цьому місці можуть стояти і інші літери (Л – для легованих конструкційних сталей; Г – для теплостійких сталей; Н – для наплавлення).

E-50 – АНО-4 – 4,0 – У   
 –

14. Буква Д в умовному позначенні означає товщину покриття. В даному випадку покриття товсте. Може стояти літера М – тонке покриття; С – середнє покриття; Г – особливо тонке покриття.

E-50 – АНО-4 – 4,0 – УД2  
 –

15. Літера Е в знаменнику означає „електрод”. Число 513(5) означає групу індексів, які характеризують метал шва.

E-50 – АНО-4 – 4,0 – УД2  
E513(5) –

16. Літера Б означає вид покриття. В даному випадку покриття основне. Може бути: А – кисле, Р – рутилове, Ц – целюлозне, Ж – покриття з підвищеним складом залізного порошку.

E-50 – АНО-4 – 4,0 – УД2  
E513(5) – Б

17. Перша цифра в останній групі позначок вказує на допустимі просторові положення при зварюванні цими електродами: 1 – усі положення; 2 – всі, окрім вертикального зверху вниз; 3 – всі, крім вертикального зверху вниз і стельового; 4 – тільки нижнє положення.

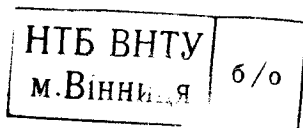
**E-50 – АНО-4 – 4,0 – УД2**  
**E513(5) – Б2**

18. Друга цифра в останній групі позначення дає відомості про рід струму і полярності: 0 – зварювання тільки на постійному струмі зворотної полярності; 1 – зварювання на змінному струмі будь-якої полярності; 2 – зварювання на змінному струмі або постійному прямої полярності; 3 – зварювання на змінному струмі або постійному зворотної полярності.

**E-50 – АНО-4 – 4,0 – УД2**  
**E513(5) – Б26**

### **Контрольні запитання**

1. Якою має бути довжина електрода?
2. В якому місці замірюється діаметр електрода?
3. Чому один із кінців електрода не покритий обмазкою?
4. Що забезпечують димоутворювальні речовини, які входять до складу покриття електродів?
5. Чому дорівнює опір розриву металу шва, звареного електродом:  
а) 50 МПа; б) 500 МПа; в) 5 МПа?
6. Що означає в сертифікаті на електроди літера „А”:  
а) кислий вид покриття; б) основний вид покриття; в) якість металу шва?
7. Що означає в сертифікаті на електроди остання цифра в знаменнику:  
а) діаметр електрода; б) просторове положення ; в) рід струму?
8. Що означає E50:  
а) тип електрода; б) марку електрода; в) сорт електрода?
9. Якою буквою означаються електроди, призначені для зварювання вуглецевої сталі:  
а) А; б) В; в) У?



## 1.3 Джерела живлення зварювальної дуги

### Цілі

Закінчивши вивчення даного навчального елемента, Ви вмітимете:

- визначати вимоги до зварювальних апаратів;
- розрізняти основні види зварювального обладнання за призначенням, родом струму та виконанням;
- визначати, що є джерелом зварювальної дуги;
- використовувати основні терміни та означення характеристик зварювальних апаратів.

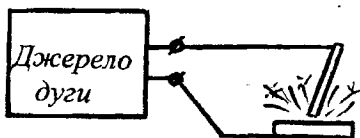
### Необхідне обладнання, інструменти й матеріали

Плакати, комплект.....	1
Макети, комплект.....	1

### Пов'язані навчальні елементи

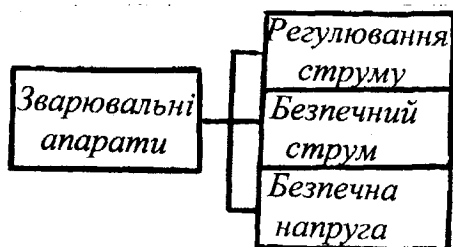
„Основні способи зварювання”, „Техніка ручного дугового зварювання”.

1. Джерелом живлення зварювальної дуги є електричні машини та апарати, що забезпечують живлення дуги струмом, який підтримує стійкий дуговий розряд. До джерел живлення зварювальної дуги висовуються технічні вимоги, пов'язані із статичною характеристикою дуги, процесом плавлення і перенесення металу при зварюванні, які мають такі особливості:

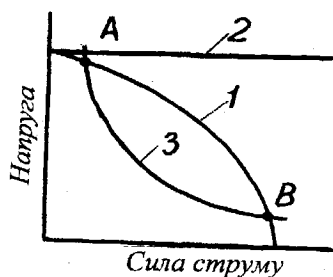


- зварювальні апарати повинні бути обладнані пристроєм регулювання сили зварювального струму;
- струм тимчасового короткого замикання, що виникає момент торкання електродом виробу і при перенесенні розплавленого металу на виріб, повинен бути безпечної величини щодо перепада обмоток і достатнім для швидкого розплавлення кінця електроду;

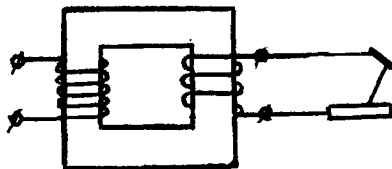
- напруга холостого ходу повинна забезпечувати швидке запалювання дуги, але не створювала ураження зварювальника електричним струмом.



- Зовнішня вольт-амперна характеристика джерела живлення – це залежності між величиною зварювального струму і напругою на вихідних клеммах зварювального апарата. Розрізняють декілька типів зовнішніх характеристик: стрімко спадна 1 і жорстка 2. Статична характеристика дуги зварювального апарата 3 в двох точках пересікає стрімко спадну характеристику дуги ((A;B); в точці А відбувається збудження дуги, а в точці В забезпечується стійке горіння дуги.

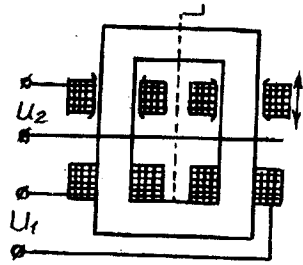


- Джерела живлення класифікуються залежно від роду струму та принципу дії. Як джерела змінного струму використовують зварювальні трансформатори, які перетворюють змінну сітьову напругу в понижену, необхідну для зварювання. Це найпростіші та дешеві джерела, які широко використовують при ручному зварюванні покритими електродами.

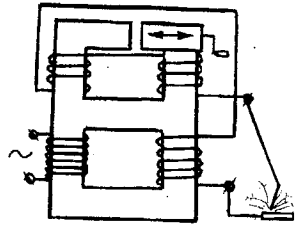


4. Для ручного зварювання використовують зварювальні трансформатори:

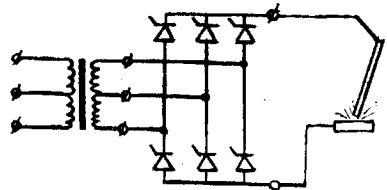
- з рухомими котушками;



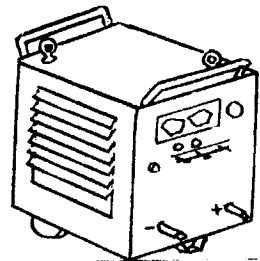
- з рухомими магнітними шунтами;



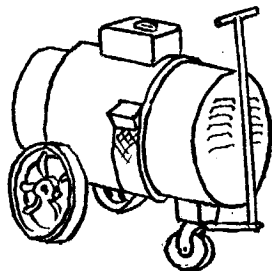
- тиристорні трансформатори.



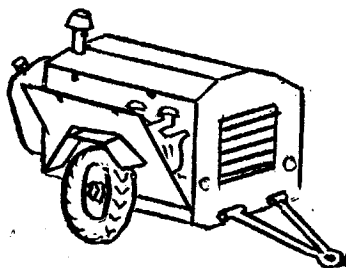
5. Універсальні зварювальні випрямлювачі. Зовнішні характеристики таких випрямлювачів при ручному зварюванні мають спадний вигляд, при зварюванні в захисних газах - жорстку. Вони мають вищий коефіцієнт корисної дії, меншу вагу, кращі технологічні властивості, зручні в експлуатації



6. Зварювальні перетворювачі - це комбінація електродвигуна змінного струму і зварювального генератора постійного струму. Електрична енергія мережі змінного струму перетворюється в механічну енергію електродвигуна, обертає вал генератора і перетворюється в електричну енергію.



7. Зварювальний агрегат складається із двигуна внутрішнього згорання і генератора постійного струму. Хімічна енергія спалювання палива перетворюється в механічну, а потім - в електричну енергію. Агрегати використовують, в основному, для ручного зварювання в польових умовах, де відсутні електричні мережі.



### ***Контрольні запитання***

1. Які є джерела живлення дуги змінного струму?
2. Що таке вольт-амперна характеристика джерела живлення зварювальної дуги?
3. Які є вимоги до джерел зварювальної дуги?
4. Що називають зварювальним генератором? Яку він має будову?
5. Яку будову мають зварювальні агрегати?
6. Які є способи регулювання струму в зварювальних трансформаторах?

## 1.4 Техніка ручного дугового зварювання

### Цілі

Закінчивши вивчення даного навчального елемента, Ви вмітимете:

- розрізняти способи запалювання зварювальної дуги;
- правильно визначати схеми переміщення електрода при ручному зварюванні;
- визначати схеми накладання швів залежно від знаходження шва в просторі;
- використовувати основні терміни та означення при ручному дуговому зварюванні.

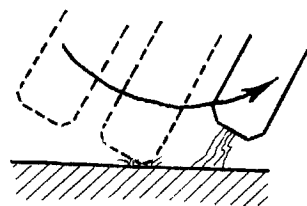
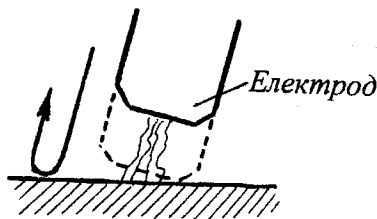
### Необхідне обладнання, інструменти й матеріали

Плакати, комплект.....	1
Зразки, комплект.....	1

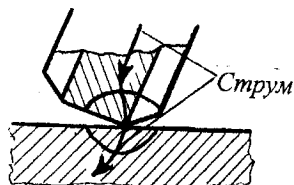
### Пов'язані навчальні елементи

„Зварювальні з'єднання і шви”, „Режими дугового зварювання”.

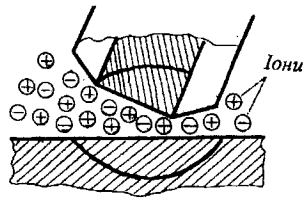
1. Запалювання дуги виконують двома способами: впритул і „сірником” – шляхом торкання електрода до виробу і його відриву від виробу на відстань 3-5 мм.



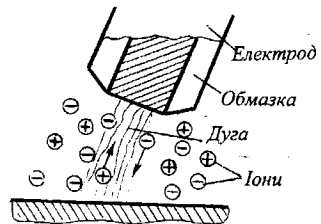
2. В момент торкання електрода напруга в зварювальному ланцюгу спадає, а сила струму збільшується.



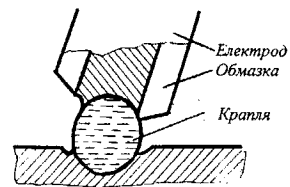
3. В місці торкання через великий електричний опір метал електрода і виробу сильно нагрівається. В результаті чого різко збільшується електронна емісія (відрив електронів від металевої поверхні)



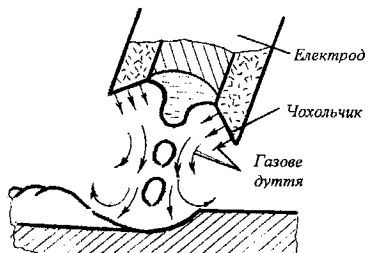
4. При відриві електрода виникає електрична дуга (потужний електричний розряд в середовищі електронного „газу” між електродами, що знаходяться під напругою), і напруга в зварювальному ланцюгу установлюється в межах 16 – 25 В.



5. Якщо зварювальник забариться відірвати електрод від виробу, може відбутися „примержання” електрода, тобто приварювання його кінця до виробу, оскільки під дією сильного струму кінець електрода швидко розплавляється, а при утворенні краплі розплавленого металу опір в місці торкання різко зменшується і метал застигає.



6. При зварюванні стержень електрода плавиться швидше, ніж обмазка і торець його буде прикритим „чохольчиком” покриття. Інтенсивне газоутворення в невеликому об’ємі „чохольчика” приводить до явища газового дуття, яке приводить до більш швидкого переходу капель металу в зварювальну ванну.

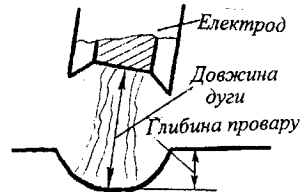




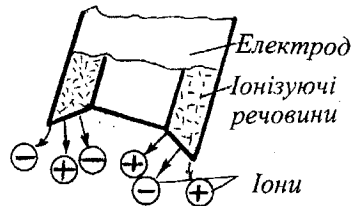
7. Внаслідок тиску газів і потоку електронів, що виходять із кінця електрода в процесі зварювання, на основному металі утворюється заглиблення, яке називається кратером.



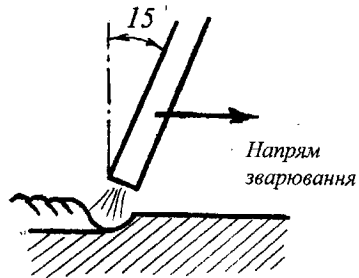
8. Відстань між кінцем електрода і дном кратера називають довжиною дуги, а відстань між поверхнею основного металу і дном кратера – глибиною провару.



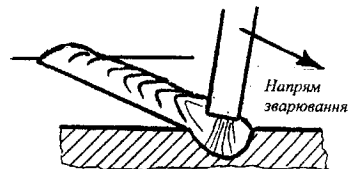
9. Для стабільного горіння дуги до складу покриття електрода вводять елементи з низьким потенціалом іонізації, наприклад калій, натрій та інші (див. НЕ „Сталеві покриті електроди”).



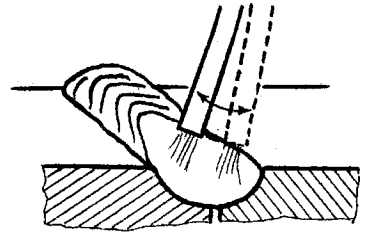
10. Для правильного формування шва електрод необхідно тримати нахилено відносно поверхні зварюваного металу під кутом 15 – 20 градусів до нормалі і в бік напрямку зварювання.



11. Для наплавлення вузького валика, який називають нитковим рухають електрод тільки вздовж шва, без поперечного коливання електрода. Ширина утворюваного шва при цьому на 1 – 2 мм більше діаметра електрода.



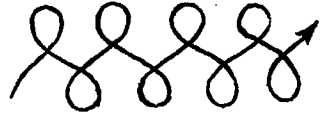
12. При зварюванні товстих листів використовують поперечне переміщення електрода, яке потрібно для отримання шва необхідної ширини, розплавлення зварювальних крайок, сповільнення застигання ванни наплавленого металу, усунення непровару і забезпечення отримання однорідного шва. Для утворення шва необхідної ширини використовують маніпуляцію електродом, яка складається з двох рухів – вздовж шва та поперек в різних варіантах:



- переміщення із затриманням в крайніх точках для кращого проварювання крайок шва;



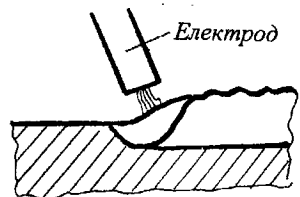
- для тієї ж мети служать петлеподібні переміщення;



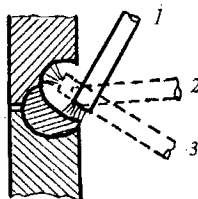
- для кращого прогріву широкого шва використовують переміщення подвійними петлями.



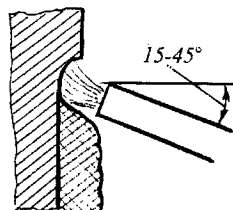
13. Велике значення в техніці зварювання має уміле переривання дуги і повторне її запалювання. При обриванні дуги не допускають утворення кратера, а заплавляють його металом. Заварку кратера виконують, тримаючи електрод нерухомо до самостійного обривання дуги або частими короткими замиканнями електрода.



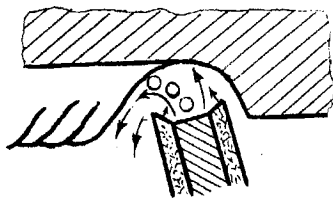
14. При зварюванні горизонтальних швів на вертикальній площині розробку дають тільки верхньому листу, дугу збуджують на нижній крайці, потім поступово переходять на скошену верхню крайку.



15. Вертикальні шви зварювати набагато важче через стікання розплавленого металу вниз. Для зменшення стікання металу роботу ведуть короткою дугою і в напрямі знизу в верх.



16. Зварювання стелевих швів ведуть дуже короткою дугою (коротке замикання електрода на деталь). Використовують електроди з тугоплавкою обмазкою, яка утворює навколо кінця електрода „втулочку” („чохольчик”), яка створює направлений газовий потік (газове дуття), що утримує електродний метал.



### **Контрольні запитання**

1. Які є способи запалювання зварювальної дуги і як вони виконуються?
2. Чому при зварюванні електрод може „примерзнути”?
3. Під яким кутом необхідно тримати електрод при зварюванні?
4. Які ви знаєте маніпуляції електродом?
5. Що забезпечує „втулочка” на кінці електрода при зварюванні стелевих швів?
6. Які особливості зварювання вертикальних швів?

## 1. 5 Тести модульного блоку №1

1. Який спосіб зварювання найпоширеніший:  
а) термітний; б) газовий; в) електродуговий?
2. Як називається зварювання плавленням, при якому для нагрівання металу використовується тепло, яке виділяється при проходженні електричного струму через розплавлений шлак:  
а) газове; б) термітне; в) електрошлакове?
3. Як називається зварювання, при якому метал розплавляють теплом реакції заміщення оксиду заліза алюмінієм:  
а) газове; б) термічне; в) термітне?
4. Чому дорівнює опір розриву металу шва, звареного електродом Е50:  
а) 50 МПа; б) 500 МПа; в) 5 МПа?
5. Що означає в сертифікаті на електроди остання цифра в знаменнику:  
а) діаметр електрода; б) просторове положення ; в) рід струму?
6. Що означає Е50:  
а) тип електрода; б) марку електрода; в) сорт електрода?
7. Якою буквою позначаються електроди, призначені для зварювання вуглецевої сталі:  
а) А; б) В; в) У?
8. Як називаються речовини, що входять до складу покриття електрода та найбільше подібні до кисню:  
а) розкислювальні; б) стабілізуювальні; в) зв'язувальні?
9. Що використовують як джерела змінного струму:  
а) зварювальні перетворювачі; б) зварювальні трансформатори;  
в) зварювальні агрегати?
10. Яким способом не виконують запалювання дуги:  
а) впритик; б) „сірником”; в) обертанням?
11. Як називається відрив електронів від металевої поверхні:  
а) іонізація; б) розкислення; в) емісія?
12. Що відбудеться якщо зварювальник при запалюванні дуги запізниться відірвати електрод від виробу:  
а) „примержне”; б) „присохне”; в) „прилипне”?
13. Як називається інтенсивне газоутворення в невеликому об'ємі чохолячика:  
а) газове змішування; б) газове дуття; в) газове утворення?

## 2 Зварювальні з'єднання. Модульний блок №2

### 2.1 Зварювальні з'єднання і шви

#### Цілі

Закінчивши вивчення даного навчального елемента, Ви зможете:

- ідентифікувати шви за взаємним розташуванням деталей, що зварюються ;
- розділяти шви за основним положенням зварювання в просторі;
- розрізняти шви за зовнішньою формою та кількістю наплавленого металу;
- розрізняти зварювальні шви за їх протяжністю;
- розрізняти шви щодо діючого зусилля.

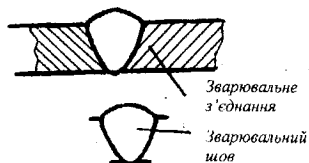
#### Необхідне обладнання, інструменти й матеріали

Плакати, комплект.....	1
Зразки з'єднань та швів, комплект.....	1

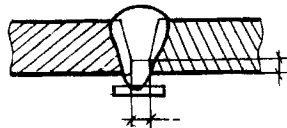
#### Пов'язані навчальні елементи

„Позначення швів на кресленнях”, „Техніка ручного дугового зварювання”.

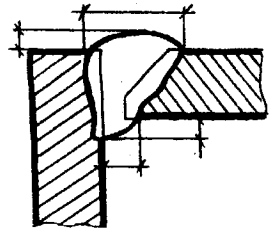
1. Зварювальні з'єднання поділяються на декілька видів, визначених взаємним розміщенням зварюваних деталей. Зварним швом називають ділянку зварного з'єднання, що утворилась в результаті кристалізації металу зварної ванни.



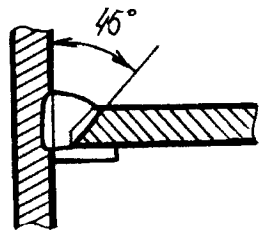
2. З'єднання двох елементів, розташованих в одній площині, приєднаних один до одного торцевими поверхнями, називається стиковим. Форми підготовки торцевих поверхонь (країв) і окреслення зварювального стикового шва, одержаного в результаті зварювання. Стандартом передбачено 32 види стикових з'єднань, умовно позначених С1, С2...С28 що мають різну підготовку країв залежно від товщини, розташування зварюваних елементів, технології зварювання і наявність оснащення для обробки країв.



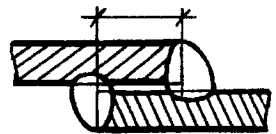
3. Кутовим з'єднанням називають з'єднання двох елементів, розташованих під кутом і зварених в місці дотикання їхніх країв. Таких з'єднань є 10 : від У1 до У10.



4. Тавровим з'єднанням називають зварювальне з'єднання, в якому торець одного елемента приєднаний під кутом і приварений кутковими швами до бічної поверхні іншого елемента. Стандартом передбачено кілька видів таких з'єднань : з Т1 по Т9.



5. З'єднанням внапусток називають таке зварювальне з'єднання, в якому зварені кутковими швами елементи розташовані паралельно і частково перекривають один одного. Стандартом передбачено два таких з'єднання : Н1 і Н2, які відрізняються тільки тим, що в одному з'єднанні приварюються два торці до поверхні елементів, а в другому з'єднанні - тільки один торець



6. Розрізняють зварювальні шви за формою підготовлених торців поверхонь (крайок) та контурами зварного шва, який отриманий в результаті зварювання. Основними можуть бути такі:

- відбортовка без зазору, яку виконують для зварювання металу товщиною до 3 мм;



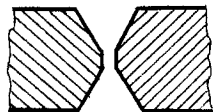
- без скосів виконують при зварюванні металу товщиною до 4 мм;



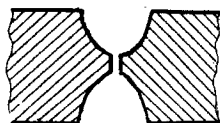
- односторонній скіс готують для зварювання металу товщиною 13-15 мм;



- двосторонній скіс рекомендується при зварюванні метал товщиною більше 15 мм;

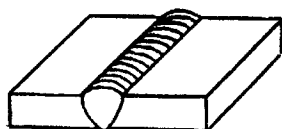


- чашоподібний скіс виконують при зварюванні металу товщиною більше 20 мм.

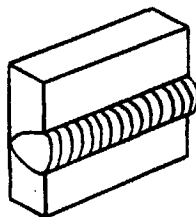


7. Розділяють зварювальні шви за основним положенням в просторі і можуть бути:

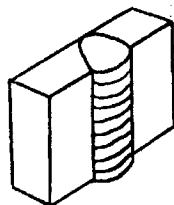
- нижні (Н). Такі шви найлегше виконувати; їх можна розташовувати на нижній горизонтальній площині в будь-якому напрямі;



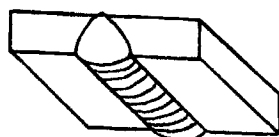
- горизонтальні (Г) – це шви, які розташовані горизонтально на вертикальній площині;



- вертикальні (В). Вони розташовуються вертикально на вертикальній площині;

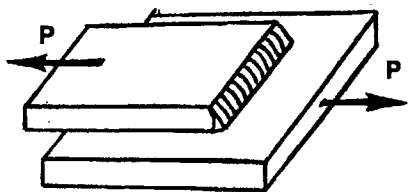


- стельові (П) – це найскладніші для виконання; вони розташовуються в будь-якому напрямі на верхній горизонтальній площині знизу.

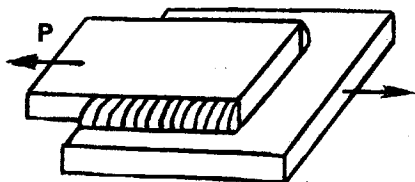


8. Типи швів щодо напрямку діючих на них зусиль розділяють на:

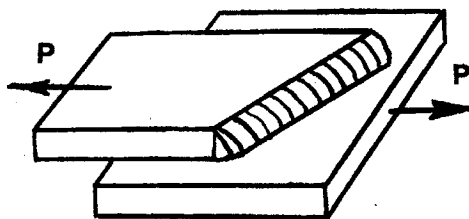
- лобові, що розташовані перпендикулярно діючому зусиллю;



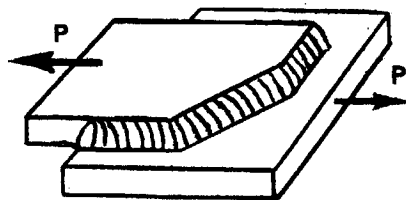
- флангові - паралельно;



- косі – під кутом;



- комбіновані, що розташовані у всіх напрямках одночасно.





9. Розрізняють зварювальні шви за зовнішньою формою і поділяються на:

- опуклі (посилені). Звичайно, при ручному зварюванні використовують опуклі (посилені) шви;



- нормальні (з плоскою поверхнею) в яких плоска поверхня шва досягається регулюванням режиму зварювання або спеціальною механічною обробкою;



- увігнуті, якими роблять кутові шви для підвищення межі витривалості зварного з'єднання. Стикові увігнуті шви є ознакою браку.

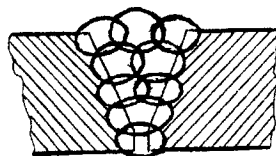


10. Шви за кількістю наплавленого металу і можуть бути:

- одношарові - при невеликій товщині деталей що зварюються;

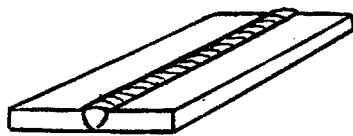


- багат шарові - при великій товщині.

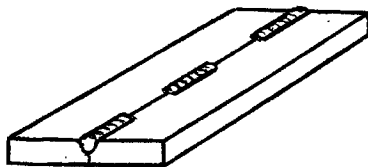


11. Зварювальні шви розрізняють за їх протяжністю і бувають:

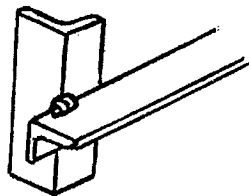
- безперервними – суцільні. Як правило, всі шви виконуються неперервними;



- переривчастими. Вони використовують тоді, коли шов не відповідальний або якщо за розрахунком на міцність не вимагається суцільний шов. Їх використовують з метою економії матеріалів, електроенергії і праці зварювальника.



12. За умовами роботи шви можуть бути робочими чи зв'язуючими (прихватка). Прихваткою називається короткий зварювальний шов, що використовується для фіксації взаємного розташування, розмірів та форми елементів, які складаються під зварювання.



### **Контрольні запитання**

1. Як вибирають число шарів і проходів при виконанні шва?
2. Які є зварювальні з'єднання залежно від взаємного розташування елементів?
3. Чим відрізняються зварювальні шви від зварювальних з'єднань?
4. Що визначає зварювальне з'єднання внапусток?
5. Коли використовують переривчасті шви?
6. Як розрізняють шви за формою розроблених крайок?
7. Які є шви залежно від діючого на них зусилля?

## 2.2 Режими ручного дугового зварювання

### Цілі

Закінчивши вивчення даного навчального елемента, Ви зможете:

- вибирати діаметр електрода залежно від товщини металу, що зварюється;
- визначати величину зварювального струму залежно від діаметра електрода;
- визначати довжину дуги та вплив на якість наплавленого металу;
- визначати продуктивність розплавлення і наплавлення електродів.

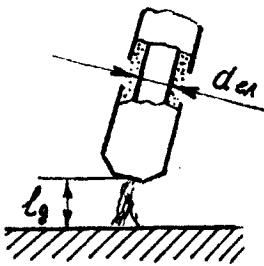
### Необхідне обладнання, інструменти й матеріали

Електроди, що плавляться, шт. ....5  
Зразки, комплект.....1

### Пов'язані навчальні елементи

„Сталеві покриті електроди”, „Техніка ручного дугового зварювання”.

1. Для утворення якісного зварювального шва потрібно правильно вибирати режим зварювання, який визначається діаметром електрода ( $d_{el}$ ), величиною зварювального струму ( $I$ ) і довжиною дуги ( $l$ )



2. Діаметр електрода визна... и металу та типу зварного з'єднання. Для цього користуйтеся такими орієнтовними значеннями

Товщина металу, мм	1-2	3	4-5	5-10
Діаметр електрода, мм	1,5-2,5	3	3-4	4-6

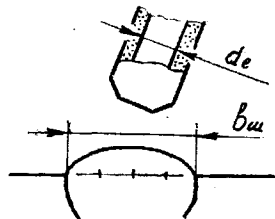
3. Величина зварювального струму залежить від товщини металу, що зварюється, типу з'єднання, швидкості зварювання, положення шва в просторі, товщини та виду покриття електрода, його діаметра. Практично величину зварювального струму при зварюванні електродами із маловуглецевої сталі можна визначити залежно від діаметра електрода.

$$I_{зв(a)} = k \cdot d_{ел(мм)},$$

- де  $I_{зв}$  – сила зварювального струму, (а);  
 $d_{ел}$  – діаметр електрода, мм;  
 $k$  – коефіцієнт, що дорівнює 40-60 для електродів із низьковуглецевої сталі.

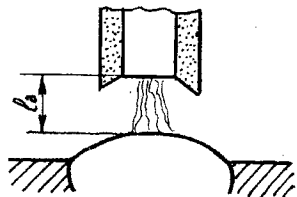
$$I_{зв.} = (40 - 60) d_{ел}$$

4. Значення зварювального струму впливає на глибину проварення та на форму шва. При ширині шва, що дорівнює 3 – 4 діаметрам електрода, форма шва буде більш правильною.



5. Довжина дуги суттєво впливає на якість шва: чим коротша дуга, тим вища якість наплавленого металу.

$$Lд = 0.5 (d + 2).$$



6. Продуктивністю розплавлення електродів називають масу розплавленого дугою електродного металу в одиницю часу. Продуктивність розплавлення (г/год) електродів при зварюванні знаходиться за формулою  $\Pi_p = \alpha_p I$ , де  $\alpha_p$  – коефіцієнт розплавлення електрода – маса електродного металу, розплавленого струмом один ампер протягом однієї години горіння дуги, має розмірність г/(А.год). Звичайно  $\alpha = 7 - 22$  г/(А.год), залежно від марки покриття, щільності струму, роду, полярності струму і ін.

$$\Pi_p = \alpha_p I_{зв}$$

$$\alpha_p = \frac{Q_{(зр)}}{I_{зв(a)} \cdot t_{(год)}}$$

7. Розплавлений метал електрода не повністю переноситься в шов, частина його втрачається на розбризкування, випаровування і чад в процесі горіння дуги. Продуктивність перенесення (г/год) електродного металу в шов (продуктивність наплавлення)  $\Pi_n$  знаходиться за формулою:

$$\Pi_n = \alpha_n \cdot I_{зв}$$

8. Як правило, коефіцієнт наплавлення  $\alpha_n$  більший коефіцієнта розплавлення  $\alpha_p$  на величину втрат електродного металу. Коефіцієнт втрат електродного металу  $\varphi = [(\alpha_p - \alpha_n) / \alpha_p] \cdot 100\%$  і складає 3÷20%. Менше 3% втрат електродного металу звичайно не буває, а втрати більше 20% роблять зварювання електродами при даних умовах нерациональним.

$$\varphi = \frac{\alpha_p - \alpha_n}{\alpha_p} \cdot 100\%$$

Значення коефіцієнтів розплавлення і наплавлення використовують для нормування втрат електродів і часу зварювання.

9. Незалежно від типу і способу виконання зварювальний шов складається із часток основного і електродного металів. Цю частку можна визначити як відношення площі перерізу проплавленого металу ( $F_{np}$ ) до площі перерізу шва, яка визначається сумою площ наплавленого та проплавленого металу.

$$\gamma = \frac{F_{np}}{F_{np} + F_n}$$

- площа наплавленого металу знаходиться з виразу  $F_n = 0,75bh$ , де  
b - ширина валика шва; h - висота валика шва.

$$F_n = 0,75bh$$

- площу проплавленого металу знаходять з виразу  $F_{np} = 0,75bq$ , де  
b - ширина шва; q - глибина проплавлення.

$$F_{np} = 0,75bq$$

### **Контрольні запитання**

1. Як залежить діаметр електрода від товщини металу, що зварюється?
2. Чому дорівнює найменший та найбільший коефіцієнт втрат?
3. Що таке продуктивність розплавлення електродів?
4. Як визначається коефіцієнт втрат?
5. За допомогою чого
6. Що визначає коефіцієнт втрат і чому він дорівнює?
7. За якою формулою визначається величина струму залежно від діаметра електрода?
8. Яка різниця між коефіцієнтами розплавлення та наплавлення?

## 2.3 Позначення швів на кресленні

### Цілі

Закінчивши вивчення даного навчального елемента, Ви вмітимете:

- ідентифікувати умовні позначення зварювальних з'єднань та швів;
- правильно використовувати умовні позначення на кресленні зварювальних швів;
- розрізнити позначення заводських і монтажних зварювальних швів.

### Необхідне обладнання, інструменти й матеріали

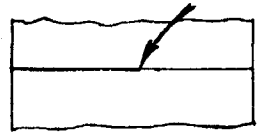
Плакати, комплект.....	1
Зразки, комплект.....	1

### Пов'язані навчальні елементи

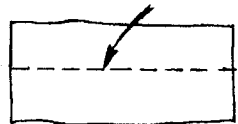
„Зварювальні з'єднання і шви”, „Техніка ручного дугового зварювання”.

1. На кресленнях зварних виробів використовують систему умовного зображення і позначення швів. Шов зварного з'єднання незалежно від способу зварювання умовно зображають:

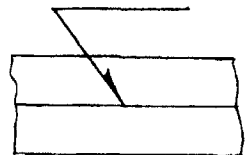
- видимий – суцільною основною лінією;



- невидимий – штриховою лінією.

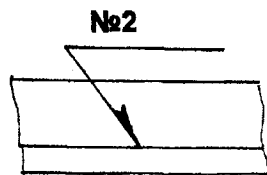


2. Від зображення зварювального шва проводять лінію-виноску з односторонньою стрілкою, яка вказує місце розміщення шва. Поличка повинна розміщуватися завжди паралельно основному напису креслення.

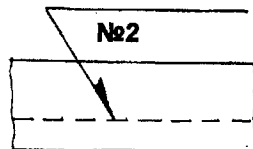


3. Умовне позначення шва зварного з'єднання наносять:

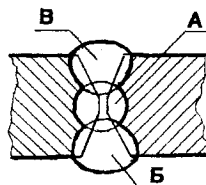
- на поличці лінії-виноски, яка проводиться від зображення шва з лицьової сторони;



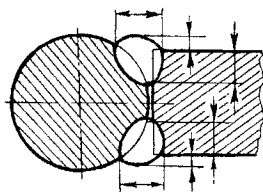
- під поличкою лінії-виноски, яка проводиться від зображення із зворотної сторони.



4. На зображенні перерізу багатопрохідного шва допускається наносити контури окремих проходів, при цьому їх необхідно позначати великими буквами алфавіту.

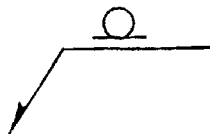


5. Шов, розміри конструктивних елементів якого стандартами не передбачені (нестандартний шов), зображають з нанесенням розмірів конструктивних елементів, необхідних для виконання шва за даними кресленням. Межі шва зображають суцільними основними лініями, а конструктивні елементи країв в межах шва – суцільними тонкими лініями.



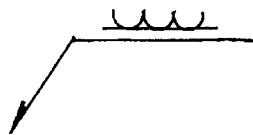
6. На кресленнях проставляються умовні позначення швів зварних з'єднань допоміжними знаками:

- підсилювання шва зняти;

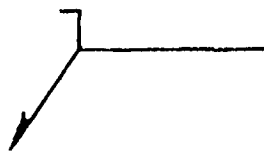




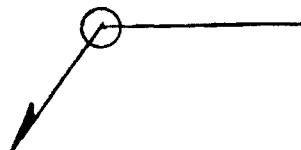
- напиви і нерівності шва обробити з плавним переходом до основного металу;



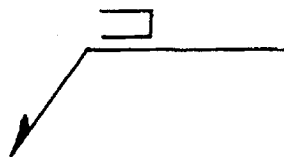
- шов виконати при монтажі, тобто при установленні його за монтажним кресленням і на місці застосування;



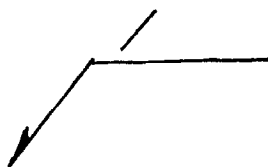
- шов по замкнутій лінії;



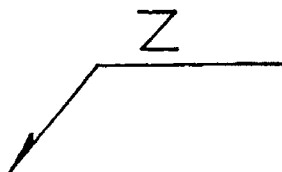
- шов по незамкнутій лінії. Знак застосовують, якщо розташування шва ясно із креслення;



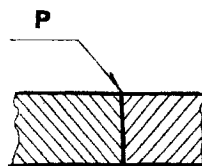
- шов переривчастий або точковий з ланцюговим розташуванням;



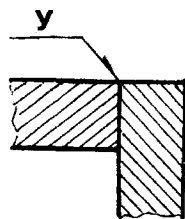
- шов переривчастий з шаховим розташуванням.



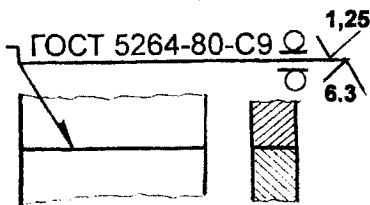
7. На полиці лінії-виноски перед позначенням виду зварювання проставляються буквами позначення способу зварювання: Р – ручна; П – напівавтоматична; А – автоматична.



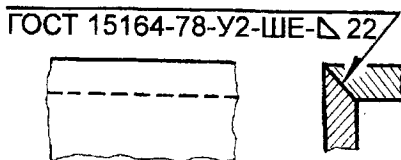
8. Умовне позначення швів за стандартом на типи та конструктивні елементи залежно від взаємного розташування та в просторі. Див. НЕ „Зварювальні з'єднання та шви”.



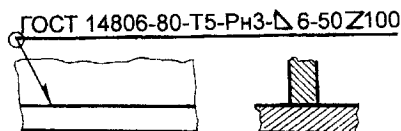
9. Приклад умовного позначення шва стикового з'єднання з криволінійним нахилом одного краю, двосторонній, виконати дуговим ручним зварюванням при монтажі виробу. Посилення зняти з обох сторін. Параметр шорсткості поверхні шва: з лицьової сторони - 1.25 мкм; зі зворотної сторони - 6.3 мкм.



10. Приклад умовного позначення шва кутового з'єднання зі скосом країв, виконаний електрошлаковим зварюванням дротяним електродом. Катет шва 22 мм.



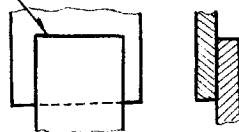
11. Приклад умовного позначення шва таврового з'єднання без скосу країв, двосторонній, переривчастий з шаховим розташуванням, виконаний



дуговим ручним зварюванням металевим електродом, що плавиться, за замкнутою лінією. Катет шва 6 мм, довжина завареної ділянки 50 мм, крок 100 мм.

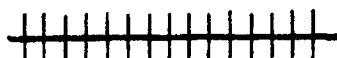
12. Приклад умовного позначення шва з'єднання внапусток без скосу країв, односторонній, виконаний дуговим напівавтоматичним зварюванням в захисних газах електродом, що плавиться. Шов по розімкнутій лінії. Катет шва 5 мм.

ГОСТ 14806-80-Н1-П-3□ 5□

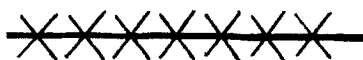


13. На будівельних кресленнях застосовуються такі умовні позначення швах зварних з'єднань:

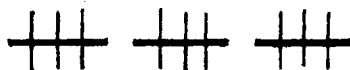
- шов зварного стикового з'єднання суцільний з видимої сторони, заводський;



- шов зварного стикового з'єднання суцільний з видимої сторони, монтажний;



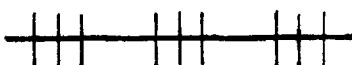
- шов зварного стикового з'єднання суцільний з невидимої сторони, заводський;



- шов зварного стикового з'єднання суцільний з невидимої сторони, монтажний;






- шов зварного стикового з'єднання переривчастий з видимої сторони, заводський;



- шов зварного стикового з'єднання переривчастий з видимої сторони, монтажний;



- шов зварного стикового з'єднання переривчастий з невидимої сторони, заводський;
 
  
- шов зварного стикового з'єднання переривчастий з невидимої сторони, монтажний;
 
  
- шви кутових, таврових і напускних стиків позначаються так само, як і стикові, тільки позначки зміщені в бік зварювального шва.
 

### ***Контрольні запитання***

1. В якому випадку умовне позначення шва проставляється під поличкою?
2. Як позначаються на кресленні видимі і невідомі шви?
3. Поясніть, що означає Т1, Т3, С2, У4?
4. Які спрощення використовують при позначенні зварних швів на кресленні?
5. За допомогою чого позначається шов по замкнутій лінії?
6. Як позначається на кресленні зварного шва „посилення зняти”?
7. Як позначається на будівельному кресленні монтажний шов з невидимої сторони?
8. Чим відрізняється позначення монтажного шва на кресленнях машинобудівних і будівельних?

## 2.4 Тести модульного блоку №2

1. Скільки стикових швів передбачено стандартом: а) 10; б) 22; в) 32?
2. Скільки таврових швів передбачено стандартом: а) 9; б) 10; в) 22?
3. Як називають зварюване з'єднання, в якому зварені кутовими швами елементи розташовані паралельно і частково перекривають один одного: а) кутове; б) таврове; в) внапусток?
4. Які зварювальні шви за основним положенням в просторі найважчі для виконання: а) горизонтальні; б) стельові; в) вертикальні?
5. Як називаються шви, розташовані горизонтально на вертикальній площині: а) горизонтальні; б) вертикальні; в) стельові?
6. Як називаються шви, розташовані паралельно діючому зусиллю: а) лобові; б) флангові; в) комбіновані?
7. Якими шви за кількістю наплавленого металу не можуть бути: а) одношарові; б) багатошарові; в) напівшарові?
8. Яких швів за їх протяжністю не буває: а) безперервні; б) безмежні; в) переривчасті?
9. Як називають короткі зварювальні шви, які використовують для фіксації взаємно розташованих деталей: а) витримка; б) прихватка; в) притримка?
10. Що таке діаметр електрода: а) діаметр разом з обмазкою; б) діаметр металевого стержня; в) товщина обмазки?
11. Залежно від чого визначають діаметр електрода: а) напруги зварювання; б) товщини обмазки; в) товщини металу, що зварюється?
12. Залежно від чого визначають силу зварювального струму: а) ширини шва; б) діаметра електрода; в) довжини дуги?
13. Яку розмірність має коефіцієнт розплавлення: а) немає розмірності; б) г/А.год; в) г/Агод?
14. Як на кресленнях зображають видимий зварювальний шов: а) суцільною лінією, від якої проводять лінію-виноску зі стрілкою; б) суцільною лінією, від якої проводять лінію-виноску з односторонньою стрілкою; в) суцільною лінією, на якій розташовані хрестики?
15. Як позначають на кресленні невидимий зварювальний шов: а) на поличці лінії-виноски; б) під поличкою лінії-виноски; в) на штриховій лінії полички?

## 3.1 Суть газового зварювання

### Цілі

Закінчивши вивчення даного навчального елемента, Ви вмітимете:

- визначати, що таке газове зварювання;
- розрізняти основні зони зварювального полум'я;
- визначати зварювальне полум'я залежно від співвідношення кисню і горючого газу;
- визначати параметри газового зварювання.

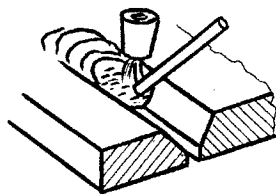
### Необхідне обладнання, інструменти й матеріали

Плакати, комплект .....	1
Зразки швів, комплект.....	1
Макет поста газового зварювання.....	1

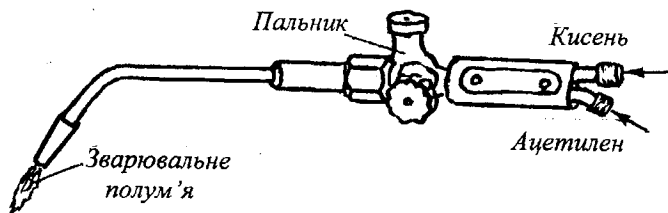
### Пов'язані навчальні елементи

„Обладнання газового зварювання та різання”

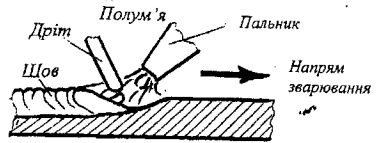
1. Газовим зварюванням називають зварювання плавленням, при якому нагрівання крайок з'єднуваних частин і присаджувального матеріалу виконується теплом зпалювання горючих газів в кисні.



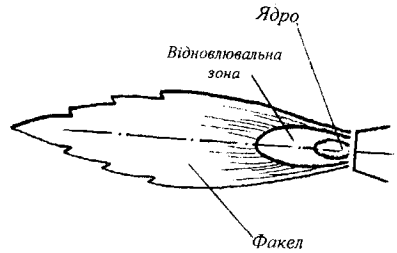
2. Основним інструментом для зварювання є зварювальний пальник, який призначений правильно змішувати гази і створювати стійке зварювальне полум'я.



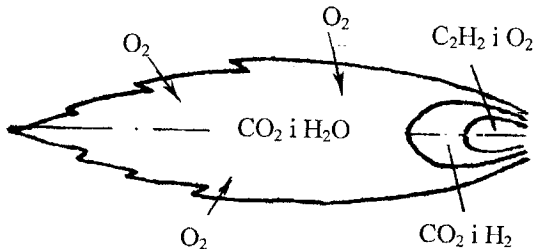
3. Зварювальне полум'я можна розділити на три чітко виражені зони:



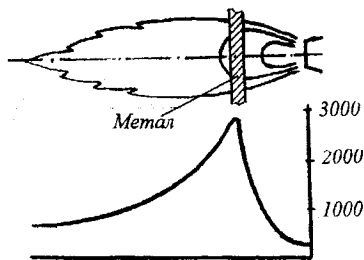
- ядро – конус з закругленою вершиною, має світлу оболонку. Ядро складається із продуктів розпаду ацетилену та розжарених частинок вуглецю, які виділяються і згорають на зовнішньому шарі оболонки;
- відновлювальна зона своїм темним (голубим) кольором значно відрізняється від ядра. Вона складається в основному із оксиду вуглецю і водню, які з'явилися в результаті часткового спалювання ацетилену. В цій зоні створюється найвища температура полум'я;
- факел розташовується за відновлювальною зоною і складається із вуглекислого газу і парів води, які отримуються в результаті спалювання оксиду вуглецю і водню, що надходять із відновлювальної зони.



4. Для повного згорання одного об'єму ацетилену потрібно два з половиною об'єму кисню. Кисень надходить із кисневого балона. Горіння ацетилену можна подати такими реакціями:
- на першій стадії  $C_2H_2 + O_2 = 2CO + H_2$ ;
  - на другій – за рахунок кисню оточуючого повітря протікає реакція  $CO + H_2 + 1,5O_2 = 2CO_2 + H_2O$ .



5. Згідно із розподіленням температури вздовж осі ацетилено-кисневого полум'я максимальна температура, яка досягає 3150 градусів, знаходиться на відстані 3...5 мм від кінця ядра. Цією частиною полум'я виконують нагрівання та розплавлення металу.



6. Змінюючи співвідношення кисню і горючого газу можна отримати нормальне, окислювальне або науглецьовувальне зварювальне полум'я:

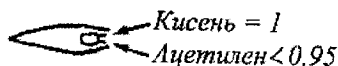
- нормальне полум'я характеризується відсутністю вільного кисню і вуглецю в другій (відновлювальній) зоні і досягається при подачі в пальник 1,1 – 1,2 об'єма кисню на один об'єм ацетилену;



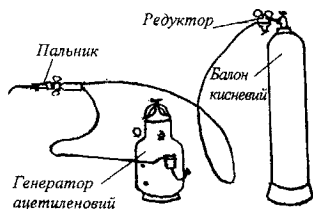
- окислювальне полум'я отримується при подачі на один об'єм ацетилену більше 1,3 об'єма кисню. Таке полум'я має більш високу температуру. Проте при зварюванні низьковуглецевої сталі лишок кисню сприяє окисленню заліза і метал становиться пористим і крихким;



- науглецьовувальне полум'я характеризується надлишком ацетилену, коли в пальник потрапляє 0,95 і менше об'єму кисню.

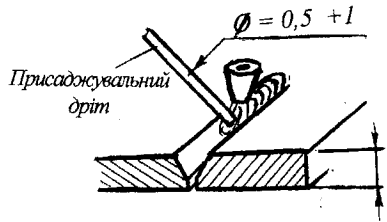


7. Якість зварювального з'єднання забезпечується правильним підбором режиму і техніки зварювання. Метод газового зварювання дуже простий, універсальний, він не потребує дорогого обладнання та використовується в заводських умовах, а також при будівельно-монтажних та ремонтних роботах у всіх галузях.

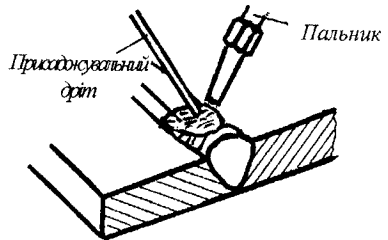




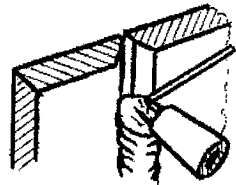
8. Діаметр присаджувального зварювального дроту вибирають відповідно з товщиною основного металу, Для вибору діаметра присаджувального дроту при зварюванні металу товщиною до 10 мм можна користуватися виразом  $d = 0,5s + 1$ .



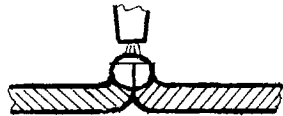
9. Для зварювання спочатку ділянку нагрівають полум'ям пальника до утворення рідкої зварювальної ванни. Після цього в ванну вводять кінець присаджувального дроту, який, розплавляючись, утворює шов.



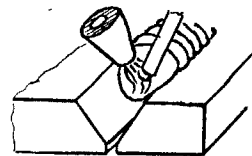
10. Газовим зварюванням можна виконувати шви в будь-якому положенні. Найраціональніший спосіб зварювання – з'єднання впритул.



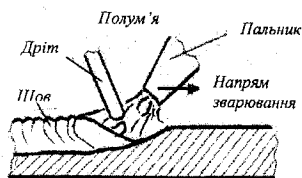
11. Листова сталь товщиною до 2 мм зварюється з відбортуванням крайок без присаджувального матеріалу.



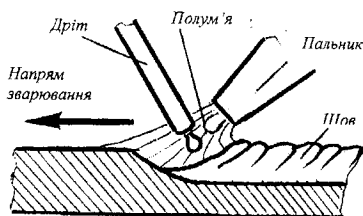
12. При зварюванні металу більшої товщини виконують одно- або двосторонню розробку крайок,



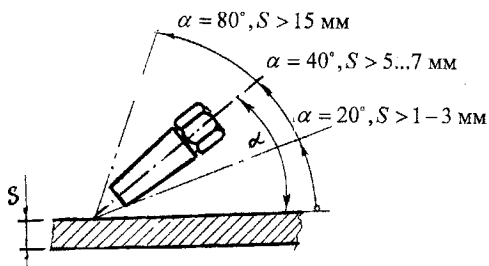
13. При зварюванні металу товщиною до 3 мм використовують ліве зварювання, при якому палик рухається справа наліво. Присаджувальний дріт знаходиться зліва від палика і рухається спереду полум'я.



14. При товщині металу більше 5 мм використовують праве зварювання: палик рухається попереду зварювального дроту зліва направо.



15. Кут нахилу палика до поверхні, що зварюється, залежить від товщини металу. Із збільшенням товщини металу кут нахилу палика до поверхні зменшується.



### Контрольні запитання

1. Що таке газове зварювання?
2. Чому дорівнює максимальна температура газового полум'я?
3. Як розподіляється температура вздовж осі зварювального полум'я?
4. Чим відрізняється ліве зварювання від правого і коли вони використовуються?
5. Що визначає кут нахилу палика до поверхні, що зварюється?
6. Від чого залежить діаметр зварювального дроту?

## 3.2 Обладнання газового зварювання

### Цілі

Закінчивши вивчення даного навчального елемента, Ви вмітимете:

- визначати будову та призначення обладнання газового зварювання;
- вибирати необхідне обладнання для газового зварювання;
- збирати станцію газового зварювання;
- налагоджувати роботу обладнання газового зварювання.

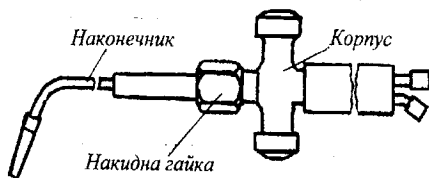
### Необхідне обладнання, інструменти й матеріали

Станція ацетилено-кисневого зварювання, шт.....	1
Зразки обладнання, комплект.....	1

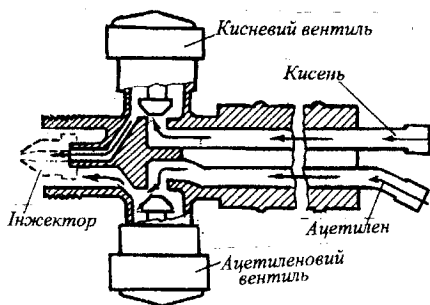
### Пов'язані навчальні елементи

„Сталеві покриті електроди”, „Технологія ручного дугового зварювання”.

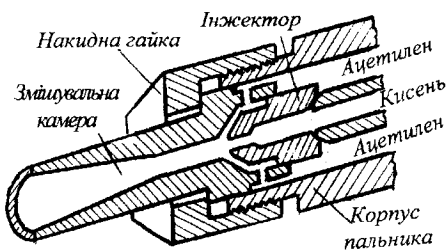
1. Зварювальний пальник є основним інструментом газозварювальника. Він призначений для правильного змішування горючого газу з киснем та отримання стійкого зварювального полум'я необхідної потужності. Пальник складається із двох основних частин – ствола і наконечника.



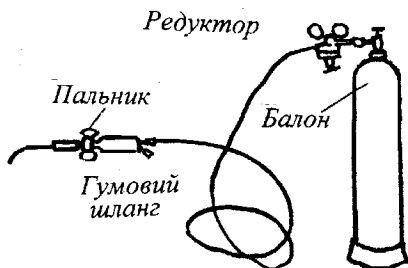
2. Для виконання ручного зварювання велике використання отримали ацетилено-кисневі інжек-торні пальники. Вони працюють за принципом підсоу ацетилену, тиск якого має бути нижче 0,01 МПа ( для відома тиск кисню 0,15...0,5 МПа).



3. Кисень по трубічці поступає до вентиля, а через нього в інжектор. Виходячи з великою швидкістю із інжектора в змішувальну камеру, струмінь кисню створює розрідження, яке викликає підсос ацетилену. Ацетилен поступає по шлангу через корпус пальника і вентиль в змішувальну камеру, де утворює з киснем горючу суміш. Отримана суміш по трубічці наконечника виходить в атмосферу, де спалюється, створюючи зварювальне полум'я.

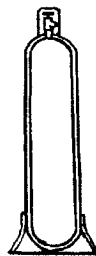


4. Кисень подається до пальника від кисневого балону ємністю 40 л, в якому при максимальному тиску 15 МПа знаходиться 6 м<sup>3</sup> кисню. Балон пофарбований в голубий колір і має напис чорними літерами „Кисень”.

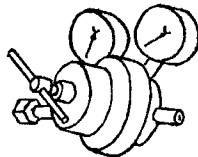


Оскільки деякі речовини (жири, масла) в середовищі стисненого кисню можуть самозагоратися, при роботі з кисневим балоном необхідно бути особливо обережним!

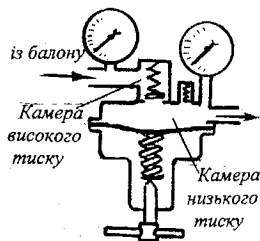
5. Балон - це циліндрична ємність ( із безшовної труби) з випуклими днищами. Для надання балону стійкості в робочому (вертикальному) положенні на його нижню частину напресований башмак з квадратною основою. Горловина балона має конусний отвір з різьбою, куди вкручується запірний вентиль.



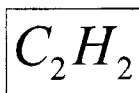
6. Для зниження тиску кисню, який відбирають із балона, до робочого тиску і для підтримання його постійним в процесі зварювання використовують редуктори.



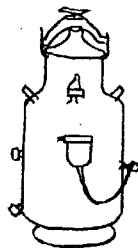
7. Кисень із балона через штуцер надходить в камеру високого тиску корпусу. В неробочому стані редуктора прохід газу із камери високого тиску в камеру низького тиску закритий клапаном, притиснутим до сідла. (Див. НЕ „Будова та робота кисневого редуктора”).



8. Для газового зварювання як горюче найчастіше використовують ацетилен  $C_2H_2$ , при горінні в технічно чистому кисні він дає найвищу температуру полум'я (3150 град.) і виділяє найбільшу кількість тепла.



9. Ацетиленовий генератор призначений для утворення ацетилену при взаємодії карбіду кальцію з водою. На будівництві і при ремонті систем газо- водопостачання частіше використовують генератори продуктивністю 1,25 м<sup>3</sup>/ч. Будову та заправлення рухомого ацетиленового генератора типу АСП-1,25 надано в НЕ „Будова та заправлення ацетиленового генератора”.



### **Контрольні запитання**

1. Яке обладнання входить до складу станції газового зварювання?
2. Які речовини беруть участь в газовому зварюванні?
3. Яку роль виконує в пальнику інжектор?
4. Чому для газового зварювання із горючих газів використовують головним чином ацетилен?
5. Яку роль виконує кисневий редуктор?
6. Яке призначення ацетиленового генератора?
7. Що забезпечує вода при газовому зварюванні?

### 3.3 Термічне різання металів

#### Цілі

Закінчивши вивчення даного навчального елемента, Ви вмітимете:

- визначати суть термічного різання;
- вибирати обладнання для термічного різання металу;
- визначати області застосування кисневого різання;
- розрізняти будову різачка від пальника;
- визначати призначення складових частин різачка.

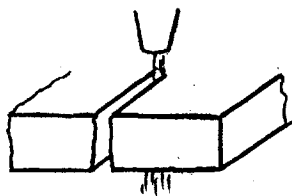
#### Необхідне обладнання, інструменти й матеріали

Плакати, комплект.....	1
Зразки різаків, комплект.....	1
Модель поста газового різання металу .....	1

#### Пов'язані навчальні елементи

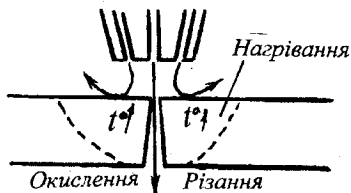
„Обладнання газового зварювання та різання”;  
„Газове зварювання”.

1. Термічним різанням називають процес відділення частин (заготовок і ін.) металу від сортового або листового завдяки його окисленню або плавленню, або сумісно того й іншого.

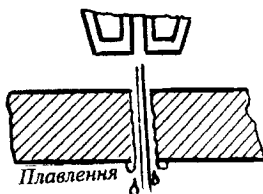


2. Відповідно до цього різання поділяють на:

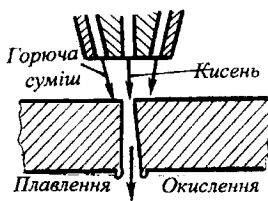
- окисленням, яке полягає в нагріванні місця різання до температури займання (температури початку горіння) металу, спалювання підігрітого металу в кисні і видалення продуктів горіння струменем кисню. Основним видом цього є кисневе різання.



- п л а в л е н н я м, яке полягає в нагріванні місця різання сильним сконцентрованим джерелом до температури, вищої температури плавлення металу, і видаленні розплавленого металу із місця різання силами, які беруть участь в процесі різання. Основними видами цього різання є плазмове, лазерне, дугове і ін.



- п л а в л е н н я м – о к и с л е н н я м, суть якого в одночасному плавленні і окисленні металу і видаленні продуктів різання силами, які беруть участь в процесі різання. Основні види - це: киснево-дугове, киснево-плазмове, киснево-лазерне.



3. Кисневе різання може відбуватися тільки в тому випадку, коли температура спалахнення металу нижча, ніж температура його плавлення. В цьому випадку метал горить в твердому стані; поверхня розрізу утворюється гладкою, продукти горіння в вигляді шлаку легко видаляються із порожнини розрізу кисневим струменем і форма розрізу залишається постійною.

$$t^{\circ}_{стх.} < t^{\circ}_{плав.}$$

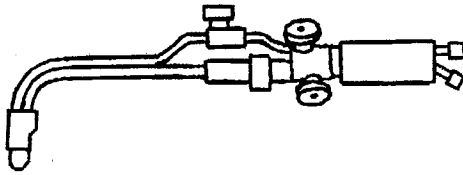
4. І ще одна умова кисневого різання: температура плавлення оксидів і шлаків, які утворюються при різанні, повинна бути нижче температури плавлення металу.

$$t^{\circ}_{пл.шлаку} < t^{\circ}_{пл.мет.}$$

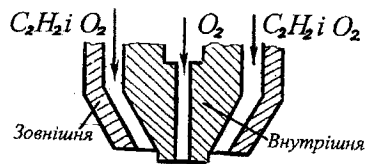
5. Цим умовам відповідає вуглецева сталь з вмістом вуглецю до 0,7%. Не піддаються газовому різанню: чавун, високолеговані сталі, кольорові сплави, так як температура плавлення оксидів вище температури плавлення металу.

$$Fe : C < 0.7\%$$

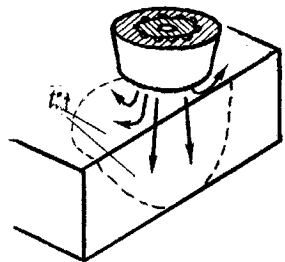
6. Конструкція інжекторного різака подібна до конструкції інжекторного пальника і відрізняється тим, що різак має допоміжну трубку для різального кисню і особливу будову головки. (див. НЕ „Обладнання газового зварювання“)



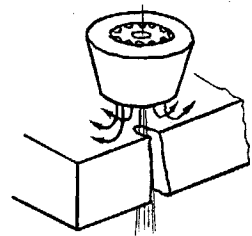
7. Головка інжекторного різака має два змінних мундштуки (зовнішній – для підігрівального полум'я і внутрішній – для струменя чистого кисню)



8. Різання починають з нагрівання металу. Підігрівальне полум'я різака направляють на край металу, який розрізається, і нагрівають до температури спалахнення його в кисні.

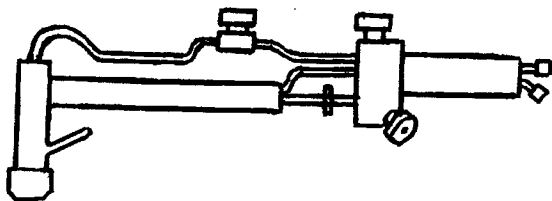


9. Потім пропускають струмінь різального кисню і переміщують різак вздовж лінії розрізування.

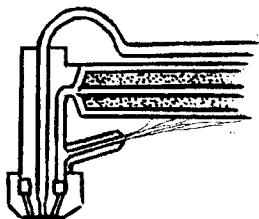




10. Для підігрівального полум'я використовують пари гасу, а пристрої називаються газовими різакми. Для перетворення рідкого гасу в пару різак обладнаний випарником, який є трубкою, заповненою азбестовим сплетінням.



11. Для нагрівання випарника існує допоміжний мундштук, розміщений в головці різак.



### ***Контрольні запитання***

1. Якими мають бути умови кисневого різання металів?
2. Назвіть способи термічного різання металу?
3. За допомогою чого нагрівається випарник?
4. Яке призначення допоміжної трубки різак?
5. Чим відрізняється різак від пальника?
6. В чому сутність різання металів окисленням?
7. Яка будова газового різак?

### 3.4 Будова та робота кисневого редуктора

#### Цілі

Закінчивши вивчення даного навчального елемента, Ви вмітимете:

- визначити будову, призначення та принцип дії редуктора;
- вибирати редуктор для газового зварювання та різання;
- правильно використовувати кисневий редуктор;
- регулювати подачу кисню до пальника.

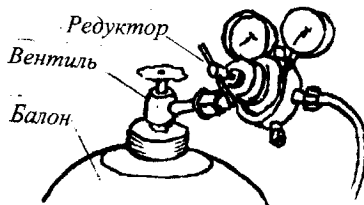
#### Необхідне обладнання, інструменти й матеріали

Кисневий редуктор, шт. ....	1
Зразки елементів редуктора, комплект.....	1

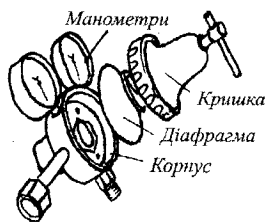
#### Пов'язані навчальні елементи

„Обладнання газового зварювання”, „Суть газового зварювання”.

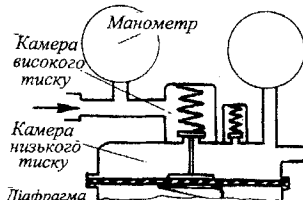
1. Редуктор призначений для зниження тиску газу (кисню), який відбирають із балона, до робочого тиску і автоматичного підтримання його постійним незалежно від тиску газу в балоні в процесі зварювання.



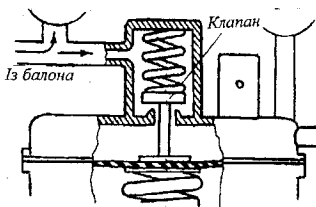
2. Редуктор складається з двох частин – корпусу та кришки корпусу, між якими знаходиться гумова діафрагма.



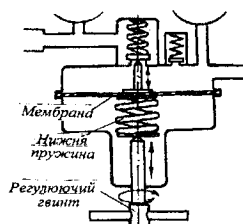
3. Корпус редуктора розділений на дві камери: високого тиску і низького тиску. Камера високого тиску безпосередньо сполучається з балоном, і тиск кисню в ній дорівнює тиску кисню в балоні.



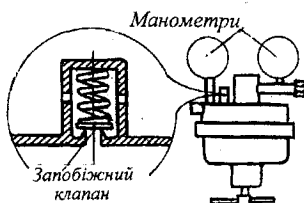
4. Між першою і другою камерами знаходиться клапан, на який діють дві пружини: одна – зверху, інша - знизу. Залежно від співвідношення зусиль стиснення цих пружин клапан буде відкритим або закритим. Чим сильніше стиснена нижня пружина, тим більше відкритий клапан і тим вище тиск в камері низького тиску.



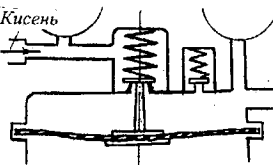
5. Регулювання зусилля стиснення нижньої пружини досягається обертанням регулювального гвинта. Загвинчування регулюючого гвинта стискає нижню пружину, а відгвинчування гвинта зменшує зусилля стиснення пружини. Для закриття клапана необхідно повністю ослабити пружину.



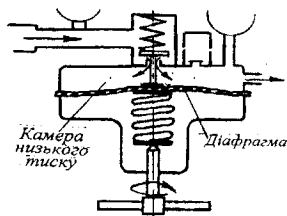
6. Редуктор має запобіжний клапан. Тиск в обох камерах виміряється манометрами. Робота редуктора починається з того, що редуктор приєднується до балона через штуцер накидною гайкою.



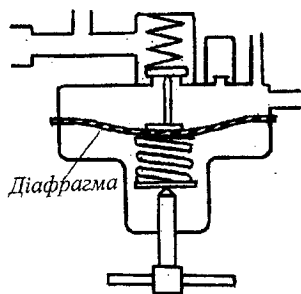
7. Кисень із балона через штуцер надходить в камеру високого тиску корпуса. В неробочому стані редуктора прохід газу із камери високого тиску в камеру низького тиску закритий клапаном, притиснутим до сідла.



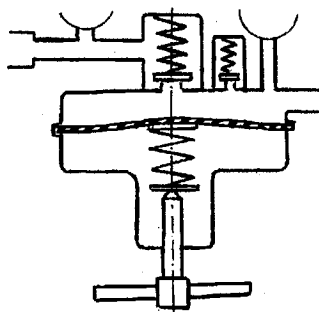
8. При вгвинчуванні регулювального гвинта в кришку корпуса пружина стискається і переміщує вгору гумову мембрану разом з передатним штифтом. Штифт відкриває клапан, тим самим з'єднує камеру високого тиску з камерою низького тиску. Кисень надходить в камеру до тих пір, поки тиск його на мембрану не зрівноважить силу дії пружини. В цьому положенні витрати і надходження кисню будуть однакові.



9. Якщо витрати кисню зменшаться, то тиск в камері підвищиться. Тиск кисню відтисне мембрану вниз і стисне натискну пружину. Клапан закриє отвір сідла, і надходження кисню в камеру зупиниться.



10. При збільшенні витрат кисню тиск в камері знизиться, мембрана відтисне клапан від сідла і тем самим збільшиться надходження кисню із балона. Таким чином автоматично підтримується постійний тиск кисню, що подається в пальник.



### **Контрольні запитання**

1. Яке призначення редуктора?
2. Яким чином регулюється тиск кисню?
3. Яке призначення гумової діафрагми?
4. Чому в кисневому редукторі два манометри?
5. За допомогою чого регулюється тиск кисню?
6. Що регулюють регульовальним гвинтом?
7. Яке призначення запобіжного клапана?
8. Що забезпечують пружини?

## 3.5 Будова та робота ацетиленового генератора

### Цілі

Закінчивши вивчення даного навчального елемента, Ви вмітимете:

- визначати, що таке ацетиленовий генератор і яке його призначення;
- визначати складові будови ацетиленового генератора;
- завантажувати генератор компонентами для отримання ацетилену;
- правильно готувати ацетиленовий генератор до роботи.

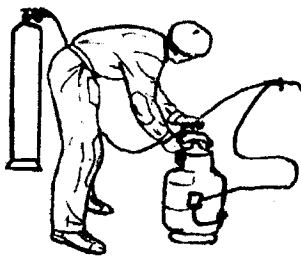
### Необхідне обладнання, інструменти й матеріали

Модель ацетиленового генератора, шт.....	1
Карбід кальцію, кг.....	3
Станція газового зварювання, шт.....	1

### Пов'язані навчальні елементи

„Обладнання газового зварювання”, „Суть газового зварювання”.

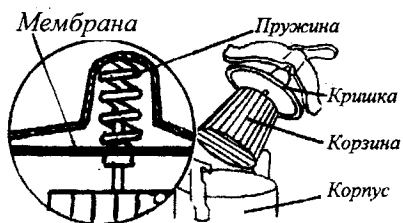
1. Ацетиленовий генератор призначений для утворення ацетилену при взаємодії карбиду кальцію з водою. Ацетиленові генератори розрізняються за тиском, за способом установлення – переносні та стаціонарні; за продуктивністю. На будівництві і при ремонті систем газопостачання частіше використовують переносні генератори продуктивністю 1,25 м<sup>3</sup>/ч.



2. Переносний ацетиленовий генератор - вертикальний циліндричний апарат, що складається із корпусу, кришки, манометра, запобіжного клапана, запобіжного затвору, вентиля, запобіжного затвору і інших елементів.



3. Між корпусом і кришкою знаходиться мембрана зверху якої закріплена пружина, а знизу – корзина для карбіду кальцію.

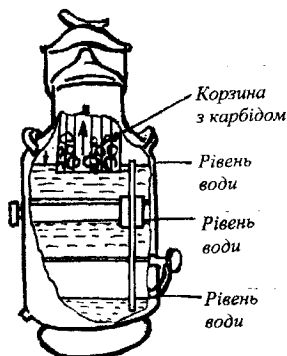


4. Корпус складається із трьох частин: верхньої – газоутворювача, середньої – витискача і нижньої – промивача і газозбірника. Верхня частина корпусу з'єднана з нижньою переливною трубкою.



5. Регулювання кількості розкладеного карбіду кальцію в газоутворювачі проходить двома способами:

- вертикальним рухом корзини з карбідом кальцію в воду або із води на відповідну висоту;
- за рахунок роботи витискувача, в якому знаходиться повітряна подушка і вода, яка з'єднується з водою в газоутворювачі.



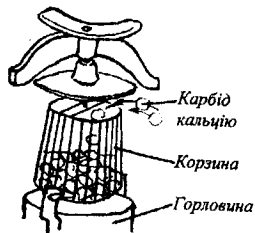
6. Вода в газоутворювач заливається через горловину.



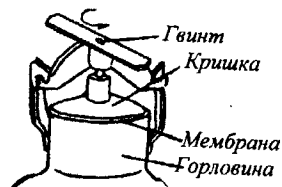
7. При досягненні рівнем води переливної трубки вода поступає із газоутворювача в промивач. Заповнення промивача відбувається до рівня контрольної пробки.



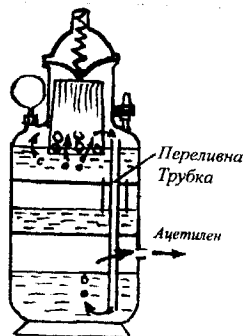
8. Завантажують в корзину карбід кальцію і її установлюють в горловину корпусу генератора.



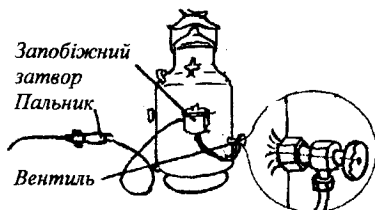
9. Ущільнення кришки з горловиною забезпечується гумовою мембраною зусиллям, створюваним гвинтом.



10. Ацетилен, що утворився в газоутворювачі, по переливній трубці надходить в промивач, проходить через шар води, охолоджується і промивається.



11. Із промивача ацетилен проходить через вентиль, по шлангу надходить в запобіжний затвор, а звідти - до пальника.



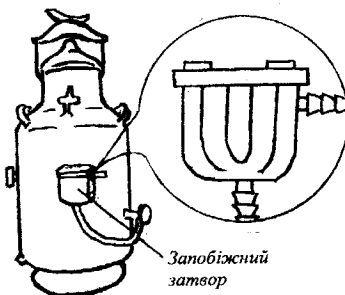
12. Запобіжний клапан призначений для скидання надлишкового тиску ацетилену в випадку його можливого підвищення.



13. Зливання мулу із газоутворювача і мулової води із промивача виконують через штуцери.



14. Запобіжний затвор слугує для запобігання генератора від проникнення в нього вибухової хвилі при зворотному ударі полум'я.



### **Контрольні запитання**

1. Яке призначення ацетиленового генератора?
2. З яких основних частин складається ацетиленовий генератор?
3. Яке призначення мембрани?
4. На які три частини розділений корпус ацетиленового генератора?
5. Яке призначення запобіжного затвора?
6. Як регулюється кількість карбіду кальцію, що вступає в реакцію з водою?
7. Що забезпечує контрольна пробка?



### 3.6 Тести модульного блоку №3

1. Як називається зварювання, при якому нагрівання металу виконується теплом зпалювання горючих газів: а) електродугове; б) термітне; в) газове?
2. В якому порядку розташовані зони зварювального полум'я, починаючи від пальника: а) ядро, відновлювальне, факел; б) відновлювальне, ядро, факел; в) факел, ядро, відновлювальне?
3. Чому дорівнює максимальна температура ацетиленокисневого полум'я: а)  $1150^{\circ}$ ; б)  $2250^{\circ}$ ;  $3150^{\circ}$  ?
4. Яке зварювальне полум'я можна отримати, змінюючи співвідношення кисню до ацетилену:  
а) відновлювальне; б) розігрівальне; в) розплавлювальне?
5. Від чого залежить діаметр зварювального дроту: а) температури; б) товщини металу; в) співвідношенню кисню до ацетилену?
6. Який спосіб зварювання використовують при зварюванні металу товщиною до 3 мм : а) лівий; б) правий; в) нейтральний?
7. Як змінюється кут нахилу пальника до поверхні із збільшенням товщини металу: а) зменшується; б) збільшується; в) не змінюється?
8. Що є основним інструментом для зварювальника:  
а) редуктор; б) ацетиленовий генератор; в) пальник?
9. Яким кольором фарбують кисневий балон:  
а) білий; б) чорний; в) голубий?
10. Яке призначення кисневого редуктора: а) нагрівання кисню; б) підвищення тиску кисню; в) пониження тиску кисню?
11. В якому випадку може відбуватися кисневе різання металу: а) коли температура спалахнення металу вища температури його плавлення; б) температура спалахнення нижча температури його плавлення?
12. Якою повинна бути температура плавлення оксидів і шлаків відносно температури плавлення металу:  
а) нижчою; б) вищою; в) однаковою?
13. Яке призначення допоміжної трубки інжекторного пальника:  
а) для подачі різального кисню; б) для подачі різального газу; в) для подачі суміші газів?

## 4 Деформації та дефекти при зварюванні. Модульний блок №4

### 4.1 Виникнення деформацій та способи їх зменшення

#### Цілі

Закінчивши вивчення даного навчального елемента, Ви вмітимете:

- ідентифікувати деформації та напруження, що виникають при зварюванні;
- визначати причини виникнення деформацій та напружень при зварюванні;
- визначати основні способи зменшення деформацій та напружень.

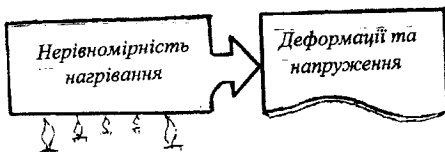
#### Необхідне обладнання, інструменти й матеріали

Плакати, комплект.....	1
Зразки деформованих з'єднань, комплект.....	1

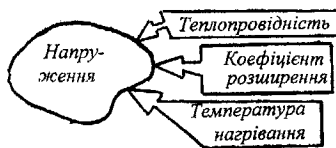
#### Пов'язані навчальні елементи

„Позначення швів на кресленнях”, „Зварювальні з'єднання та шви”.

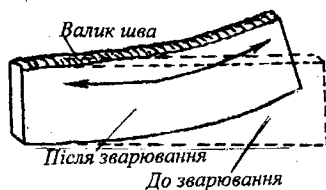
1. В результаті місцевого та нерівномірного нагрівання металу при зварюванні в конструкціях виникають внутрішні напруження, які призводять до зміни геометричних форм, жолоблення та деформації окремих елементів або всієї конструкції. Основною причиною виникнення зварювальних деформацій та напружень є нерівномірний нагрів і охолодження конструкцій.



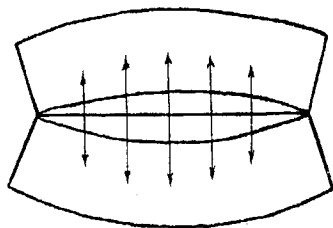
2. При зварюванні утворюється (виникає) місцеве нагрівання невеликого об'єму металу, який, розширюючись, діє на сусідні менше нагріті шари металу. Напруження, які виникають при цьому, залежать головним чином від температури нагрівання, коефіцієнта лінійного розширення, теплопровідності металу, який зварюється.



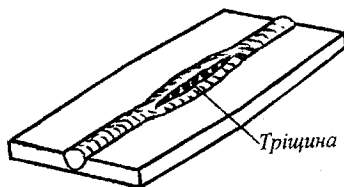
3. Повздовжніми називають напруження, які діють паралельно осі шва. Вони виникають від повздовжньої усадки швів та шарів, які примикають до основного металу в результаті спільної дії нерівномірного нагрівання вздовж лінії шва та ливарної усадки розплавленого металу.



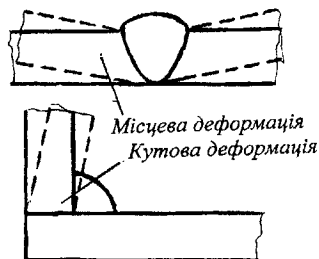
4. Поперечні напруження та деформації виникають від поперечної усадки зварних швів и прилеглих зон металу через різночасного охолодження їх по довжині та перерізу, а також від дії закріплених деталей, які зварюються. Якщо розрізати зварювальне з'єднання по осі шва, то утвориться викривлення пластин.



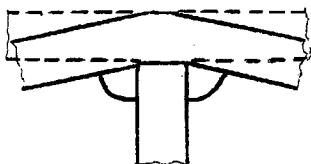
5. Напруження від поперечної усадки при несприятливих умовах призводить до появи тріщин та розривів в зварювальних з'єднаннях.



6. Кутові та місцеві деформації виникають через нерівномірну ливарну усадки металу по перерізу шва при зварюванні стикових швів з Y-подібною розробкою країв і при зварюванні куткових швів.

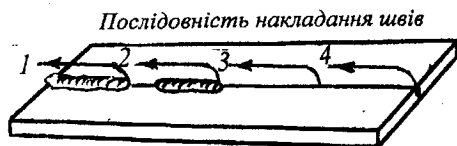


7. У таврових зварних з'єднаннях кута деформація призводить до скривлення перерізу полицок.



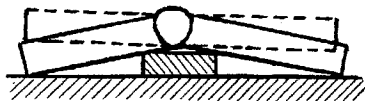
8. Основними способами зменшення напружень та деформацій є:

- раціональна технологія зварювання, яка включає правильний вибір виду і режиму зварювання, а також правильну послідовність накладання швів.

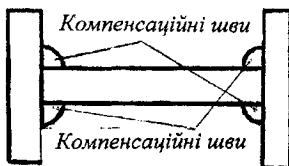


Наприклад, при ручному зварюванні деформація створюється вдвічі більшою, ніж при автоматичному;

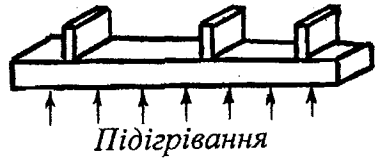
- раціональне закріплення деталей перед зварюванням впливає на величину напружень і деформацій. З цією метою використовують пристосування і кондуктори, які забезпечують жорстке закріплення деталей, що з'єднують при зварюванні чи охолодженні;



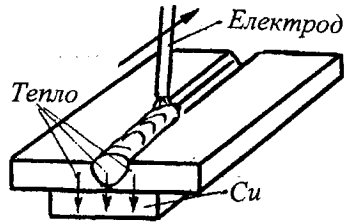
- компенсаційні шви зменшують деформації, коли наступний шов викликає деформацію в зворотну сторону відносно отриманої деформації попереднього шва;



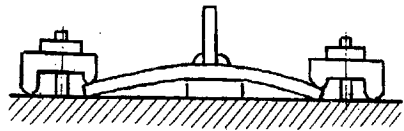
- підігрівання конструкції перед зварюванням зменшує нерівномірність розподілення температур в зоні зварювання та швидкість охолодження металу;



- збільшення відведення тепла від конструкції, що зварюється. Це зменшує об'єм нагрітого металу і, відповідно, його деформацію. Охолодження досягається зануренням частини деталі (конструкції) в воду або використанням мідних підкладок під деталі;



- жорстке закріплення збірних деталей використовують для тонких деталей (до 8 мм); при більшій товщині – еластичне, піддатливе кріплення.



### **Контрольні запитання**

1. Які є причини виникнення деформацій зварних конструкцій?
2. Яка головна причина виникнення деформацій?
3. Які ви знаєте види зварювальних напружень?
4. За допомогою чого можна зменшити зварювальні напруження та деформації?
5. Які Ви знаєте способи зменшення деформацій?
6. Яке призначення мідних підкладок?
7. З якою метою нагрівають конструкцію перед зварюванням?

## 4.2 Дефекти швів при зварюванні плавленням

### Цілі

Закінчивши вивчення даного навчального елемента, Ви вмітимете:

- ідентифікувати дефекти за суттю і зовнішнім виглядом;
- визначати причини виникнення дефектів при зварюванні;
- використовувати основні терміни та означення дефектів зварних швів.

### Необхідне обладнання, інструменти й матеріали

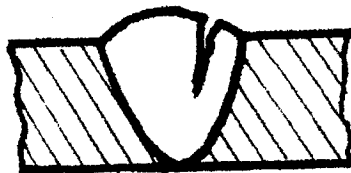
Плакати, комплект.....	1
Зразки швів з дефектами, комплект.....	1
Лупа Х10 , шт. ....	1
Шаблон, шт. ....	1
Лінійка L = 150, шт.. ....	1

### Пов'язані навчальні елементи

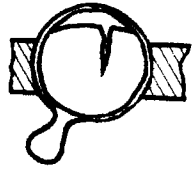
„Позначення швів на кресленнях”, „Техніка ручного дугового зварювання”.

Дефекти зварних швів виникають через порушення технологічного процесу виготовлення зварної конструкції, використання неякісних зварювальних матеріалів та низької кваліфікації зварювальника. Усі дефекти розділяються на зовнішні і внутрішні.

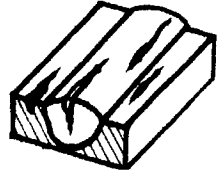
1. Тріщини створюють несучільність матеріалу для силового потоку і внаслідок цього місцеву концентрацію напруг з різким падінням динамічної вібраційної міцності конструкції. Залежно від властивостей зварних швів біля шовного металу тріщина може поширитися на значну довжину. Тріщини вважаються самим небезпечним дефектом зварювання. Тріщини можуть бути:



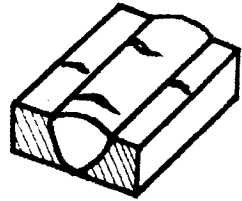
- мікротріщини, які мають мікроскопічні розміри, що виявляються при десятикратному і більшому збільшенні;



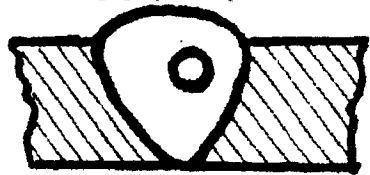
- поздовжні тріщини – це тріщини, які зорієнтовані вздовж зварювального шва;



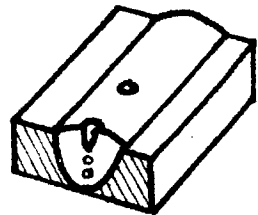
- поперечні тріщини – це тріщини, які зорієнтовані поперек зварювального шва.



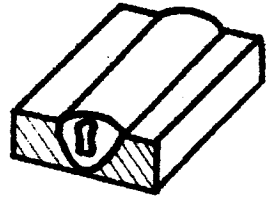
2. Прожилка газова створюється газом, затриманим під час кристалізації. Найчастіше має сферичну форму. Пористість шва створює місцеву концентрацію напружень, зменшує фізичну суцільність металу і може призвести до передчасного руйнування конструкції під навантаженням. Прожилка може бути у вигляді:



- свища. Свищ – це трубоподібна порожнина у металі зварювального шва, яка виникла в результаті виділення газу;



- усадкова камера – це порожнина, яка утворюється внаслідок усадки металу під час затвердіння;



- усадкова раковина в кратері – незаповнене металом заглиблення в кінці валика зварювального шва під час його виконання.



3. Тверді включення – сторонні речовини в металі зварного шва. Ці дефекти виникають при неправильно вибраному режимі зварювання коли шлаки та оксиди не встигають спливати на поверхню і залишаються в металі шва. Ці включення поділяються на:



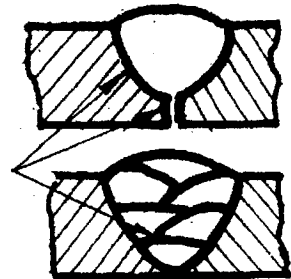
- шлакове включення. Шлак, який попав у метал зварного шва;



- металеве включення. Частини стороннього металу, які потрапили в метал зварювального шва.

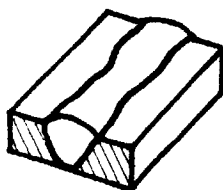


4. Непровар – місцеве несплвлення зварних кромek основного і наплавленого металів внаслідок низької кваліфікації зварювальника, неякісної підготовки крайок, зміщення електрода до одної із кромek, швидкого переміщення електрода по шву.





5. Недосконалість форми зовнішніх поверхонь зварювального шва або недосконала геометрія з'єднання можуть бути такими:



- підріз – вузьке заглиблення в основному металі вздовж краю зварного шва - утворюється при зварюванні великим струмом або великою довжиною дуги;



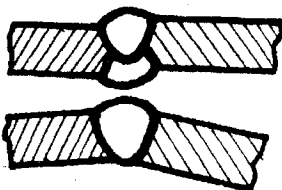
- надмірна випуклість шва – надлишок наплавленого металу на лицьовій поверхні стикового шва;



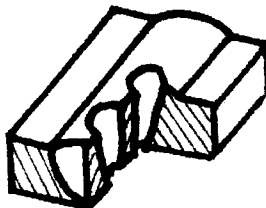
- наплив – надлишок наплавленого металу біля межі зовнішньої поверхні зварного шва, що натік на поверхню основного металу і не сплавився з ним;



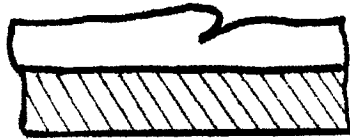
- лінійні зміщення – зміщення між двома зварюваними елементами;



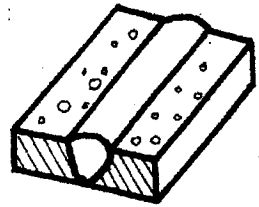
- пропал – видавлення розплавленого металу з дна зварювальної ванни або при повному проплаві з'єднуваних елементів, внаслідок якого утворюється отвір у зварному шві.



- незаплавлений кратер чи поганий початок процесу зварювання.



6. Бризки металу – краплі металу, що під час зварювання потрапили за межі зварювальної ванни та прилипли до поверхні.



### ***Контрольні запитання***

1. Який дефект вважається самим небезпечним?
2. За допомогою чого визначають мікротріщини?
3. Що означає дефект „Підріз”?
4. Що означає дефект „Свищ”?
5. В чому суть дефекту „Підріз”?
6. Які ви знаєте дефекти недосконалості форми зовнішніх поверхонь зварювального шва?
7. Якої форми може бути дефект „Прожилка”?
8. Що являється причиною виникнення дефекту „Тверді включення”?
9. Які можуть тріщини при зварюванні?
10. Що є причиною виникнення дефекту „Непровар”?
11. Чому виникають дефекти „Бризки металу”?

## 4.3 Види контролю зварних з'єднань

### Цілі

- Закінчивши вивчення даного навчального елемента, Ви вмітимете:
- ідентифікувати методи та обладнання контролю якості зварювальних з'єднань;
  - визначати види контролю зварних з'єднань;
  - використовувати основні терміни та визначення контролю якості зварювання.

### Необхідне обладнання, інструменти й матеріали

Плакати, комплект.....	1
Зразки, комплект.....	1
Лупа, шт. ....	1
Шаблони для вимірювання зварних з'єднань .....	2
Лінійка, шт. ....	1

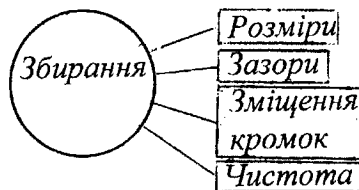
### Пов'язані навчальні елементи

„Дефекти швів при зварюванні плавленням”

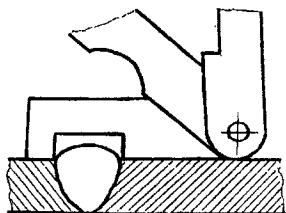
1. Для отримання зварювального з'єднання гарної якості необхідно виконувати контроль, починаючи від перевіряння якості підготовки шва і закінчуючи перевіркою отриманого зварного з'єднання.



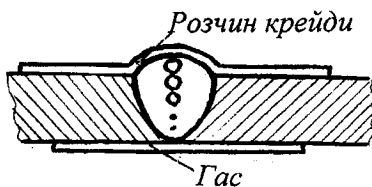
2. Збирання під зварювання і розробку шва перевіряють за стандартами та технічними умовами:
  - а) відповідність геометричних розмірів робочим кресленням;
  - б) зазори між деталями;
  - в) відсутність зміщення зварювальних крайок;
  - г) чистота металу в зоні зварювання, відсутність іржи, масла та інші.



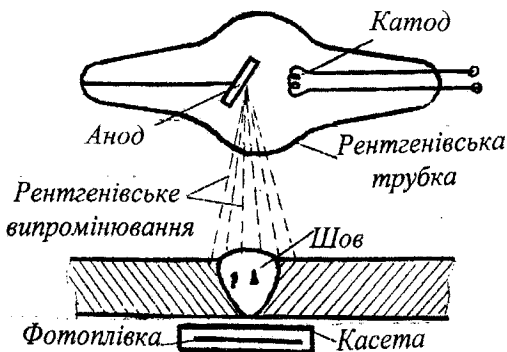
3. При перевірці зварних з'єднань зовнішнім оглядом визначають зовнішні дефекти шва. Огляд проводять неозброєним оком або за допомогою лупи з десятикратним збільшенням. Розміри зварних швів перевіряють шаблонами та мірним інструментом.



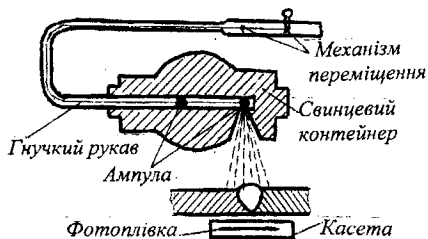
4. При контролі на герметичність гасом одну сторону зварного шва, найдоступнішу для огляду, покривають розчином крейди, а другу рясно змочують гасом і витримують протягом певного часу. Гас, що має високу здатність всмоктуватися, потрапляє в найменші нещільності в металі шва. При наявності дефектів на шарі крейди з'являються темні плями.



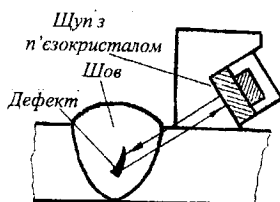
5. Рентгенівське просвічування полягає на різному поглинанні променів металом і неметалевими речовинами; при цьому знаходять пори, раковини, тріщини, непровари, шлакові вclusions. Основним робочим елементом є рентгенівська трубка, в яку впаєні анод і катод. Катод виконано у вигляді вольфрамової спіралі, при нагріванні якої до високої температури випромінюються електрони. Анод виконано у вигляді пластини із сплаву вольфраму і молібдену, розташовано під кутом відносно катода. Електрони катода, відбиваючись від пластини анода, створюють рентгенівське випромінювання



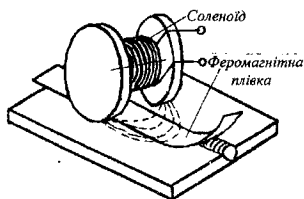
6. Гамма-дефектоскопія основана на різному поглинанні речовинами гамма-променів. Ампула з радіоактивною речовиною поміщається в переносний свинцевий контейнер з дистанційним управлінням. Контейнер установлюють проти шва, а зі зворотної сторони поміщають касету з фотоплівкою. За допомогою дистанційного управління відкривають щілину в контейнері для виходу гамма-променів.



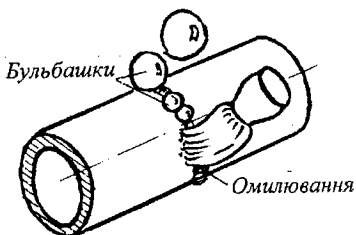
7. Ультразвуковий метод оснований на здатності різних середовищ по-різному відбивати ультразвукові коливання; при цьому визначають дефекти в зварювальному шві в вигляді неметалевих включень для деталей товщиною до 5 мм.



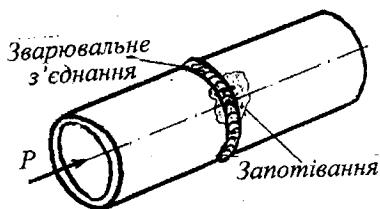
8. Магнітні методи основані на розсіюванні магнітних потоків в дефектних місцях з'єднання і дозволяють виявляти мілкі тріщини і пори шва.



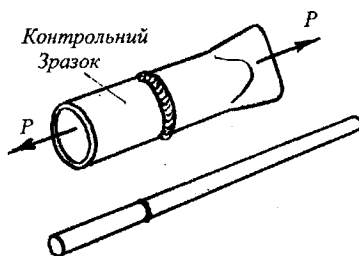
9. Пневматичний метод бульбашкової дефектоскопії використовують для контролю на герметичність, тобто. здатність судин чи труб не пропускати газу, що в них знаходяться. Конструкцію, яку перевіряють, наповнюють стисненим повітрям, а із зворотної сторони змащують шви піноутворювальною рідиною (омилювання), і за появою бульбашок повітря говорять про наявність дефектів.



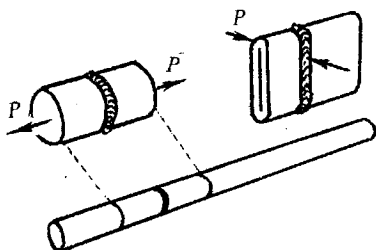
10. Гідравлічні випробування проводять не тільки на щільність шва, але і їх міцність. Такому контролю піддають зварювальні шви трубопроводів, що працюють під тиском. Дефекти щільності знаходять за запотіванням швів з зовнішньої сторони.



11. Механічні випробування при неруйнівному контролі у контрольних зразках з'єднань, які виконуються одночасно з виробом, тими самими матеріалами і у тих самих умовах.



12. При механічному руйнівному випробуванні контрольні з'єднання вирізають безпосередньо із конструкції, що повинно бути передбачено проектом. Визначають, як і в попередньому кроці, границю міцності на розтягування, ударну в'язкість, твердість та кут згинання.



### **Контрольні запитання**

1. Які є методи контролю якості зварювання?
2. Що таке неруйнівний метод контролю зварних з'єднань?
3. За допомогою чого виконують просвічування зварних з'єднань?
4. Які дефекти можна визначити методом зовнішнього огляду?
5. Чим відрізняється рентгеноскопія від гамма-дефектоскопії?
6. Якими методами проводять перевірку зварних швів на щільність?

#### 4.4 Тести модульного блоку №4

1. Що є основною причиною виникнення зварювальних деформацій: а) нерівномірність нагріву конструкцій; б) недоскональне збирання конструкції; в) малий зазор між деталями?
2. Як називаються деформації, що виникають від нерівномірних ливарних усадок: а) повздовжні; б) кутові; в) тимчасові?
3. До чого призводять напруження від поперечної усадки при несприятливих умовах: а) появи ливарної усадки; б) появи тріщин; в) появи місцевих деформацій?
4. Яким чином можна зменшити місцеві деформації: а) накладання компенсаційних швів; б) раціональне закріплення деталей; в) зварювання на шлаковій подушці?
5. Коли використовують жорстке закріплення збірних деталей при зварюванні: а) товстих деталей; б) тонких; в) круглих?
6. Як називають тріщини, що виявляються при десятикратному збільшенні:  
а) поперечна тріщина; б) повздовжня тріщина; в) мікротріщина?
7. Як називається надлишок наплавленого металу що, натік на поверхню основного металу і не сплавився з ним:  
а) непровар; б) наплив; в) підріз?
8. Як зазивається прожилка у металі зварного шва, яка виникла в результаті виділення газу: а) свищ; б) підріз; в) тріщина?
9. Як називається заглиблення в основному металі вздовж краю зварного шва: а) непровар; б) підріз; в) свищ?
10. Як не перевіряють зовнішні дефекти зварних з'єднань: а) за допомогою луци; б) неозброєним оком; в) омилуванням?
11. Як контролюють зварювальні шви на герметичність: а) рентгєнівським просвічуванням; б) магнітним методом; в) газовою пробою?
12. Що перевіряють шаблоном: а) розміри зварних швів; б) розміри включень; в) величину підрізу?
13. Для чого використовують пневматичний метод бульбашкової дефектоскопії: а) для перевірки на герметичність; б) для виявлення підрізу; в) для перевірки на відповідність геометричних розмірів кресленням?
14. Що не перевіряють при проведенні гідравлічних випробувань:  
а) щільність шва; б) міцність шва; в) в'язкість шва?

## 5. З'єднання деталей. Модульний блок №5

### 5.1 Підготовка деталей до зварювання

#### Цілі

Закінчивши вивчення даного навчального елемента, Ви вмітимете:

- підготовлювати крайки деталей під зварювання;
- підбирати пристосування для збирання листових конструкцій;
- підбирати пристосування для стягування та вирівнювання поверхні деталей, що збираються під зварювання;
- визначати значення прихватки для отримання якісного зварювального шва.

#### **Необхідне обладнання, інструменти й матеріали**

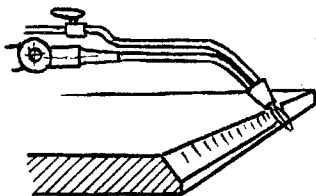
Пристосування для стягування деталей, комплект.....1

Пристосування для вирівнювання деталей, комплект.....1

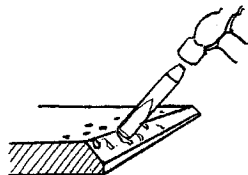
#### **Пов'язані навчальні елементи**

„Зварювальні з'єднання і шви”, „Дефекти при зварюванні плавленням”.

1. Підготовка металу під зварювання заключається в правці, очищенні, розмічанні, різанні і збиранні. Збирання конструкцій під зварювання є однією з найвідповідальніших операцій.
2. Термічне різання часто поєднують із зняттям кута скосу країв. Більш складну обробку крайок деталей під зварювання здійснюють струганням або фрезеруванням на верстатах.

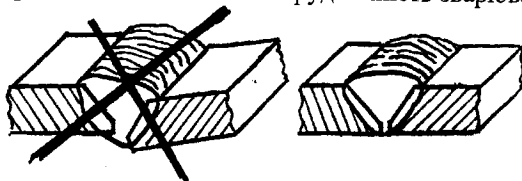


3. Після кисневого різання крайки деталей очищають від ґрату, напливів, шлаків та бризків за допомогою зубил, дротяних щіток або абразивних дисків.

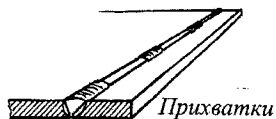




4. Для зменшення часу збирання деталей під зварювання, а також для підвищення його точності використовують різні збиральні пристосування і кондуктори. Від правильного виконання збирання значною мірою залежить якість та трудоемність зварювальних робіт.

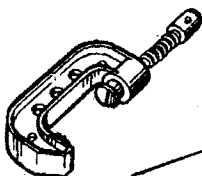


5. Незмінне положення деталей в процесі збирання та зварювання забезпечується накладанням прихваток (короткі закріплювальні шви).

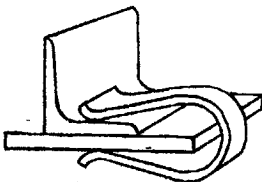


6. Для стягування деталей перед закріпленням їх короткими закріплюючими швами використовують наступні збиральні пристосування:

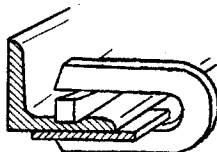
- струбцини;



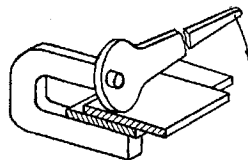
- клямри;



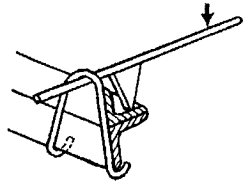
- скоби з клиновим притисненням;



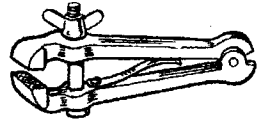
- важільно-ексцентрикові затискачі;



- важільні притискувачі;

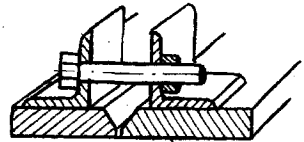


- ручні лещата.

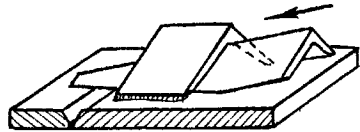


7. Стягування деталей виконують використовуючи тимчасово приварені допоміжні елементи, які видаляються після закріплення елементів конструкції прихватками:

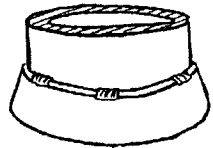
- приварені обрізки кутників, що стягуються гвинтами;



- приварені полічками обрізки кутників такликів.



8. Прихватки розміщують за завчасно розробленою схемою в місцях подальшого зварювання швів і найбільших деформацій крайок. Виконують прихватку довжиною 30-60 мм з кроком не більше 500 мм. Поперечні розміри прихваток, як правило, повинні бути менше розмірів основних швів. Прихватки виконують такими самими електродами, якими буде виконуватися зварювання конструкції.

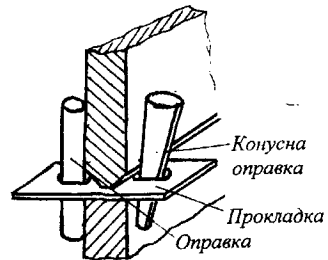


Запам'ятайте! Закріплення прихватками заважає неймовірним при зварюванні взаємним переміщенням деталей і може призвести до появи значних внутрішніх напружень в зварюваних конструкціях. Тому цей спосіб застосовуйте для конструкцій, які зварюються з листів невеликої товщини.

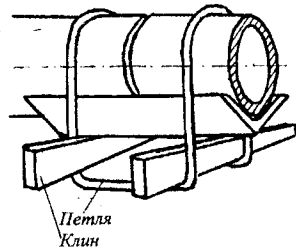
9. При збиранні листових конструкцій з металу використовують збиральні пристосування, які допускають можливість переміщення елементів конструкції при усадці швів. Основні типи цих пристосувань забезпечують:

- вирівнювання поверхні деталей;
- стягування та вирівнювання поверхонь деталей одна відносно одної;
- закріплення деталей під різними кутами;
- контрольне фіксування деталей.

10. Для вирівнювання поверхонь деталей приварених в стик використовують прокладку з двома просвердленими отворами, яку закладають в проміжку між крайками деталей. Величина проміжку залежить від товщини прокладки. В один з отворів прокладки вставляють циліндричну оправку, а в другий забивають конусну оправку, що приводить до вирівнювання поверхонь деталей.



11. При зварюванні прямолінійних ділянок труб для їх центрування використовують спеціальні клинові центрувачі, які складаються з петлі, що огинає трубу, кутника та двох клинів.



### **Контрольні запитання**

1. Якою має бути прихватка?
2. Чим забезпечується незмінне положення деталей при зварюванні?
3. За допомогою чого при зварюванні труб забезпечується їх центрування?
4. Що таке ручні лещата і як ними користуються?
5. Яке призначення клямру?
6. Які ви знаєте основні збиральні пристосування?
7. Що забезпечують струбцини і як їх використовують?

## 5.2 Особливості виконання зварювання

### Цілі

Закінчивши вивчення даного навчального елемента, Ви вмітимете:

- призначати способи отримання якісних швів;
- визначати, в чому полягають особливості зварювання дуже товстого та дуже тонкого листового металу;
- ідентифікувати ванне зварювання, зварювання лежачим та нахиленим електродами, зварювання з глибоким проплавленням;
- визначати, що таке операційний шов.

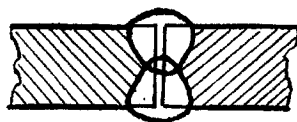
### Необхідне обладнання, інструменти й матеріали

Плакати, комплект.....	1
Зразки, комплект.....	1

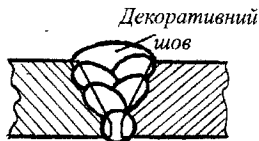
### Пов'язані навчальні елементи

„Зварювальні з'єднання та шви”, „Техніка ручного дугового зварювання”.

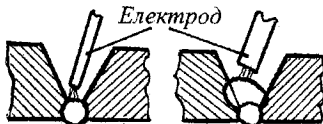
1. Стикові шви без скосу крайок виконуються в один або два проходження зварювальної дуги (по одному проходженню з кожної сторони).



2. V-подібні шви зварюють, як правило, за декілька проходжень зварювальної дуги. Чим більша товщина металу, тим більше проходжень. Останній шов називають декоративним, зварюють на всю ширину шва косими рухами електрода.

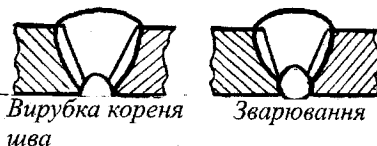


3. Перший шар швів в будь-якому положенні звичайно заварюють електродами малого діаметра, що забезпечує краще проварення кореня шва, наступні шари шва – електродами більших діаметрів.



Перед зварюванням кожного шару ретельно зачищають попередній шар від шлаку.

4. Для видалення включень та інших дефектів, що збираються в корені шва, його вирубують, зчищають абразивним кругом або виплавають, а потім зварюють.

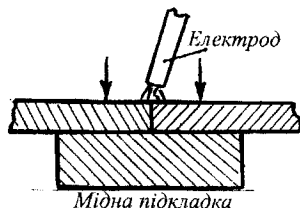


5. При електродуговому зварюванні листової сталі малої товщини (1 – 3 мм) метал легко пропалюється дугою, в ньому утворюються отвори – пропали, які тяжко заплавляти. Для отримання швів задовільної якості при зварюванні сталі малої товщини необхідно:

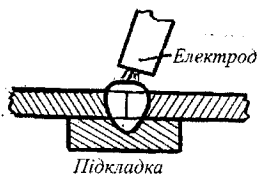
- підготовлювати крайки відбортівкою, а зварювання вести шляхом оплавлення відбортованих крайок;



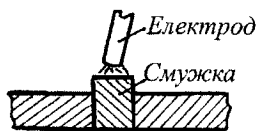
- виконувати зварювання на тимчасових мідних або бронзових підкладках, які інтенсивно відводять тепло, яке перешкоджає утворенню пропалу та забезпечує проварення і формування шва;



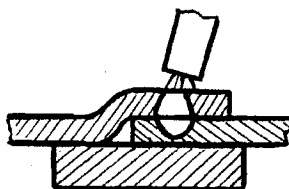
- виконувати зварювання на підкладках, що залишаються;



- стикове зварювання виконувати з присадковим прутком чи смужкою. Зварювання виконують так, щоб дуга горіла тільки на прутку, а крайки основного металу оплавлилися безпосередньо дією тепла дуги;

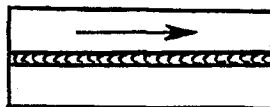


- внапусток з проплавленим швом на тепловідвідній підкладці;

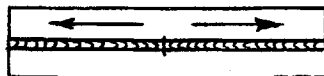


6. Шви середньої протяжності ведуть:

- від середини до кінців, шви великої протяжності зазвичай ведуть зворотним ступінчастим способом;

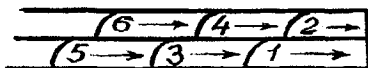


- окремими ділянками в напрямі, зворотному основному напрямі зварювання.



7. При зварюванні сталі великої товщини в швах та біля шовної зони виникають зварювальні напруження, які призводять до утворення тріщин. Тому для отримання шва заданої якості при зварюванні сталі великої товщини (15 мм і більше) зварювання необхідно виконувати такими способами:

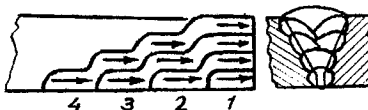
- способом подвійного шару, коли спочатку на ділянці 1 довжиною 250 – 300 мм заварюють перший шар шва, після чого швидко зчищають з нього шлак і заварюють другий шар. Потім таким самим чином заварюють ділянки 2, 3 і т. д.. Зварювання другого шару на всій ділянках виконують по гарячому першому шару. Решта шарів шва виконують зворотним ступінчастим способом;



- зварювання гіркою починають всередині стику і виконують в декілька шарів до заповнення всього шва. Останній шар шва – декоративний валик – виконують зворотно-ступінчастим способом. Зварювання всього шва ведуть без перерв, не допускаючи остигання незакінченого шва;

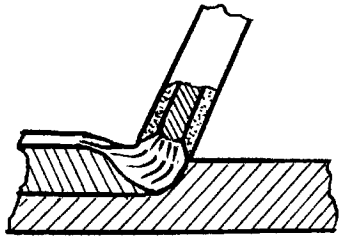


- зварювання шва каскадом (секціями) виконують аналогічно зварюванню гіркою. Першу секцію заварюють в середині шва, потім ведуть зварювання в обидві



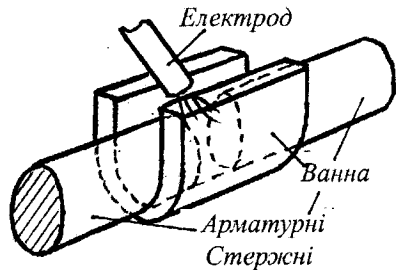
- сторони від неї. Зварювання каскадом зручніше ніж зварювання гіркою, оскільки кожен шар секції шва розташований в одному його перерізі, а кожний шар гірки – в різних перерізах.

8. При зварюванні з глибоким проплавленням (метод упирання) використовують електроди з потовщеним покриттям, яке підібране так, що стержень електрода плавиться швидше покриття. Тому на кінці електрода утворюється чітко виражений обернений конус („чохольчик“).

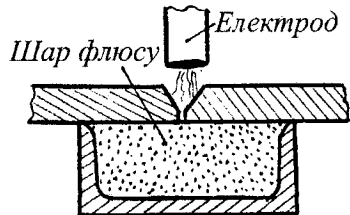


Упираючись цим чохольчиком на крайки деталі, що зварюється, переміщують електрод вздовж шва без коливальних рухів.

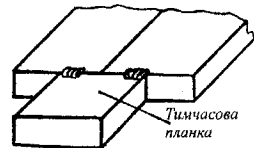
9. Ванний спосіб використовують при зварюванні стиків арматури залізобетонних конструкцій. Суть способу заключається в такому: до стержня арматури в місці стику приварюють сталеву форму, в якій теплом дуги утворюють ванну розплавленого металу, котру безперервно підігрівають дугою для підтримування її в рідкому стані протягом всього часу зварювання.



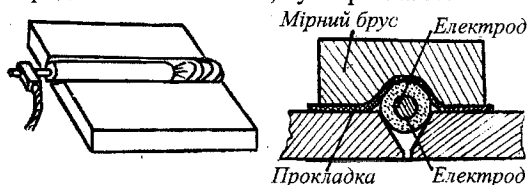
10. Зварювання на флюсовій подушці заключається в тому, що під крайки виробу, що зварюється, підводять флюсову подушку – шар флюсу товщиною 30...70 мм. Флюсова подушка притискається до зварюваних крайок, не допускає підтікання розплавленого металу і сприяє гарному формуванню металу шва.



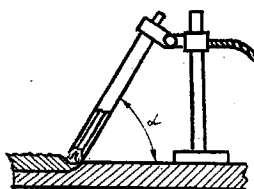
11. Для отримання якісного шва при зварюванні використовують на кінцевих ділянках з'єднання допоміжні планки, щоб виводити на них початкові і кінцеві ділянки шва.



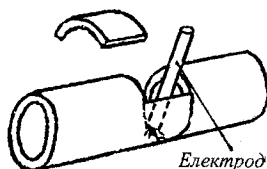
12. Зварювання лежачим електродом заключається тому, що в розроблення стикового з'єднання або в таврове з'єднання в положенні „човник” укладають електрод, притискають до виробу, що зварюється, тяжким мідним бруском, який має повздовжню канавку для розміщення під ним електрода. До непокритого кінця електрода приєднується струмопровід, а замиканням другого кінця електрода на деталь за допомогою вуглецевого електрода запалюється дуга. Дуга переміщується під бруском по довжині електрода, поступово розплавляючи електрод і основний метал, і утворює шов.



13. Зварювання нахиленим електродом – дугове зварювання, при якому електрод що розплавляється, розташований нахилено вздовж зварюваної крайки і по міру розплавлення рухається під дією ватажу, розташованого на обіймі штатива. Кут нахилу електрода залишається постійним. Дугу запалюють так само, як і при зварюванні лежачим електродом.



14. Операційний спосіб зварювання труб використовують коли немає можливості виконувати стельові шви неповоротних стиків. Спочатку вирізають вставку, потім заварюють нижню частину шва з внутрішньої сторони, а потім заварюють верхню частину шва і вставку із зовнішньої сторони.



### **Контрольні запитання**

1. Які ви знаєте способи отримання якісних зварювальних швів?
2. Які особливості зварювання товстої листової сталі?
3. Які є способи зварювання тонколистової сталі?
4. Яке призначення зварювання на флюсовій подушці?
5. Що ви знаєте про ванне зварювання?
6. Коли використовують операційний шов зварювання труби?
7. Чим відрізняється зварювання нахиленим електродом від зварювання лежачим електродом?
8. Що таке зварювання з глибоким проплавленням?



## 5.3 Паяння металу

### Цілі

Закінчивши вивчення даного навчального елемента, Ви зможете:

- визначати, що таке паяння;
- розрізняти види паяння залежно від температури плавлення припоїв;
- визначати призначення флюсів;
- вибирати прийоми паяння.

### Необхідне обладнання, інструменти й матеріали

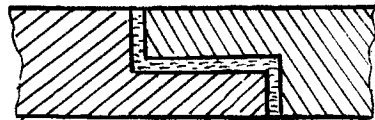
Зразки паяних з'єднань, комплект.....	1
Припої, комплект.....	1
Флюси, комплект.....	1

### Пов'язані навчальні елементи

„Загальні відомості про зварювання”, „Техніка ручного дугового зварювання”.

1. Паяння – з'єднання металевих деталей в твердому стані за допомогою присадочного металу (припою). При паянні плавиться тільки присадочний метал, в якого температура плавлення нижча температури плавлення основного металу.

$t_{мет} > t_{прип.}$



2. Паяння відрізняється від зварювання тим, що основний метал не плавиться, а лише нагрівається до температури плавлення припою, яка повинна бути значно нижчою, ніж температура плавлення основного металу. Ця особливість дозволяє використовувати паяння при з'єднанні не тільки однорідних, але і різнорідних металів.

Зварювання



Паяння



3. Успішно паяються чавун, сталь вуглецева та легована, мідь і її сплави, нікель, алюміній та інші.

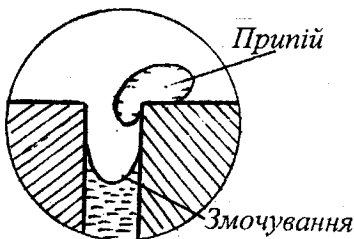
Паяються	Сталь
	Чавун
	Мідь
	Алюміній
	Сплави
	та інші

4. Недоліком пайки є необхідність виконувати трудомісткі підготовчі роботи, використовувати дефіцитні компоненти (срібло, олово та інші) для виготовлення припоїв.

*Підготовка поверхні*

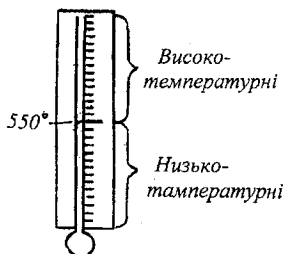


5. Паяння здійснюється завдяки здатності припою змочувати поверхневі шари металів, що з'єднуються, і проходити (дифундувати) в ці шари з утворенням тонкого шару затверділого припою, який забезпечує міцність і щільність запаяного з'єднання.



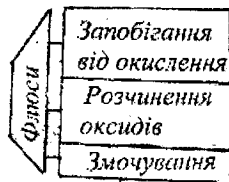
6. Розрізняють два основних види паяння залежно від температури плавлення:

- низькотемпературне з температурою плавлення до 550 град. Найвикористовувані припої - це олов'яно-свинцеві. Вони ще називаються м'якими припоями.
- високотемпературне з температурою плавлення вище 550 град. і припої - срібні, мідно-цинкові і мідно-фосфорні (тверді припої).

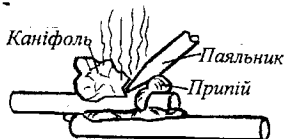


7. Флюси для паяння призначені:

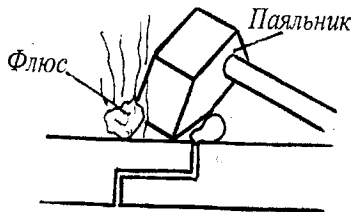
- запобігати припої і основний метал від окислення;
- розчиняти оксиди, що утворюються в процесі паяння;
- сприяти змочуванню металу розплавленим припоєм за рахунок зниження його поверхневого натягу.



8. При низькотемпературному паянні як флюси використовують хлористий цинк, нашатир, каніфоль.



9. При високотемпературному паянні чорних та кольорових металів використовують флюси на основі бури. Інколи додають борну кислоту, коли необхідно підвищити робочу температуру паяння. Для паяння алюмінієвих сплавів використовують солі, які складаються із хлоридів лужних і лужно-земельних металів.



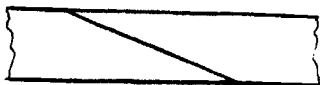
10. Міцність паяних швів багато в чому залежить від площі паяння і взаємної підгонки з'єднаних деталей, тобто від величини зазору між ними. В основному при паянні використовують з'єднання внапусток, оскільки збільшуючи величину напуску легко підвищити міцність з'єднання, наприклад:



- внапусток;



- косий стик;



- зубчастий. Ця конструкція паяння ускладнює збирання деталей;



- трубчасті з'єднання;

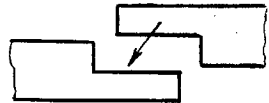


- відбортування.

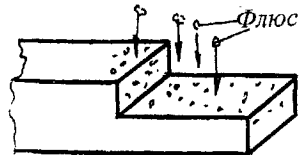


11. При низькотемпературному паянні попередньо очищені деталі обробляють в такій послідовності:

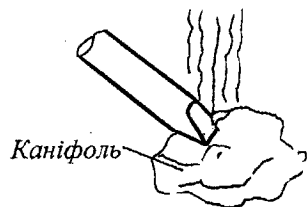
- місця деталей, які підлягають паянню, очищають і підганяють одне до одного;



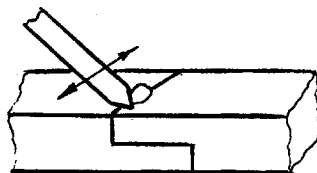
- облужують їх і покривають флюсом;



- нагрітим паяльником набирають з прутка кілька крапель припою і переміщують крин паяльника по куску флюсу (нашатирия або каніфолью);



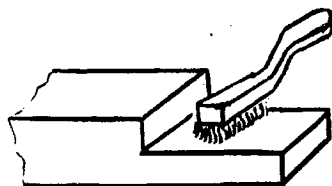
- поверхні деталей прогрівають паяльником, пересовуючи його поступово вздовж шва, і одночасно з цим вносять по краплях розплавлений припій у шов;



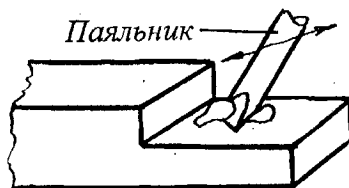
- розплавлений припій затікає в зазор, після чого для затвердіння припою джерело тепла відводять.

12. Високотемпературне паяння виконується газовим полум'ям нормального складу і в такій послідовності:

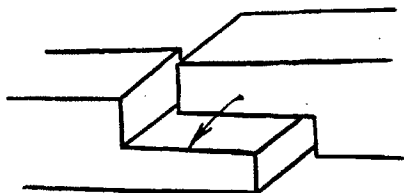
- почистити деталь в місці паяння від багна, окислів, окалини, жиру механічним або хімічним способом;



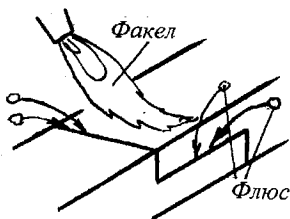
- провести лудіння поверхні металу в місці паяння;



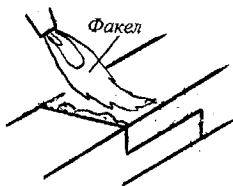
- скласти конструкцію (установити необхідний зазор);



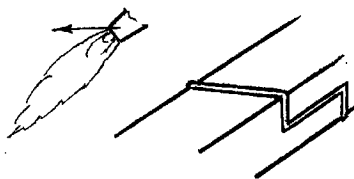
- нагріти місце паяння факелом полум'я пальника до температури розтікання припою і нанести на місце паяння флюс;



- легенько розігріти полум'ям припій і покрити його флюсом (пірнанням або насипкою);



- відвести полум'я вбік і забезпечити повільне охолодження деталей.



### **Контрольні запитання**

1. Яка різниця між паяними та зварними з'єднаннями?
2. В чому суть паяння?
3. Як розрізняють два основних види паяння?
4. Завдяки чому паяні поверхні з'єднуються?
5. Назвіть припої, які використовують при високотемпературному паянні?
6. Яке призначення флюсів при паянні?
7. Яка прийнята конструкція паяних швів?
8. Яка послідовність операцій низькотемпературного паяння?
9. Яка послідовність операцій і техніка високотемпературного паяння газовим полум'ям?

## 5.4 Безпека праці при зварювальних роботах

### Цілі

Закінчивши вивчення даного навчального елемента, Ви вмітимете:

- ідентифікувати вражаючі фактори, які можуть виникнути при зварюванні;
- виконувати вимоги, яких необхідно дотримуватись при зварюванні (загальні положення);
- визначати вимоги, яких необхідно дотримуватися перед початком зварювання, під час та після закінчення зварювання;
- знати, вміти і виконувати вимоги безпеки при аварійних ситуаціях.

### Необхідне обладнання, інструменти й матеріали

Плакати, комплект .....	1
Знаряддя захисту зварювальника, комплект.....	1
Зразки пошкодженого обладнання, комплект.....	1

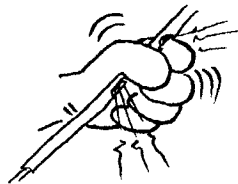
### Пов'язані навчальні елементи

„Джерела живлення зварної дуги”

1. Шкідливі та небезпечні виробничі фактори, пов'язані з процесом зварювання і термічного різання, можуть стати причинами травматизму та професійним захворювань, які призводять до тимчасової втрати працездатності або до більш тяжких наслідків. При розробленні і виконанні зварювальних робіт повинні враховуватися небезпечні та шкідливі виробничі фактори.



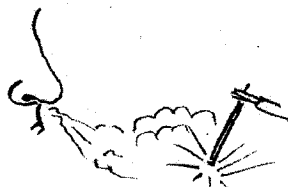
2. Ураження електричним струмом може бути викликане торканням до неізольованих струмоведучих частин електричної мережі, які знаходяться під напругою більше 24 В. Особливо слід остерігатися неізольованих ділянок струмоведучих частин у знервованому стані, з мокрими або вологими руками, в нетверезому стані та ін. Іноді надмірна дія струму призводить до летального кінця, тобто людина може померти від ураження струмом.



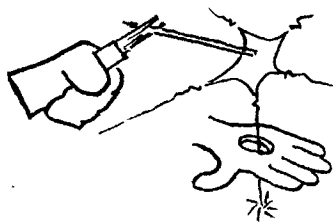
3. Шкідлива дія променевої енергії найбільше проявляється при дуговому зварюванні і в значно менше – при газовому зварюванні і різанні. Електрична дуга – потужне джерело яскравого видимого світла а також невидимих ультрафіолетових і інфрачервоних променів. Шкідливий вплив дуги діє на органи зору та відкриті частини шкіри. Дія променів дуги на незахищені очі в межах 20...30 с в радіусі до 1 м може викликати сильні болі, слезовиділення. Довгочасна дія світла дуги на незахищені очі може призвести до серйозних захворювань.



4. Виділення шкідливих частинок оксидів металів, мінералів, парів та газів при зварюванні відбувається в результаті плавлення та випаровування складових компонентів покриття електродів. При дуговому зварюванні вуглецевої сталі електродами з товстим покриттям виділяється значна кількість шкідливих аерозолів, які складаються, в основному, із оксидів заліза, марганцю, двоокису кремнію, фтористих з'єднань.



5. Опіки при зварюванні і різанні можливі від крапель розплавленого металу і шлаку, котрі потрапляють до складок одягу, кишень, чобіт, черевиків і погано захищених ділянок тіла зварювальника.



6. Вибухи можуть виникнути при неправильному користуванні ацетиленовими генераторами, карбідом кальцію, балонами для скраплених газів, а також при зварюванні тари, яка використовується для зберігання горючих рідин, і емностей, які знаходяться під тиском.





7. Пожежі найчастіше всього виникають від загорання палих матеріалів, які знаходяться поблизу місця виконання зварювальних чи різальних робіт.

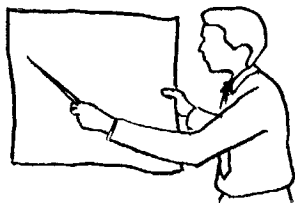


8. Інструктаж на робочому місці проводиться згідно з інструкцією, затвердженою керівником організації. Він складається з п'яти таких розділів: Перший розділ - це „Загальні положення”, до яких відносяться основні вимоги:

- до зварювальних робіт допускаються особи обох статей не молодші 18 років, які пройшли медичний огляд та навчання за відповідною програмою і отримали посвідчення на право виконання робіт. Жінки допускаються до виконання ручного дугового зварювання тільки на відкритих ділянках;

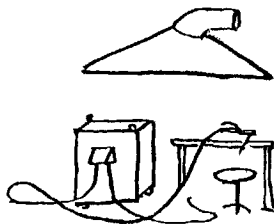


- зварювальник допускається до роботи тільки після проходження ввідного інструктажу з охорони праці та інструктажу з техніки безпеки на робочому місці.



9. Другий розділ – вимоги, які необхідно виконати перед початком роботи:

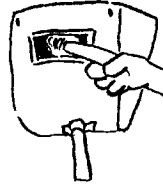
- перевірити ізоляцію зварних проводів і електродотримача, наявність та надійність заземлення агрегатів, а також переконатися у відсутності на робочому місці речовин, що легко загоряються;



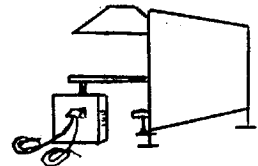
- одягнути спецодяг: куртку, штани, черевики, головний убір;



- протерти скло захисного щитка;

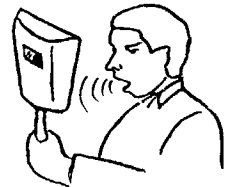


- прибрати з робочого місця сторонні предмети і встановити ширми або щитки і т. п.



#### 10. Третій розділ – вимоги до зварювальника під час роботи:

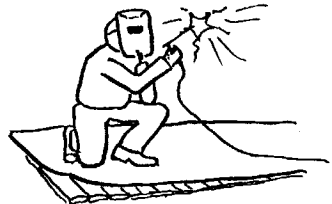
- перед запалюванням дуги попередити працюючих поряд сигналом „закрийтесь”;



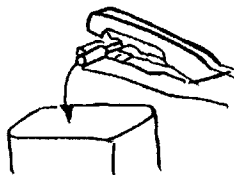
- під час коротких перерв в роботі не залишати на робочому місці електродотримач, а встановлювати його на спеціальну підставку;



- при роботі на дерев'яній підлозі або лісах покривати підлогу або настил сталевими листами;



- складати недогарки в спеціальні ящики.

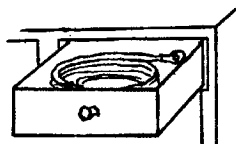


11. Після закінчення роботи згідно з четвертим розділом інструкції зварювальник повинен:

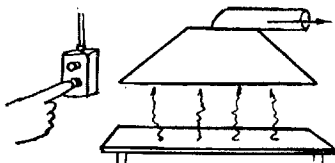
- відключити джерело електропостачання і від'єднати провід;



- змотати провід і скласти в спеціально відведеному місці;



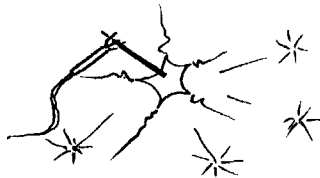
- вимкнути місцеву вентиляцію;



- навести порядок на робочому місці, забрати захисні засоби та інструмент;

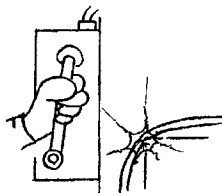


- обстежити всі місця, куди могли полетіти іскри та розплавлені бризки металу.

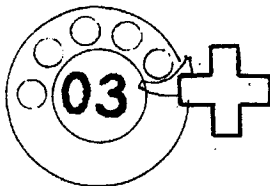


12. В п'ятому розділі наводяться орієнтовані вимоги безпеки при аварійних ситуаціях:

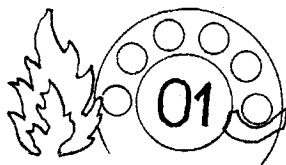
- у випадку пробою напруги на корпус зварювального апарата необхідно відключити рубильник і повідомити про це майстра (викладача);



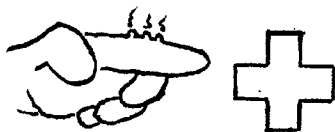
- у випадку, коли хто-небудь потрапляє під напругу, необхідно відключити зварювальний агрегат від мережі, покласти потерпілого на дерев'яний настил, підклавши під голову одяг, викликати швидку допомогу, і, якщо необхідно, зробити потерпілому штучне дихання;



- у випадку пожежі необхідно відключити рубильник, негайно повідомити службу „01” і розпочати тушіння;



- у випадку отримання травми необхідно повідомити про це майстра (викладача) і звернутися в медчастину.



### ***Контрольні запитання***

1. Назвіть шкідливі та небезпечні фактори при зварюванні.
2. Що повинен зробити зварювальник до початку зварювання?
3. За допомогою чого зварювальник захищає очі від дії променевої енергії?
4. Що визначає поняття „вражаючі фактори”?
5. З яких розділів складається інструкція інструктажу на робочому місці?

## 5.5 Тести модульного блоку №5

1. В чому полягає підготовка деталей під зварювання: а) у правці; б) у фарбуванні; в) в усуненні дефектів при зварюванні?
2. За допомогою чого очищають від гарту крайки деталей після кисневого різання: а) дротяних щіток; б) волосяних щіток; в) лужних розчинів?
3. Як називають короткі шви, що використовують при складанні деталей перед зварюванням: а) притиснення; б) прихватка; в) захватка?
4. Які складальні пристосування не використовують для стягування деталей перед зварюванням: а) струбцини; б) клямри; в) рейсмуси?
5. Чи використовують тимчасово приварені допоміжні елементи для стягування деталей, що зварюються: а) ні; б) так.
6. Якої довжини виконують прихватки: а) 10-20 мм; б) 30-60 мм; в) 20-30 мм?
7. З якою метою корінь шва вирубують або зчищають абразивним кругом: а) для придання шву декоративного вигляду; в) для збільшення міцності; в) для видалення включень?
8. З якою метою тонколистову сталь зварюють на мідних підкладках: а) відведення тепла; б) підведення струму; в) збільшення швидкості зварювання?
9. Як називається зварювання сталі великої товщини, коли зварювання починають з середини стику і виконують в декілька шарів: а) гіркою; б) каскадом; в) операційним?
10. В яких випадках використовують операційний спосіб зварювання: а) немає можливості виконувати підготовку країв стику; б) немає можливості виконувати стельові шви неповоротних стиків; в) відсутня можливість обстежити шов?
11. Яка максимальна температура плавлення припоїв низькотемпературного паяння: а)  $250^{\circ}$ ; б)  $450^{\circ}$ ; в)  $550^{\circ}$ ?
12. Як називають речовини, що запобігають припої і основний метал від окислення: а) обмазки; б) покриття; в) флюси?
13. З якого віку особи обох статей допускаються до зварювальних робіт: а) 18 років; б) 19 років; в) 20 років?
14. Що не відноситься до небезпечних та шкідливих виробничих факторів: а) дія променевої енергії; б) виділення оксидів металів; в) розкислення металу?
15. Що повинен робити зварювальник під час роботи: а) протерати скло захисного щитка; б) складати недогарки в спеціальний ящик; в) обстежувати місця, куди могли полетіти іскри?

## 6 Екзаменаційні питання

1. Що таке зварювання? Ідентифікуйте види зварювання залежно від прикладеної енергії.
2. Що ви знаєте про електроди для ручного дугового зварювання і як вони позначаються?
3. Які групи компонентів входять до складу покриттів електродів і як вони впливають на процес зварювання?
4. Які джерела живлення зварювальної дуги ви знаєте і які вимоги висуваються до них?
5. Розкажіть про послідовність запалювання зварювальної дуги. Які процеси при цьому відбуваються?
6. На які види поділяються зварювальні з'єднання за взаємним розміщенням і як вони позначаються?
7. Як розрізняють стикові зварювальні шва за формою підготовлених торців поверхонь (крайок)? Коли і де їх використовують?
8. Як розподіляють зварювальні шви по основним положенням в просторі? Як вони позначаються на кресленні?
9. Основні параметри процесу зварювання. Розкажіть що таке маніпуляція електродом і з якою метою її використовують?
10. Розкажіть про основні технічні прийоми ручного дугового зварювання залежно від розміщення шва в просторі?
11. Як розрізняються зварювальні шви за формою та кількістю наплавленого металу, за їх протяжністю та діючим зусиллям?
12. Основні режими ручного дугового зварювання; від чого вони залежать і як їх визначають?
13. Як визначають коефіцієнт наплавлення та розплавлення і яку вони мають розмірність?
14. Як визначають долю основного металу в металі шва і як знаходять площу перерізу валика?
15. Покажіть, як умовно позначають зварювальні шви на будівельних та машинобудівних кресленнях?
16. Дайте означення газового зварювання. На які зони поділяється зварювальне полум'я?
17. Які бувають зварювальні полум'я залежно від співвідношення кисню і горючого газу?
18. Що таке зварювальний палик і з яких основних частин він складається?
19. Яке обладнання необхідне для поста газового зварювання і які основні прийоми газового зварювання?
20. Яке призначення інжектора ацетилено-кисневого палика?
21. З яких основних частин складається кисневий редуктор, його призначення і принцип дії?

22. В чому суть термічного різання? Які є види різання?
23. Визначте суть і умови кисневого різання.
24. Визначте, що таке ацетиленовий генератор, його призначення та принцип дії?
25. Як і чим управляється ацетиленовий генератор, послідовність завантаження?
26. Від чого залежать напруження при зварюванні? Назвіть основні види напружень.
27. Які є основні способи зменшення напружень та деформацій?
28. Назвіть основні причини виникнення дефектів швів при зварюванні. Який дефект вважають самим небезпечним?
29. Визначте дефект зварювання – газова прожилка. Що таке свиць?
30. Дайте означення – тверді включення. Назвіть причини виникнення цих дефектів.
31. Які ви можете назвати методи та обладнання контролю якості зварювальних з'єднань?
32. Які ви знаєте методи контролю зварювального шва на герметичність і як їх виконують?
33. В чому суть методу контролю якості зварювального шва – рентгенівське просвічування?
34. В чому суть методу бульбашкової дефектоскопії? Як він використовується?
35. Як виконують гідравлічні випробування зварних швів зварювальних з'єднань?
36. В чому полягає підготовка сталевих конструкцій до зварювання?
37. Які пристосування використовують для стягування деталей перед зварюванням?
38. В чому полягають особливості зварювання дуже товстого листового металу?
39. В чому полягають особливості зварювання дуже тонкого листового металу?
40. В чому полягає послідовність операційного способу зварювання труб?
41. Що таке паяння? Які розрізняють види паяння залежно від температури плавлення припоїв?
42. Які ви знаєте способи з'єднання деталей для паяння? Чим відрізняється паяння від зварювання?

## 7 Предметний покажчик

- Ацетилен 46, 52  
Автоматичне зварювання 12  
Ацетиленовий генератор 52, 60-63  
Ацетилено-кисневе полум'я 47  
Багатошарові шви 32  
Балон 51  
Безпека праці при зварюванні 94  
Ванне зварювання 86  
Вертикальний шов 30,26  
Відновлювальна зона полум'я 46  
Випуклі зварювальні шви 32  
Вид покриття електрода 16  
Випрямлювачі зварювальні 20  
Високотемпературне паяння 89  
Виділення шкідливих частинок 95  
Вражаючі фактори 94  
Вольт-амперна характеристика 19  
Газоутворювальні речовини 14  
Горизонтальний шов 30, 26  
Газове дуття 23  
Газове зварювання 10, 45,47  
Газопресове зварювання 12  
Гамма-дефектоскопія 76  
Деформації зварювальні 65  
Деформації повздожні 66  
Деформації поперечні 66  
Дефекти при зварюванні 69  
Джерела живлення дуги 18  
Діаметр електрода 16, 34  
Дія променевої енергії 95  
Довжина дуги 24,35  
Дугове зварювання 10  
Електрошлакове зварювання 10  
Електрод 13  
Запалювання дуги 22  
Зварювання 6  
Зварюваність 6  
Зварювальні з'єднання 28  
Зварювальні шви 28  
Зварювальна дуга 14, 22  
Зварювання тертям 11  
Зварювання сталі малої товщини 84  
Зварювання сталі великої товщини 85  
Зварювання з глибоким проплавленням 86  
Зварювання під шаром флюсу 86  
Зварювання лежачим електродом 87  
Зварювання нахиленим електродом 87  
Зварювання тертям 11  
Зв'язуючі речовини 5  
Зв'язуючі шви 33  
З'єднання внапусток 29  
Іонізувальні речовини 14  
Інструктаж зварювальника 96  
Кисневе різання сталі 54  
Кисень 51  
Кисневий редуктор 57-59  
Класи зварювання 7  
Контактне зварювання 9  
Контроль зварювальних з'єднань 74  
Коефіцієнт розплавлення 36  
Коефіцієнт втрат електродного металу 36  
Кратер 24  
Крайки деталей зварювальні 79  
Кутове з'єднання 29  
Кутові деформації 66  
Легувальні речовини 15  
Ліве газове зварювання 49  
Лобові шви 31  
Марка електрода 16  
Маніпуляція електродом 25  
Міжатомні зв'язки 7  
Місцеві деформації 66  
Монтажний шов 40  
Механічний клас зварювання 7, 9  
Напівавтоматичне зварювання 11



- Непровар 71
- Напруження зварювальне 65, 66
- Нижні шви 30
- Низькотемпературне паяння 89
- Одношарові шви 32
- Омилювання 76
- Операційний спосіб зварювання 87
- Паяння 88
- Пальник зварювальний 45
- Перетворювачі зварювальні 21
- Переривчасті шви 33
- Підріз 72
- Підготовка деталей до зварювання 79
- Покриття електродів 15
- Полум'я зварювальне 46
- Пористість шва 70
- Прихватка 33
- Присадочний зварювальний дріт 48
- Просторові положення шва 17
- Пропалина 72
- Полярність струму 17
- Розкиснювальні речовини 14
- Режими зварювання 24
- Редуктор кисневий 52,57
- Рентгенівське просвічування 75
- Різак інжекторний 55
- Різак гасовий 56
- Робочі шви 33
- Свищ 70
- Складальні пристосування 80
- Стабілізуювальні речовини 15
- Струм зварювальний 35
- Стикове з'єднання 28, 83
- Способи зменшення деформацій 67
- Стельовий шов 30
- Суцільні шви 33
- Термітне зварювання 8
- Таврове з'єднання 30
- Термічний клас зварювання 7
- Термомеханічний клас зварювання 9
- Термічне різання металу 53
- Тимчасові допоміжні планки 86
- Тип електродауа 15
- Точкове зварювання 10
- Товщина покриття електрода 16
- Трансформатор зварювальний 19
- Тріщини 69
- Увігнуті шви 32
- Умовні позначення швів 38
- Умовне позначення електрода 15
- Ураження електричним струмом 94
- Флангові шви 31
- Флюси 90
- Форми зварювального шва 32
- Холодне зварювання 9
- Шви 27-33
- Шлакоутворювальні речовини 14
- Шовне зварювання 10

## ЛІТЕРАТУРА

1. Полухин П.Н. и др. Технология металлов и сварка: Уч. пос. для ВУЗОВ - М.: Высшая школа, 1977. - 464 с.
2. Рыбаков В.М. Дуговая и газовая сварка: Уч. пос. для ПТУ – М.: Высшая школа, 1988. - 208с.
3. Малышев Б.Д. и др. Ручная дуговая сварка: Уч. пос. для ПТУ - М., Стройиздат, 1990. – 319с.
4. Александров А.Г., Заруба И.И., Пиньковский И.В. Эксплуатация сварочного оборудования: Справочник рабочего – К.: Будівельник, 1990. – 224с., ил.
5. Геворкян В.Г. Основы сварочного дела: Учебник для строит. спец. техникумов. – М.: Высшая школа, 1985. – 168 с., ил.
6. Оботуров В.И. Сварка стальных трубопроводов. – М.: Стройиздат, 1991. – 287 с., ил.
7. Никифоров Н.И. и др. Справочник молодого газосварщика и газорезчика: Справ. пособие для ПТУ. – М.: Высшая школа, 1990. – 239 с.: ил.
8. Думов С.И. Технология электрической сварки плавлением – Учебник для машиностроительных техникумов. – 3-е изд., перераб. и допол. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1987. – 461 с., ил.
9. Фоминых В.П., Яковлев А.П. Ручная дуговая сварка: Учебное пособие для техн. училищ. 6-е изд., испр. и доп. – М.: Высшая школа, 1981. -256 с.
10. Сварочные работы. Настольная книга электрогазосварщика. – Киев: Основа, 2001. – 272 с.
11. Сварка, резка, пайка металлов. – М.: Аделант, 2001. – 192 с.
12. Никифоров Н.И., Нешумова С.П., Антонов И.А. Справочник газосварщика и газорезчика. – М.: Высшая школа, 2002. – 239 с.
13. Биковський О.І., Пінковський І.В. Довідник зварювальника. – Київ: Техніка, 2002. – 236 с.
14. Савуляк В.І., Осадчук А.Ю. Ручне електродугове зварювання. Навчальний посібник. - Вінниця: ВНТУ, 2004. - 130 с.

Навчальне видання

Власенко Анатолій Миколайович

## **ОСНОВИ ЗВАРЮВАННЯ**

**Навчальний посібник**

Оригінал-макет підготовлено Власенком А.М.

Редактор Т.О. Старічек

Науково-методичний відділ ВНТУ  
Свідоцтво Держкомінформу України  
серія ДК № 746 від 25.12.2001  
21021, м.Вінниця, Хмельницьке шосе, 95, ВНТУ

Підписано до друку *17.07.2007р.*  
Формат 29,7x42¼  
Друк різнографічний  
Тираж *75* прим.  
Зам. № *2007-124*

Гарнітура Times New Roman  
Папір офсетний  
Ум. друк. арк. *6,75*

Віддруковано в комп'ютерному інформаційно-видавничому центрі  
Вінницького національного технічного університету  
Свідоцтво Держкомінформу України  
серія ДК № 746 від 25.12.2001  
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95, ВНТУ