

621.31(075)

3-38

**В.В.Захаров, І.М. Романюк, В.І.Кузьмінов**

**ОРГАНІЗАЦІЯ ЕЛЕКТРОМОНТАЖНИХ РОБІТ.  
СЛЮСАРНА СПРАВА ТА ЗВАРЮВАННЯ**

2536-34

Міністерство освіти і науки України  
Вінницький національний технічний університет

В.В.Захаров, І.М. Романок, В.І.Кузьмінов

**ОРГАНІЗАЦІЯ ЕЛЕКТРОМОНТАЖНИХ РОБІТ.  
СЛЮСАРНА СПРАВА ТА ЗВАРЮВАННЯ**

Навчальний посібник

НТБ ВНТУ



3536-34

621.31(075) 3 38 2004

Захаров В.В. Організація електромонтажних



Затверджено Вченою радою Вінницького державного технічного університету як навчальний посібник з дисципліни "Робоча професія" для студентів електротехнічних спеціальностей. Протокол № 6 від 30 січня 2003 р.

Вінниця ВНТУ 2004

Рецензенти:

**Ю.О. Карпов**, доктор технічних наук, професор

**Б.С. Рогальський**, доктор технічних наук, професор

**Л.Р. Пауткіна**, кандидат технічних наук

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

**Захаров В.В., Романюк І.М., Кузьмін В.І.**

**3-38 Організація електромонтажних робіт. Слюсарна справа та зварювання.** Навчальний посібник. - Вінниця: ВНТУ, 2004. - 71 с.

В посібнику розглянуті теми: "Правила роботи в електромонтажних лабораторіях", "Слюсарні та зварювальні роботи". Посібник розроблений у відповідності з планом кафедри та програмою дисципліни "Робоча професія".

УДК 621.31(075)



## Зміст

### *І Правила роботи в електромонтажних лабораторіях*

<b>1 Основні правила виконання лабораторних робіт</b> .....	7
1.1 Ознайомлення з приладами та інструментами.....	7
1.2 Монтаж або складання схем.....	7
1.3 Проведення експериментальної частини роботи.....	9
1.4 Техніка безпеки при виконанні лабораторних робіт.....	10
<b>2 Інструкція з техніки безпеки при проведенні лабораторних робіт з електромонтажу</b> .....	11
<b>3 Робоче місце електромонтера</b> .....	12
3.1 Технічні характеристики.....	13
3.2 Влаштування і принцип роботи.....	14
3.3 Вказівки з техніки безпеки.....	16
3.4 Порядок роботи.....	17
<b>4 Надання першої медичної допомоги потерпілим</b> .....	17
4.1 Методи надання першої допомоги.....	19
4.2 Штучне дихання.....	21
4.3 Масаж серця.....	22
4.4 Метод штучного дихання "з рота в рот".....	24
4.5 Метод вдювання повітря.....	25

### *II Слюсарні роботи*

1. Розмітка, рубка, правка та згинання металу.....	26
2. Різання, обпилювання, зенкерування та нарізування різьби.....	32
3. Заклепування.....	37

### *III Електродугове зварювання*

1 Програма розділу.....	40
2 Основні теоретичні відомості про дугове електричне зварювання.....	40
2.1 Металургійні процеси при ручному електродуговому зварюванні.....	40
2.2 Зварювальне обладнання.....	41
2.2.1 Зварювальна дуга.....	42
2.2.2 Джерела живлення зварювальної дуги.....	45
2.3 Зварювальні матеріали.....	49
2.3.1 Загальні відомості про покриті електроди для ручного зварювання.....	49
2.4 Основні положення технології ручного зварювання.....	55
2.4.1. Підготовка виробів до зварювання.....	55
2.4.2. Зварювальні з'єднання та шви.....	57
2.4.3. Режим ручного зварювання.....	60

2.4.4. Зварювання в різних просторових положеннях.....	61
2.4.5. Зварювальні напруги та деформації.....	64
3. Контрольні запитання.....	67
4. Методичні вказівки до теми та лабораторної роботи.....	68
5. Порядок виконання лабораторної роботи.....	69
6. Вимоги до звіту по лабораторній роботі.....	69
7. Література.....	70

## Передмова

Робоча професія відіграє важливу роль в підготовці інженерних кадрів енергетичного спрямування. Вона дає можливість безпосередньо познайомитись з технологією монтажних робіт, з обладнанням, що використовується при цьому, з основними електротехнічними матеріалами та виробами, а також з основними поняттями енергетичного характеру. Важливо також для майбутнього фахівця отримати практичні навички у виконанні окремих електромонтажних робіт та експлуатацій. Зрозуміло, що проведення електромонтажних робіт неможливе без опанування загальних правил їх проведення та навичок виконання слюсарних та зварювальних робіт. І необхідно пам'ятати, що найперше повинен засвоїти електромонтажник та експлуатаційник - це правила техніки безпеки, як при виконанні монтажних робіт так і в процесі експлуатації.

Ця робота є методичним посібником з лабораторного практикуму по робочій професії з спеціальностей 7.090601, 7.090602 і 7.090603, що охоплює питання техніки безпеки в процесі монтажу та експлуатації, а також теми слюсарних та зварювальних робіт і відповідає програмі дисципліни.

Створення такого посібника зумовлено тим, що вказаний матеріал важливий в підготовці спеціалістів, а підручники з вказаного матеріалу практично відсутні, а ті що є в невеликій кількості написані російською мовою.

Посібник поділений на три розділи, де приведені питання техніки безпеки, слюсарні роботи та технологія дугового електричного зварювання. Для кожної теми подано короткі теоретичні відомості, завдання на виконання певних робіт та чітко вказано, що студент повинен знати і що вміти після засвоєння теми.

Формою звітності по кожній із тем, крім питань з техніки безпеки, є слюсарний виріб, що виготовив студент з його обов'язковою оцінкою.

Матеріал з техніки безпеки підготовлений старшим викладачем Захаровим В.В., розділ слюсарних робіт підготував асистент Романюк І.М., розділ дугового електричного зварювання – доцент Кузьмін В.І.

Посібник написаний для студентів молодших курсів енергетичного напрямку і може бути використаний вчителями та учнями середніх професійно-технічних училищ.

# 1 ОСНОВНІ ПРАВИЛА ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

## 1.1 Ознайомлення з приладами та інструментами

Перед тим як приступити до виконання лабораторної роботи, треба перевірити, чи всі потрібні прилади, матеріали та інструменти, зазначені в інструкції, є на робочому столі.

Коли є все потрібне для проведення роботи, треба уважно ознайомитись з будовою та роботою приладів, з правилами користування ними. Особливу увагу треба звернути на номінальні, тобто максимальні робочі величини (струм, напруга, потужність) електровимірювальних приладів, двигунів, реостатів і ламп, визначити ціну поділки шкали кожного приладу. Це необхідно для правильного вибору місця вмикання приладу в електричне коло та для визначення величини напруги, яку треба подати в це коло від джерела електричного струму.

## 1.2 Монтаж або складання схем

З'ясувавши призначення та технічну характеристику кожного електроприладу, можна приступати до лабораторної роботи: робити необхідні рисунки, складати електричні схеми, монтувати на щиті електричну проводку, розбирати окремі прилади чи двигуни, електрообладнання тощо. Щоб полегшити виконання роботи треба спочатку правильно відповідно до схеми розмістити на робочому столі або щиті всі вимірювальні прилади та апаратуру.

Складання схеми краще починати з послідовних дільниць, йдучи по колу від одного затискача джерела струму до наступного. Сполучивши між собою всі послідовні дільниці кола - реостати, амперметри тощо, присдують паралельні дільниці: вольтметри, споживачі та ін. Складну схему уважно перевіряють усі члени ланки, які виконують дану роботу. Проте схему не можна сполучати з джерелом струму доти, поки її не перевірить викладач і не дасть дозволу на проведення роботи.

Іноді на початку роботи треба розібрати і скласти якийсь прилад. Цю операцію необхідно проводити дуже уважно, щоб не пошкодити окремих деталей приладу. Через те при розбиранні не можна докладати надмірних зусиль, робити різких ударів, користуватись невідповідним інструментом. Усі деталі при розбиранні слід розкласти в певному порядку, причому ставити кожен деталь на своє місце, не можна закручувати малих гвинтів великими викрутками, щоб не зіпсувати різьби. Цього правила слід особливо дотримуватись при складанні невеликих електровимірювальних приладів.

Перед початком роботи треба детально ознайомитись з будовою настільного чи настінного щитка для живлення змонтованих схем

освітлення або дослідження двигунів чи пускової апаратури; слід визначити призначення встановлених на ньому рубильників чи штепсельних розеток, визначити до яких з них підведений струм змінний, а до яких постійний. Треба також навчитися приєднувати електроприлади до необхідних клем чи вмикати їх в розетки, щоб отримати потрібну напругу. До щитка підводять проводи мережі змінного струму і проводи від джерела постійного струму або від випрямляча.

Якщо треба подати до складеної схеми напругу змінного струму, то кінці цієї схеми приєднують до лівих затискачів або розеток щитка. Коли ж за умовою роботи схему треба приєднати до джерела постійного струму, то використовують два крайні праві затискачі.

Часто штепсельні розетки, які мають внутрішні запобіжники, вставляють на дерев'яних підрозетниках безпосередньо на столах – без спецщитків.

### **1.3 Проведення експериментальної частини роботи**

Отримавши дозвіл викладача, можна приступати до виконання експериментальної частини роботи, точно дотримуючись порядку виконання її, зазначеного в інструкції.

Перед вмиканням рубильника всі ввімкнені в коло реостати слід ввести повністю, тобто поставити їх повзунки в таке положення, яке відповідає максимальному опоріві. Замикаючи електричне коло, треба дивитись не на рубильник чи вимикач, а стежити за ввімкненим у коло амперметром. Якщо він при цьому покаже надмірну величину струму, необхідно якнайшвидше розімкнути коло. Відшукавши й усунувши пошкодження в схемі, слід обов'язково знову отримати дозвіл викладача на її вмикання.

Пам'ятаючи, що якість експериментальних даних вирішує результат роботи, потрібно добиватись максимальної точності вимірювань, яку можна отримати, застосовуючи в роботі певні методи й вимірювальні прилади. Закінчивши експериментальну частину роботи, не варто поспішати з розбиранням схеми. Перед цим добуті результати краще показати викладачеві. Може трапитись помилка, яку при нерозібраній схемі легко виправити. Якщо цього не зробити, то потім доведеться переробляти всю експериментальну частину роботи: помилку в обчисленнях можна виявити і виправити, а помилку в експериментальних даних виправити неможливо, не повторивши самого експерименту.

Числові дані експериментальної частини роботи слід записувати у відповідні графи заготовленої таблиці. Особливу увагу треба звертати на правильність відліку за шкалою приладу, враховуючи ціну кожної поділки шкали. Ціну поділки краще обчислювати заздалегідь і щоразу помножати на неї відповідний відлік, записуючи в таблицю остаточний результат. Точність результату залежить від уміння робити відлік за шкалою на око.



коли вказівна стрілка приладу зупиниться між двома сусідніми поділками. Треба привчитись робити в цьому випадку відлік не тільки з точністю  $\frac{1}{2}$  ціни поділки шкали, а й точніше – до  $\frac{1}{4}$ ;  $\frac{1}{8}$ .

Після закінчення лабораторної роботи й перевірки знайдених результатів, схему розбирають, усі прилади і обладнання розкладають на робочому столі в такому порядку, в якому вони були до початку роботи.

Виконуючи лабораторні роботи з електромонтажу, слід дотримуватися: максимальної акуратності при прокладанні проводів та встановленні приладів, надійності всіх з'єднань і відгалужень та якісного ізолювання оголених місць проводки.

#### **1.4 Техніка безпеки при виконанні лабораторних робіт**

Пристаючи до виконання лабораторних робіт з електромонтажу, треба засвоїти правила внутрішнього розпорядку і техніки безпеки на заняттях, неодмінно виконувати їх самому й вимагати цього від товаришів.

Насамперед слід засвоїти, що можна: монтувати чи складати електричні схеми, робити в них перемикання лише при відсутності напруги і вимкнених споживачах; вмикати струм у готову схему можна лише з дозволу викладача. Ці правила особливо важливі. Нехтування ними може стати причиною пошкодження електричного обладнання чи вимірювальних приладів лабораторії або причиною нещасних випадків, бо навіть струм в 0,01А небезпечний для життя людини. Якщо при напрузі 127 або 220 В, що діє в електричних мережах, торкнутись до оголених проводів або затискачів увімкнених приладів, по тілу людини може проходити струм такої величини. Про це не можна забувати, треба обережно поводитись з електрообладнанням, що перебуває під напругою і дотримуватись правил, поданих в інструкції з техніки безпеки.

#### **2 Інструкція з техніки безпеки при проведенні лабораторних робіт з електромонтажу**

1. У лабораторії робоча напруга змінного струму досить висока, вона небезпечна для людей, тому слід бути обережним.
2. Не дозволяється торкатись до ножів рублильників, металевих клем, оголених проводів тощо, тобто до оголених струмоведучих частин проводки чи схем, що перебувають під напругою.
3. Не дозволяється студентам самостійно робити будь-які ввімкнення на головному розподільному щиті.
4. Вмикати перевірену схему можна лише в присутності викладача, запобіжники при цьому повинні бути справними.
5. Не дозволяється робити будь-які перемикання в змонтованій схемі, що перебуває під напругою.

6. Користуючись ножем, шилом чи іншим гострим інструментом, треба бути особливо уважним і обережним, щоб не порізатися.
  7. Не можна працювати несправним інструментом – молотком, нещільно посадженим на ручку і т.д.
  8. Ні в якому разі не перевіряти наявності наруги пальцями.
  9. При паянні слід остерігатись розбризкування розплавленого припаю й не торкатись до гарячих місць, щоб не обпектись. Паяльник треба класти на металеву підставку, паяти слід лише на металевій або іншій незаймистій підставці.
  10. При роботі біля електричних машин треба бути особливо обережним, не торкатись руками до обертових частин машини. Треба бути одягненим у спецодяг.
  11. Встановлювати й замінювати запобіжники на щитках можна лише з дозволу викладача і при вимкненому живленні.
  12. В усіх випадках виявлення пошкоджень електропроводки, обладнання, вимірювальних приладів треба негайно вимкнути живлення і сповістити про це викладача.
  13. Схему слід складати так, щоб проводи не перехрещувались, не були натягнуті, не скручувались петельками.
  14. Вимірювальні прилади краще розставляти на столі так, щоб було зручно спостерігати за їх показами і не треба було перехилятись при цьому через машини, інші прилади та проводи.
  15. При ураженні будь-кого струмом треба негайно вимкнути живлення й покликати викладача.
- Якщо під час проведення роботи станеться якесь пошкодження або хтось потрапить під напругу, не треба створювати зайвого шуму і негайно вимкнути живлення. Будь-яка розгубленість і зволікання в цей час можуть стати причиною значного пошкодження апаратури або ураження струмом.

### **3 Робоче місце електромонтера**

Робоче місце призначене для набуття студентами початкових знань та вміння монтажу, огляду і випробування в дії електрообладнання та схем промислового застосування, а також навичок і вміння, пов'язаних з електромонтажними і слюсарними збиральними роботами на заняттях виробничого навчання.

Робоче місце призначене для роботи в стаціонарних умовах і може бути використане при підготовці робітників з таких професій:

- електромонтер по ремонту електрообладнання;
- електромонтер по обслуговуванню електрообладнання;
- електромонтер черговий;

та ряду інших професій, пов'язаних з експлуатацією, ремонтом і монтажем електрообладнання.

### 3.1 Технічні характеристики

1. Розміри стола-верстака, мм: довжина 1100, ширина 700, висота 800.
2. Розміри робочого поля монтажної стійки, мм: довжина 1100, висота 700.
3. Тип лещат за ГОСТ 4045-75 1-й, виконаний, 1 або 3 губки 80мм.
4. Напруга живлення змінного струму частотою 50 Гц – 220 В.
5. Вихідні напруги джерела живлення змінного струму частотою 50 Гц–12 В, 36 В, 220 В, 380 В.
6. Електрична потужність під'єданого навантаження для електричного кола U 12В – 250ВА, U 36В – 100ВА, U 220В – 1000ВА.
7. Маса стола-верстака – 120 кг.
8. Маса монтажної стійки – 8 кг.
9. Розміри наковальні – 150×110 мм.
10. Характеристики джерела денного освітлення: напруга живлення –36 В, потужність електричної лампи – не більше 60 Вт.
11. Максимальна кількість встановлюваних пластин, що розміщуються на монтажному стояку – 33 шт.
12. Габаритні розміри встановлювальних пластин: 200×60×24 мм, 200×400×24 мм.
13. Кількість висувних ящиків – 3 шт.
14. Кліматичне виконання робочого місця УХЛ4 по ГОСТ 151 50-69.
15. Марка робочої рідини гідравлічного амортизатора, масло моторне автомобільне АС-8 ГОСТ 10541-78.
16. Робочий об'єм масла в корпусі гідравлічного амортизатора – 50 см<sup>3</sup>.

### 3.2 Влаштування робочого місця

1. Робоче місце складається: стіл-верстак, слюсарні лещата, висувні ящики, джерело живлення, монтажний стояк, джерело місцевого освітлення, місце для інструменту.
2. Стіл-верстак становить зварну конструкцію з труб прямокутного перерізу, робоча поверхня столу виконана з листового електроізоляційного матеріалу, стіл оснащений наковальнею, призначеною для правки невеликих деталей. Для зберігання інструменту і технічної документації в тумбочці столу передбачені три пересувних ящики, які оснащені обмежувачами переміщення. У випадку необхідності повного висування ящика зі столу, необхідно вивернути гвинти таким чином, щоб їх кінці не виходили за габарити ящика. Коли ж ящик потрібно вставити на місце, його всувають на 1/3 довжини і вкручують гвинти до упору. Лоток встановлюється на

корпусі столу з лівої сторони від лещат і призначається для розміщення вимірювального інструменту.

3. 1) слюсарні лещата з шириною губок 80мм закріплені на спеціальному кронштейні, який забезпечує їх швидке приведення до робочого стану. При необхідності лещата забираються під кришку столу за допомогою поворотного кронштейна і фіксуються в цьому положенні спеціальним захватом. Для попередження випадків травматизму при встановленні лещат, кронштейн обладнаний спеціальним гідравлічним амортизатором, який забезпечує повне опускання лещат в нижнє положення; 2) для встановлення лещат в робоче положення необхідно натиснути на лещата в сторону, вказану стрілкою, відтягнути стрілку фіксатора вліво, виводячи із зацеплення язичок фіксатора з кронштейном кріплення лещат. Опустити лещата в положення вертикально вниз, поворотом навколо осі, встановити кронштейн з лещатами у верхнє положення, притримуючи лещата від перекидання, обертаючи гвинт за годинниковою стрілкою, притиснути основу лещат до поверхні столу: при цьому проріз в планці, закріпленій біля основи лещат, повинен ввійти в зацеплення з штифтом напрямного бруска столу. Гвинт закрутити гайкою; 3) для знімання лещат з кришки столу необхідно: а) звільнити контрагайку; б) вивернути гвинт, при цьому кронштейн з лещатами під дією пружин піднімається над поверхнею столу; в) викручування гвинта проводити до тих пір, поки планка не вийде з зацеплення зі штифтом; г) притримуючи руками, опустити їх вниз, при цьому гідравлічний амортизатор забезпечує повне опускання лещат; д) натиснути на лещата до спрацювання фіксатора.
4. Джерело живлення забезпечує отримання 3-х величин напруги: 12В, 36В, 220В, 380В змінного струму частотою 50 Гц для випробовування учбових електричних схем і живлення електричного інструменту. Подача вказаних напруг на марковані штепсельні розетки здійснюється вмиканням тумблерів на лицьовій панелі блоку. При цьому загоряються відповідні індикатори. Живлення джерела місцевого освітлення здійснюється також від джерела живлення. Мережа напругою 220В, 380 В 50 Гц подається в джерело живлення через загальний вимикач "Мережа", при ввімкненні якого загоряється індикатор "Мережа". Для захисту електричних ланцюгів від коротких замикань, джерело живлення обладнане плавкими запобіжниками, допуск до яких здійснюється через кришку.
5. Монтажний стояк складається з двох кронштейнів і трьох зварних рамок, з'єднаних між собою за допомогою болтів і гайок. Стояк кріпиться до стволів двома струбцинами з інтервалом від 0 до 360 мм від краю столу; у випадку, коли лещата встановлені в робочому положенні – з інтервалом від 200 до 360 мм від краю столу; у випадку, коли встановлений лоток для вимірювального інструменту – з інтервалом від 240 до 360 мм від краю столу. В неробочому положенні

монтажний стоек встановлюється за столом і кріпиться до його кришки за допомогою струбцин. Нижні планки рамок мають різьбові отвори, які служать для кріплення установочних пластин. На пластинах двох типорозмірів (60×200; 100×200 мм) кріпляться електричні апарати і арматура, а також скоби і інші елементи для кріплення електропроводки, труб і т.д. З лівої сторони монтажного стояка є болт, відмічений знаком заземлення, призначений для під'єднання захисного заземлення, яке здійснюється спеціальним проводом, другий його кінець під'єднується до аналогічного болта на основі кришки столу.

6. Джерело місцевого освітлення розміщується з лівої сторони столу і використовується при знятій монтажній стійці. Воно оснащено світлозахисним ковпачком і дозволяє регулювати відстань від джерела світла до робочої поверхні. Під'єднання живлення здійснюється за допомогою клемної колодки, розташованої біля її основи. Джерело місцевого освітлення кріпиться до кришки столу за допомогою 4-х гвинтів М5×40.

### 3.3 Вказівки з техніки безпеки

1. За способом захисту людини від ураження електричним струмом робоче місце відноситься до класу за ГОСТ 12.2007,0-75.
2. Робоче місце має бути надійно заземлене. Для з'єднання його з заземленою магістраллю потрібно використовувати мідний провід перерізом не меншим 2,5мм<sup>2</sup>. Експлуатація робочого місця без заземлення **забороняється**.
3. Опускання лещат в неробоче положення повинно здійснюватись при підтримуванні їх руками.
4. Підключення зібраних електричних схем до мережі живлення повинно здійснюватись тільки після їх перевірки викладачем і під його наглядом.
5. Перед встановленням лещат перевірити наявність достатньої кількості масла в корпусі гідравлічного амортизатора: рівень масла повинен бути на відстані 10-15мм від верхнього краю амортизатора. Робота з встановлення лещат на робочому місці з несправним гідравлічним амортизатором **забороняється**.
6. До роботи з монтажу, перевірки, ремонту і експлуатації робочого місця повинен допускатись персонал, обізнаний з безпечним методом роботи електрообладнання напругою до 1000 В у відповідності з вимогами діючих (ПТЭ) і ПТБ.
7. При проведенні ремонтних робіт вимкнути робоче місце з мережі.
8. Щоб попередити випадки травмування в процесі проведення на робочому місці практичних занять, студенти повинні допускатись до виконання робіт тільки після проведення інструктажу з безпеки праці. Інструктаж повинен охоплювати організаційні і технічні питання,

пов'язані з проведенням робіт, і регламентувати дії студентів в ситуаціях, що виникають при порушеннях в роботі обладнання.

### **3.4 Порядок роботи**

1. Перед експлуатацією виробів необхідно виконати підготовчі роботи, які полягають в закріпленні електричних апаратів і арматури на встановлюваних пластинах. Номенклатура електроапаратів вибирається студентом в залежності від спеціалізації електромонтерів.
2. У відповідності з завданням, студент отримує комплект електроапаратури, змонтованої на встановлюваних пластинах, необхідну кількість проводів, кабелів, виконує необхідні слюсарно-збірні роботи, збирання схеми і дає на перевірку. Після перевірки викладачем та під його спостереженням студент підключає зібрану схему до джерела живлення і проводить випробування.

## **4 Надання першої медичної допомоги потерпілим**

При гострих захворюваннях чи отруєнні, травмі, ураженні електричним струмом чи блискавкою, утопленні, значній кровотечі, серцевій недостатності або в інших випадках у потерпілого може зупинитись серце, дихання. Людина потрапляє в стан клінічної смерті. Клінічна смерть – це перехідний стан від життя до смерті біологічної. Така смерть триває протягом 4-5 хвилин. В цей період відсутні всі прояви життєдіяльності організму: зупинка серця та припинення дихання, відключення всієї нервової системи організму, повна відсутність м'язового тону, поява на тілі трупних плям, але в тканинах організму ізолювано, на винятково низькому рівні, ще продовжують відбуватися процеси обміну, які зберігають життєздатність тканин організму і потенційну можливість їх повного відновлення. Для підтримання життєвих процесів клітинам організму потрібне безперервне забезпечення киснем, бо при зупинці серця і дихання, нового надходження кисню в організм немає. В цей період клітини забирають з крові останні залишки кисню, що вичерпуються вже після 4-5 хв. після того, як наступила клінічна смерть.

В результаті відсутності кисню порушуються функції всіх органів і систем людського організму, в першу чергу головного мозку, клітини якого гинуть від кисневої нестачі. В організмі відбуваються незворотні зміни, настає біологічна смерть, з якої повернути людину до життя неможливо. Отже, допомога потерпілому повинна бути надана протягом 4-5 хв.

Основними умовами успіху при наданні долікарняної допомоги потерпілим при ураженнях електричним струмом та інших нещасних випадках є вміння правильно і швидко надавати допомогу потерпілому.

Працюючий в електроустановках повинен вміти швидко, акуратно та правильно звільнити потерпілого від дії електричного струму, зробити зовнішній (непрямий) масаж серця і штучне дихання, зупинити кровотечу, перев'язати рани, на опіки накласти стерильну пов'язку, при переломах накласти шини, а також повинен вміти перенести і перевезти потерпілого.

Не потрібно відмовлятися від надання першої допомоги потерпілому і вважати його мертвим тому, що відсутні такі ознаки життя, як дихання та пульс. Робити заklючення про смерть потерпілого має право тільки лікар. Потерпілого можна признати мертвим при явно виражених смертельних пошкодженнях (роздробленні черепа, обгоранні всього тіла).

Першу допомогу надають на тому місці, де трапився нещасний випадок. Переносити потерпілого в інше місце можна тільки в тих випадках, коли небезпека продовжує загрожувати потерпілому і рятувальнику або вкрай несприятливі умови – темнота, тіснота, дощ.

#### **4.1 Методи надання першої долікарняної допомоги**

При враженні електричним струмом важливо якомога швидше звільнити потерпілого від дії струму, так як від часу дії струму залежить тяжкість електротравми.

Це можна зробити декількома способами: 1) відключити електропристрій за допомогою найближчого рубильника, або викрутити запобіжники, роз'єднати штепсельні з'єднання. При цьому необхідно вжити заходів, якщо потерпілий знаходиться на висоті, або відсутнє денне освітлення; 2) при напрузі до 1000 В проводи можна перерубати сокирою з сухою дерев'яною ручкою або перекусити їх інструментом з ізольованими ручками – кусачками. Дозволяється використовувати й звичайний інструмент з металевими ручками. При цьому той, хто надає допомогу, повинен одягти діелектричні рукавиці і калоші. Треба відтягнути потерпілого від струмоведучих частин, взявшись за його одяг, якщо він сухий. Можна відкинути провід, якого торкається потерпілий, користуючись сухою дерев'яною палкою, дошкою або іншими предметами, які не проводять електричного струму; 3) при напрузі вище 1000 В для відокремлення потерпілого від струмопровідних частин необхідно одягти діелектричні рукавички та боти, і діяти штангою або ізольованими кліщами, які розраховані на напругу даної електроустановки. У виняткових випадках (ураження струмом на повітряних лініях електропередач) автоматичне вимкнення електроустановки може бути викликане штучним коротким замиканням і замиканням фаз (проводів), накиданням на них, заземлених одним кінцем, неізольованого провідника площею перерізу не менше 16мм<sup>2</sup> для ліній до 1000 В і 25мм<sup>2</sup> для ліній вище 1000 В. Перед накиданням, один кінець провідника необхідно надійно заземлити, приєднавши його до заземлювального пристрою, якщо він є поблизу, або до тіла опори, якщо на ній є заземлення.

Для визначення стану потерпілого, необхідно положити його на спину і перевірити наявність дихання та пульсу.

Наявність дихання в потерпілого визначається за підійманням і опусканням грудної клітки під час самостійного вдихання або видихання. Ніякої спеціальної перевірки для виявлення слабкого чи поверхневого дихання проводити не потрібно. Зовнішнє дихання характеризується нечітким або неритмічним підійманням грудної клітки при вдиханні або відсутністю видимих дихальних рухів грудної клітки.

Наявність серцевих скорочень визначається шляхом прослуховування серцевих тонів, приклавши вухо до лівої половини грудей потерпілого, чи перевіркою пульсу на великих артеріях: променевої, стегнової або сонній. Відсутність пульсу свідчить про припинення руху крові в організмі, тобто про припинення роботи серця. Про відсутність кровообігу в організмі можна судити і за станом зіниць, котра в цьому випадку буде розширеною.

Стан потерпілого, в тому числі і надання його тілу відповідного положення, перевірку дихання, пульсу і стану зіниць, необхідно визначити швидко – протягом 15–20 секунд. Якщо потерпілий погано дихає – рідко, судорожно, начебто схилюючи, тобто дихання потерпілого постійно погіршується і у нього не прослуховується пульс, - необхідно зробити штучне дихання. При відсутності ознак життя (відсутні дихання і пульс, а больові подразники не викликають ніяких реакцій, зіниця розширені і не реагують на світло), треба вважати потерпілого в стані клінічної смерті і негайно приступити до його оживлення, - тобто до штучного дихання і непрямому масажу серця. Вже вище зазначалося, що констатувати смерть має право тільки лікар, але відмовлятися від допомоги потерпілому за якимись, вами зазначеними ознаками, не варто. Досвід показує, що своєчасне і правильне надання першої медичної допомоги людині, яка знаходиться в стані клінічної смерті, як правило, приводить до його оживлення. Зареєстровано багато випадків оживлення людей після 3-4х, а в окремих випадках 10-12 і більше годин безперервного провєдсння штучного дихання і масажу серця.

Достовірними ознаками незворотної смерті є мутна висохла роговиця ока, широкі зіниця, що не реагують на світло, охолодження тіла до температури навколишнього середовища, виникнення трупних плям (посиніння окремих ділянок поверхні тіла) і трупного закладнення.

## 4.2 Штучне дихання

Призначення штучного дихання, як і нормального звичайного дихання – забезпечення газообміну в організмі, насичення крові потерпілого киснем і виведення з крові вуглекислого газу.

Крім того, штучне дихання діє рефлекторно на дихальний центр головного мозку, цим самим допомагає відновити самостійне дихання



потерпілого. Серед великого числа зручних способів найбільш ефективним є спосіб “рот в рот”. Він полягає в тому, що людина, яка надає допомогу, вдихає повітря із своїх легенів в легені потерпілого через рот або ніс. В повітрі, яке видихається з легенів, є достатня кількість кисню.

Перевага способу “рот в рот” полягає в наступному: він найбільш ефективний з усіх способів. Об’єм повітря, який вдихається, досягає 1000–1500 мм<sup>3</sup>, що в декілька разів більше, ніж при ручних способах. Цей спосіб дуже простий і ним може оволодіти за короткий час кожна людина, при цьому способі виключена можливість виникнення небезпеки пошкодження інших органів, він дозволяє просто контролювати надходження повітря в легені, спостерігаючи за підійманням грудної клітки потерпілого, крім того цей спосіб значно менше втомлює надаючого допомогу.

Щоб приступити до штучного дихання потрібно швидко виконати наступне: звільнити потерпілого від одягу, що стискає дихання, розстебнути гудзики на комірці, розв’язати краватку, розстебнути пасок і т.д.; покласти потерпілого на спину на горизонтальну поверхню - стіл чи підлогу; максимально відкинути голову назад, підклавши під потилицю потерпілого долоню однієї руки, а іншою натискати на чоло до тих пір, поки підборіддя потерпілого не стане в одну лінію з шиєю. При цьому положенні голови, рот, як правило, відкривається, язик не перешкоджає доступу в гортань, забезпечуючи тим самим вільний вхід повітря в легені. Для збереження досягнутого положення голови, під лопатки необхідно підкласти валик із згорнутого одягу; повернути голову потерпілого вбік і звільнити рот від чужорідних тіл, речовин. Надавши голові початкового положення, той, хто надає допомогу, робить глибокий вдих, а потім з силою видихає (через марлю або хустинку) повітря в рот потерпілого. При цьому він повинен закрити своїм ротом весь рот потерпілого, а своєю щокою або пальцем затиснути йому ніс. Потім, відкидаючись назад, звільнити рот і ніс потерпілого, зробити невеликий вдих. В цей момент грудна клітка опускається і відбувається пасивний видих.

Доступ повітря в легені потерпілого можна контролювати розширенням грудної клітки при кожному вдиханні.

Дорослій людині вдихання треба робити різко 10-12 разів за хвилину (тобто через 5-6 секунд), а дитині 15-18 разів (через 3-4 сек). При виникненні перших слабких вдихів, необхідно робити ще штучні вдихи до початку самостійного дихання, аж поки воно не стане ритмічним.

### 4.3 Масаж серця

Найбільш ефективним і доступним для всіх методом відновлення кровообігу, а також серцевої діяльності, є непрямий або зовнішній масаж серця – ритмічне натискування на груди, тобто на передню стінку грудної клітки потерпілого. В результаті цього серце стискається між грудиною та хребтом і виштовхує із порожнин кров. Після припинення натискання,

грудна клітка і серце розривнюються, серце заповнюється кров'ю, що поступає з вен. Масаж серця призначається для штучного підтримання кровообігу в організмі потерпілого і відновлення нормального скорочення серцевого м'язу. Кров повинна бути збагачена киснем, що досягається штучним диханням. Таким чином, одночасно з масажем серця необхідно робити і штучне дихання. Відновлення нормальної самостійної роботи серця під час масажу відбувається в результаті подразнення серцевого м'язу (міокарда).

Підготовка до масажу серця є одночасною підготовкою до штучного дихання.

Для виконання масажу необхідно покласти потерпілого на спину, на тверду поверхню, звільнити від одягу його груди. При масажі серця той хто надає допомогу, прощупуванням визначає місце натискання (воно знаходиться приблизно на два пальці вище від м'якого кінця грудини). Поклавши на нього нижню частину однієї долоні (пальці вище від м'якого кінця грудини), під прямим кутом - другу, натискають на грудну клітку потерпілого, легко допомагаючи при цьому нахилом всього корпусу. Руки рятувальника повинні бути прямими, натискати необхідно швидким поштовхом так, щоб зміщати нижню частину грудини на 3-4, а в повних людях на 5-6 см.

Натискання (поштовх) на грудину необхідно повторювати приблизно 1 раз за секунду. Якщо тих, хто надає допомогу двоє, то один з них виконує штучне дихання, а інший масаж серця.

При цьому порядок надання допомоги повинен бути таким: після одного глибокого вдихання проводиться 5-6 натискань на грудну клітку або після двох глибоких вдихань - 15 натискань. Якщо той, хто надає допомогу не має помічника, то чередування вказаних операцій проводиться в такому порядку: після двох глибоких вдихань в рот або в ніс потерпілого необхідно зробити 15 натискань на грудну клітку, потім все повторити. Ефективність зовнішнього масажу серця проявляється в першу чергу в тому, що при кожному натисканні на грудину, на сонній артерії чітко відчутний пульс. Іншими ознаками ефективності допомоги є звуження зіниць, поява в потерпілого самостійного дихання, зменшення синюшності. Для підвищення ефективності масажу серця рекомендується підняти (на 0,9м) ноги потерпілого. При цьому забезпечується кращий притік крові в серце з нижньої частини тіла. Пульс варто перевіряти через кожні 2хв., перериваючи масаж на 2-3 секунди. Штучне дихання і зовнішній масаж серця необхідно робити до виникнення самостійного дихання і відновлення роботи серця.



#### 4.4 Метод штучного дихання "рот в рот"

1. Багаторічний досвід й експериментальні випробування зі всією ясністю показали, що метод "рот в рот" найкращий і найбільш ефективний метод штучного дихання, з таких причин:

1.1 можна спостерігати як легені потерпілого наповнюються повітрям, і тому можна бути впевненим, що повітря дійсно входить в легені і виходить з них;

1.2 Повітря, яке рятівник вдуває, містить достатню кількість кисню і нешкідливу кількість вуглекислого газу. Якщо рятівник дихає вдвічі більше нормального, то потерпілий отримає достатню кількість кисню при тому, що його серце підтримує циркуляцію крові.

2. Вільний прохід повітря є початком для проникнення його в легені і виходу з них.

У жертв асфіксії зазвичай дихальне горло блокуване язиком. Коли слабіють мускули скул, язик падає назад, і тим самим блокує дихальне горло.

3. Перевага методу штучного дихання "рот в рот" полягає в тому, що для рятівника не є затрудненням тримати голову і щелепу потерпілого так, щоб був вільний прохід для повітря. При закиданні голови потерпілого як можна більше назад, нижня щелепа з язиком витягується вперед так, що майже завжди буде вільний прохід для проникання повітря.

Ручні методи порятунку менш надійні, тому що язик часто блокує дихальне горло і це не завжди помітно.

#### 4.5 Метод вдунання повітря

1. Рятівник повинен забезпечити повітряно непроникливий зв'язок між своїм ротом і ротом або носом потерпілого. Повітря потрібно вдувати доти, аж поки грудна клітка потерпілого не почне підійматись.

2. Найпростіше вдувати повітря через рот потерпілого.

3. Проходження повітря через ніс потерпілого можна уникнути, якщо рятівник затисне його ніздрі своєю шостою.

В деяких випадках в щелепах потерпілого може виникнути судома. Тоді його рот буде щільно закритий навіть при закиданні голови назад так, що не можна буде вдувати повітря через рот, тоді це потрібно робити через ніс. Проходження повітря у цьому випадку можна уникнути, якщо затиснути губи потерпілого великим пальцем.

4. Не потрібно витрачати часу на спробу спорожнити рот потерпілого від води чи решток. Якщо його повернути на живіт, то зі шлунка може вилитись вода, але з легень вода не вийде. Однак, часто трапляється, що з легень потерпілого виходить вода, поки рятівник намагається привести до його свідомості шляхом штучного дихання.

Бувають випадки, коли з рота виходить рідина чи залишки їжі. Їх необхідно одразу видалити, щоб вони не потрапили в легені. У цьому

випадку голову потрібно повернути на бік, а протилежне плече підняти так, щоб рот був нижче від грудної клітки. Потім необхідно швидко прочистити рот пальцем, обтерти, і знову негайно продовжувати вдувати повітря. Оживлення - це спроба повернути до життя людину, яка вмерла, тому не можна витратити часу. Якщо рятівник один, то він не повинен припиняти вдювання повітря і шукати допомоги, а намагатися врятувати потерпілого.

Вдювання повітря повинно продовжуватись і в кареті швидкої допомоги, якщо потерпілого везуть в лікарню.

5. Спробу оживлення продовжувати до тих пір, поки потерпілий не буде повернений до життя, або лікар не засвідчить настання смерті.

6. Метод штучного дихання "рот в рот" можна застосовувати у будь-яких нещасних випадках при зупинці дихання. Найчастіше клінічна смерть є наслідком нещастя на воді, отруєння, електричного шоку, сильних травм голови або занадто великих доз пігулок. В деяких випадках може зупинитись серце. Тоді роблять непрямий масаж.

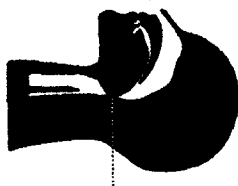
7. Кращим способом вчитись методу вдювання повітря - це намагатись на практиці застосовувати цей метод. Таке практичне навчання може здійснюватись, користуючись тренувальним манекеном. Якщо метод виконується неправильно, то це відразу буде помітно.

### Яким чином язик блокує дихальне горло

В нормальному стані



Без свідомості



Доступ повітря до легень вільний



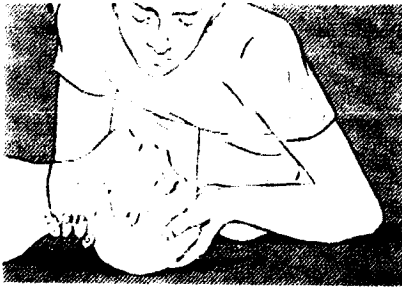
Язик блокує проходження повітря



Голову закинути назад...

...для проходження повітря

### Метод вдювання, застосовуваний на дітях



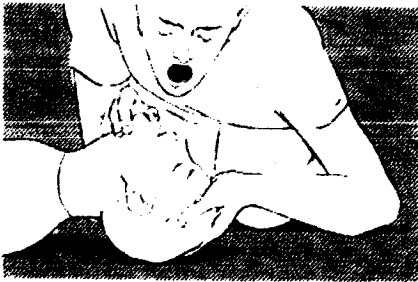
тримаючи одну руку на лобі, другу під потилицею.



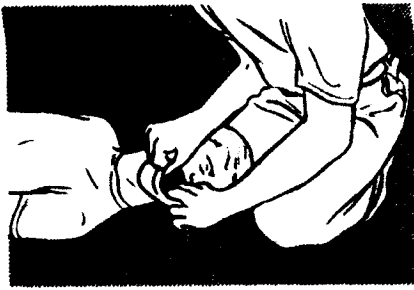
Голову закинути назад,

Обережно вдювати повітря в  
легені через рот чи через ніс, або через рот і ніс.

Вдювання повітря припинити, коли грудна клітка почне підійматись. Голову весь час тримати закинутою назад так, щоб доступ повітря був вільний.



Рот рятівника повинен бути відкритим настільки, скільки це потрібно для щільного прилягання до рота чи носа жертви.



Потерпілого необхідно попередньо оглянути для виявлення чужорідних тіл у ротовій порожнині. А при їх наявності ротову порожнину треба звільнити, повернувши голову вбік.

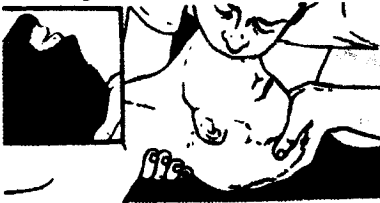
Вдування повітря продовжувати. Перші 10 вдувань робити якомога частіше, а надалі - до 20 за хвилину.

### Метод вдування повітря дорослим

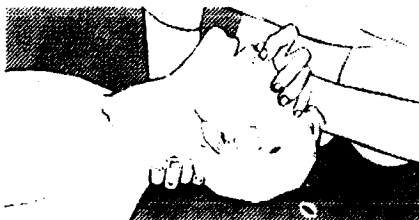
#### Метод вдування повітря "Рот в рот"



Голову закинути назад, тримаючи одну руку на лобі, а другу під потилицею потерпілого. При вдуванні повітря необхідно уникнути виходу його назовні. А закидання голови назад дає можливість відкритися роту і створити умову для безпосереднього щільного зв'язку між ротом потерпілого та рятівника.



Ніздрі потерпілого при цьому потрібно затиснути пальцями чи своєю щюкою.

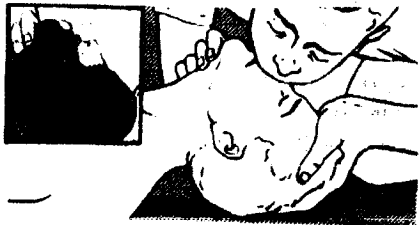


Повітря вдувати в легені через рот, аж поки не почне підніматись грудна клітка.

### Метод вдунання повітря "з рота в ніс"



Метод "з рота в ніс" аналогічний попередньому, але у цьому випадку необхідно щільно закрити рот потерпілого пальцем, а повітря вдувати через ніс, не допускаючи його витоку.



Повітря вдувати в легені через ніс потерпілого до тих пір, поки не почне підніматись його грудна клітка. Потім великим пальцем відкрити його рот так, щоб повітря могло виходити як через рот, так і через ніс.



12-15 разів за хвилину.

Кількість вдунань дорослим

## Очистка горла

Для дітей



Дитину підняти за шиколотки, відкрити їй рот для очистки.



Якщо горло дитини блоковане рештками їжі, то потрібно їх видалити. Якщо чужорідне тіло застрягло в горлі або глотці дитини, його треба видалити ударом між лопатками, тримаючи дитину вниз головою.



## Дорослим



Потерпілого положити на живіт і вдарити між лопатками.



Потім негайно продовжити вдювання повітря.

## Вправи з тренувальним манекеном

### Метод штучного дихання "Рот в рот"



Голову закинути назад, тримати одну руку на лобі манекена, а другу під потилицею. Як правило, достатньо закинути голову назад, щоб відкрився рот і утворився повітряний шлях так, щоб можна було вдювати повітря через рот. Рятівник повинен забезпечити повітряно непроникний зв'язок між своїм ротом і ротом манекена. Далі потрібно затиснути щокою чи пальцями ніздрі манекена.



Повітря вдувати в легені через рот, поки не почне підійматись грудна клітка.

Перші десять вдувань проводять швидше.

### Метод штучного дихання "З рота в ніс"



Голову закинути назад, тримати однією рукою за лоб манекена, а другою – натискати нижню щелепу. Закрити рот манекена великим пальцем, щоб уникнути виходу повітря.

Рятівник повинен широко відкрити свій рот, щоб охопити ним ніс манекена.



Повітря вдувати в легені через ніс, поки не почне підійматись грудна клітка. Потім відкрити рот манекена великим пальцем так, щоб повітря мало можливість виходити як через рот, так і через ніс.

Для дорослих потрібна кількість вдувань 12-15 разів за хвилину.

### Контрольні запитання

1. Назвіть основні конструктивні елементи робочого місця і їх призначення.
2. Охарактеризуйте електричну частину робочого місця.
3. Назвіть електромонтажні інструменти і їх призначення.
4. За якими ознаками визначається життєдіяльність організму людини і надається перша медична допомога?

## 2 СЛЮСАРНІ РОБОТИ

### 2.1 РОЗМІТКА, РУБАННЯ, ПРАВКА ТА ЗГИНАННЯ МЕТАЛУ

#### Мета роботи:

1. Навчити студентів вибирати інструменти для розмітки і користуватись ними; підготувати для розмітки оброблену і необроблену поверхню, проводити розмітку контурів за розмірами та шаблонами, наносити риски розміток; заточувати інструменти, що використовуються при розмітці.

2. Навчити студентів володіти різними видами рухів під час рубки; правильним рухам молотка; засвоїти замах (кистьовий, ліктювий, плечовий); навчити влучати по голівці зубила, відпрацювати влучність ударів з максимальною силою.

3. Навчити раціонально організовувати робоче місце; вивчити прийоми закріплення деталей; нанесення ударів; засвоїти правила заточування інструментів та прийоми рубання.

4. Навчити користуватися інструментами та пристроями, що використовуються при правці металевих смуг листового, кутового та колового металевого профілю.

5. Навчити користуватися інструментами та пристроями, що застосовуються при згинанні; згинати під різними кутами металеві смуги та листову сталь, труби, користуватись механізованими засобами для згинання.

#### Об'єкт роботи

##### 1. Технічні вимоги до робіт:

1.1. Розміри металевих заготовок:

150×100 мм, 2–3 мм товщиною, 100×50 мм, 1 мм товщиною, 200×10×10 мм, або 200×50×2 мм (за вказівкою викладача).

Розміри інших металевих заготовок для виготовлення запасних частин різного обладнання, що використовується на кафедрі та майстернях.

2. **Приклади робіт:** учбові заготовки, плитки, шаблони для заточування інструментів, деталі циркулів, різні шаблони для виготовлення деталей, ніжки кронциркуля, різноманітна сортова і фасонна сталь у вигляді смужок та прутків; заготовки кутників, ножівкового станка; труби сталеві та з кольорового металу.

**Обладнання та пристрої:** плита для розміток, рефлекторний світильник, сталеві щітки, посуд для розчину і крейди, заточувальний станок, слюсарний верстак, запобіжні окуляри, правильні плити, гвинтові преси, пристрої для труб, бруски, роликівий пристрій для згинання, слюсарні лещата.

**Інструменти і матеріали:** мірна лінійка, штангенциркуль, креслярка, молоток, крейда, олівець, слюсарні молотки 500-600 г, зубила, крейцмейселе, тренувальні пристрої, циркуль, транспорир, кернери, молотки з встав-

ними бійками з м'якого металу і з твердих сплавів, дерев'яні молотки, металеві накладки та призми, пісок, каніфоль, рукавиці.

### ***Вправа 1 Підготовка поверхні до розмічування***

- 1.1 Організувати робочі місця.
- 1.2 Старанно витерти плиту для розмітки.
- 1.3 Звільнити заготовку від бруду, окалини та залишків корозії.
- 1.4 Скласти план розмічування – спосіб і порядок розмічування, визначити поверхні – бази від яких треба відкладати розміри.
- 1.5 Перевірити припуски відповідно до креслень.

### ***Вправа 2 Підготовка деталей до розмічування***

2.1 Вибір компонентів фарбування, виходячи із чистоти обробки поверхонь:

- необроблені – фарбують меленою крейдою, розведеною у воді зі столярним клеєм;
- чисто оброблені поверхні покривають розчином мідного купоросу (2-3 ложки на склянку води);
- точно оброблені поверхні покривають лаками, що швидко сохнуть;
- кольорові метали не фарбують нічим.

2.2 Раціональний вибір креслярки залежно від матеріалу деталі, на яку наносять розмітку:

- при розмітці грубих і попередньо оброблених деталей використовують сталеву креслярку;
- для відшліфованих поверхонь готових деталей використовують латунні креслярки;
- для тонких, кінцево оброблених поверхонь використовують м'які олівці.

2.3 Куту нахилу креслярок:

- в протилежну сторону лінійки 75-80 градусів;
- в сторону руху креслярки 75-80 градусів;

**УВАГА ! Риска проводять тільки один раз, якщо риска погано нанесена, стару зафарбовують і наносять нову.**

2.4 Порядок розмітки:

- наносять основні центральні риски;
- наносять вісі;
- наносять горизонтальні риски;
- наносять вертикальні риски;
- наносять риски відмінні від кута 90 градусів.

### ***Вправа 3 Розмітка контурів плоских деталей***

- 3.1 Нанесення прямих ліній.
- 3.2 Побудова прямих паралельних ліній.
- 3.3 Нанесення перпендикулярних рисок.

3.4 Побудова кутів: 45, 60, 90, 120 градусів.

3.5 Знаходження центрів.

#### ***Вправа 4 Наведення рисунок для розмітки***

4.1 Вибрати кернер і перевірити кут заточування робочої поверхні (60 градусів) та його довжину (125 мм).

4.2 Взяти кернер лівою рукою і поставити його гострим кінцем на риску. Нахиливши кернер в сторону від себе, притиснути до наміченої точки, швидким рухом поставити його вертикально і нанести легкий удар.

4.3 Глибина кернення – 0,2 - 0,4 мм.

4.4 Відстань між кернами:

- на довгих лініях – 10-15 мм;
- на коротких лініях, закругленнях та кутах – 5-10 мм;
- керн наноситься обов'язково на перехрестях та закругленнях.

#### ***Вправа 5 Заточування інструментів***

5.1 Перевірити заточувальний станок:

- наявність заземлення;
- наявність і цілісність захисної огорожі абразивного круга;
- міцність і точність встановлення абразиву;
- проміжок між кругом і підставкою (2-3 мм);
- міцність кріплення підставки і її цілісність;
- наявність захисного екрана і міцність його кріплення, а при його відсутності використовувати окуляри.

#### **УВАГА !**

- дозвіл на вмикання станка необхідно отримати в учбового майстра чи викладача;
- при виявленні неполадок станок не вмикати, а про неполадки попередити учбового майстра або викладача;
- без екранчика чи захисних окулярів працювати заборонено.

5.2 Прийоми заточування креслярки:

- розмістити креслярку на бокову поверхню заточувального круга під невеликим кутом нахилу, і, витримуючи кут нахилу, легким натисканням рівномірно обертаги креслярку пальцями правої руки.

***Кут заточування креслярки 15-20 градусів;***

- для запобігання відпуску робочої поверхні при перегріванні періодично потрібно охолоджувати креслярку водою.

5.3 Прийоми заточування кернера:

- розточування кернера і технологія заточування аналогічні креслярці;
- кут заточування 60 градусів.

5.4 Прийоми заточування циркуля:

- звести ніжки циркуля до повного контакту;

- циркуль взяти лівою рукою за стопорний гвинт, правою – за шарнірне з'єднання, заточити спочатку кінець однієї ніжки, потім другої, витримуючи кут заточування, однакову висоту ніжок і повний контакт їх робочих частин;
- доводку виконати на бруську, і обережно зняти задирки з внутрішньої сторони.

#### 5.5 Прийоми заточування зубила і крейцмейселя:

- правою рукою взяти зубило так, щоб голівка впиралась в долоню, великий палець був зверху, а інші пальці міцно обхватували зубило або пальцями лівої руки взяти зубило ближче до леза так, щоб великий палець був зверху;
- покласти зубило на підставку фаскою до заточувального круга. Обережно наблизити зубило до круга і зняти фаску рівним шаром з однієї і другої сторін під потрібним кутом, витримавши однакову ширину обох фасок;
- не допускати перегрівання і відпуску зубила.

### ***Вправа 6 Рубання металу***

6.1 Перевірити чи не зіпсовані верстак та лещата і виставити висоту лещат відповідно до свого зросту (зігнута в кулак рука, ліктем поставлена на губки лещат, повинна торкатися підборіддя).

6.2 Перевірити наявність захисної сітки, в разі її відсутності, вибрати напрямок замаху молотка та можливих напрямків відльоту уламків металу в сторону, де відсутні люди і обов'язково одягти захисні окуляри.

6.3 Підібрати і перевірити молоток, надійність його насадки та правильність розклинення держака (маса молотка вибирається з розрахунку 40 г маси молотка на 1 мм ширини зубила).

6.4 Підібрати зубило і перевірити відсутність тріщин та сколів, гладкість та випуклість ударної частини. Кут заточування зубила вибирається залежно від твердості металу, що обробляється. Він може бути 35, 45, 60, 70 градусів.

6.5 Молоток беруть рукою на відстані 15-30 мм від кінця держака і міцно стискають.

6.6 Зубило беруть лівою рукою за середню частину на відстані 20-25 мм від кінця ударної частини (міцно стискати зубило не слід).

#### 6.7 Удари молотком:

- **кистьовий**, удар за рахунок руху кисті, застосовується при зніманні тонкої стружки;
- **ліктьовий**, удар за рахунок руху руки в лікті, застосовується при звичайній рубці;
- **плечовий** удар застосовується під час рубання товстого шару, при необхідності нанесення удару максимальної сили.

## **Вправа 7 Правка металу**

7.1 Нанести крейдою помітки умовних місць ударів на сталевій смузі.

7.2 Кінець смуги, що обробляється, покласти на плиту так, щоб всі місця правки знаходились в межах плити.

**УВАГА !** В момент удару можлива віддача металу в ліву руку, через це рука повинна бути в рукавиці і потрібно стежити за щільним приляганням смуги до плити.

7.3 Отримавши навички, місця нанесення ударів можна визначати на око.

7.4 Правка металу зі спіральною кривизною виконується в лещатах за допомогою важеля або ручних лещат шляхом зворотного розкручування. Кінцеву правку проводять на плиті.

7.5 Правку опуклого листового матеріалу виконують ударами молотка (дерев'яного, мідного, латунного, свинцевого) між опуклостями, прямуючи до центра опуклості, періодично перевертаючи лист.

**УВАГА !** На виправленій поверхні не повинно бути забоїв та вм'ятин. Поверхня повинна мати рівну площину. Тому сталевим молотком правити тонкий листовий метал не можна.

Круглі прутки діаметром до 12 мм рівняють на правильній плиті, наносячи удари по опуклих місцях. Прути – 12-30 мм в діаметрі рівняють на призмах та ручних пресах.

## **Вправа 8 Згинання металу**

8.1 Під час згинання металу необхідно враховувати, що зовнішня частина витягається, а внутрішня стискається в межах 0,5 - 0,8 товщини.

8.2 Згинання сталевих смуг під кутом можна виконувати в лещатах або за допомогою спеціальних пристроїв.

8.3 Згинання смуг сталі по кругу виконують на призмах або підставках за допомогою спеціальних пристроїв чи на роликівому станку.

8.4 Згинання труб може виконуватися на нерухомій оправці за допомогою трубогину, а також на роликівому станку.

8.5 Згинання труб в нагрітому стані виконується з метою попередження заминання та видуття металу. Для цього один кінець закривають пробкою-заглушкою і наповнюють трубу сухим просіяним річковим піском, ущільнюючи його за допомогою постукування молотком по трубі, потім глушать трубу з другої сторони, залишаючи в пробці отвір для виходу газів під час нагрівання.

**Радіус вигину** повинен бути не меншим *трьох діаметрів* труби, а довжина прогрівання при згинанні під кутом: **90 градусів - 6 діаметрів; 60 градусів - 4 діаметри; 45 градусів - 3 діаметри.**

## **9 Правила безпеки**

9.1 Категорично забороняється працювати за несправним заточувальним станком; при відсутності захисного кожуха, екранчика чи без окулярів; на

несправній підставці з зазором між кругом і підставкою більшим від 2-3 міліметрів, з пошкодженим кругом.

**УВАГА !** Під час роботи на заточувальному станку не можна стояти напроти основної поверхні круга, тому що при його руйнуванні уламки можуть призвести до серйозних травм.

9.2 Ручки молотків повинні бути без тріщин та сколів і надійно закріплені.

9.3 В початковий період навчання на зубило потрібно надягати запобіжну гумову шайбу, а на руку – захисний щиток. При відсутності індивідуальних захисних щитків, рубку потрібно проводити лише в сторону захисної сітки.

9.4 Не змітати стружки з заготовок та плити голими руками.

## **10 Типові помилки**

10.1 При проведенні поздовжніх рисок за допомогою лінійки, остання зсувається з місця. Щоб уникнути зсування, її потрібно міцно притиснути до виробу широко розставленими пальцями.

10.2 Кернові заглиблення не лягають точно на риску. Причиною є кернер, заточений під великим кутом, чи його вістря погано заточене. Потрібно розрізняти розмічувальний кернер (кут заточування 30-45 градусів) і центровий (кут заточування 60 градусів), який служить для нанесення центрів під свердлення.

10.3 Накернення необхідно виконувати тільки розмічувальним молотком, наносити удари з однаковим зусиллям.

10.4 Для оволодіння влучністю удару необхідно спочатку добре засвоїти кистьовий удар, потім ліктьовий і плечовий.

10.5 Боячись поранити руку, надто виставляють зубило з руки, тому зубило реагує на кожний неточний удар.

10.6 Порушення ритму ударів не дозволяє використовувати віддачу молотка і розслаблювати м'язи правої руки з молотком.

10.7 Слід уникати ударів збоку.

10.8 При відсутності молотків з м'якого металу чи дерева при правці листового матеріалу виробу втрачають свій вигляд через забої та вм'ятини.

10.9 Часто зустрічаються труднощі при визначенні припуску на згинання.

10.10 При гарячому вигинанні труб неправильно нагрівають трубу і недостатньо заповнюють її піском, використовують не просіяний або мокрий пісок.

## **11 В результаті навчання студент повинен:**

### **11.1 ЗНАТИ:**

- призначення та способи виконання площинної розмітки;
- інструменти, пристрої та правила користування ними;
- прийоми роботи і способи контролю кутів заточування інструментів;



- правила організації робочого місця;
- правила безпеки праці.

### 11.2 **ВМІТИ:**

- підготувати поверхню для розмітки;
- виконати розмітку контурів за розмірами та шаблонами;
- виконувати рубку металу;
- заточувати креслярки, кернери, ніжки циркулів, зубила, крейцмейселі і перевіряти кути їх заточування;
- гнути металеву смугу та листову сталь під різними кутами, гнути труби в холодному і гарячому стані;
- виконувати правила безпечної роботи.

## 12 Форма звітності

Викладач оцінює роботу студента за точністю та якістю виробу.

## РІЗАННЯ, ОБПИЛЮВАННЯ, ЗЕНКЕРУВАННЯ ТА НАРІЗУВАННЯ РІЗЬБИ

### Мета роботи:

навчити студентів вставляти в станок ножівкове полотно, засвоїти методи обпилювання металу під час обробки різноманітних поверхонь, засвоїти прийоми свердлення отворів на станках та ручними машинами для свердлення; виконувати заточування свердла в залежності від виду матеріалу.

### Об'єкти роботи

**Технічні вимоги:** деталі в перерізі повинні мати форму:

- круга – до 10 мм в діаметрі,
- квадрата, зі сторонами від 15 до 25 мм;
- поломи - до 40 мм;
- труби, діаметром до 20 мм;
- кутка, зі сторонами до 40 мм.

**Матеріали:** сталь конструкційна

**Приклади робіт:** різноманітні заготовки виробництва; кільця для ручок напилків; заготовки з кутової сталі до 40 x 40 мм; заготовки до ніжок циркулів, шаблонів, пристроїв та мітчикотримачів.

**Обладнання та пристрої:** лещата, дерев'яні бруски і колодки, трубні притискачі, труборізи; вертикально-свердловий станок, перехідні втулки; патрони, клини, дріль, заточувальний станок.

**Інструменти і матеріали:** ножівковий станок, ножівкове полотно, ручні ножиці, напилки тригранні, площинні з насічкою № 1, 2, 3, 4, 5, ручки до напилків, молотки слюсарні з квадратними бійками, свердла різноманітних розмірів, шаблон для заточування свердла.

## **Вправа 1 Різання металу ножівкою**

### **1.1 Підготовка ножівкового станка**

Для різання м'якого металу застосовують ножівкові полотна з крупним кроком 16-18 зубців на 1 дюйм; для різання тонкого смугового металу – полотна з мілкими зубцями (22-23 зубці на 1 дюйм), а для різання тонкого листового металу – 24-32 зубці на 1 дюйм.

Для довгих пропилів використовують ножівкові полотна з крупним кроком, а для коротких – з мілким.

Під час налагодження ножівкового полотна необхідно, щоб зубці були направлені від ручки, а не до неї, полотно має бути в міру натягнутим, не дуже вільно і не надто міцно. Забороняється натяг полотна робити за допомогою лещат чи плоскогубців.

### **1.2 Різання круглого, смугового та прямокутного металу**

На заготовці крейдою роблять мітку, далі трикутним напилком по розмічувальній рисці роблять неглибоке пропилювання. Заготовку закріплюють в лещатах за 15-20 мм від губок лещат. Під час різання металу має бути задіяно не менше с ножівкового полотна, до того ж натискання на ножівку робити лише під час руху вперед.

### **1.3 Різання труб труборізом**

Спочатку необхідно ознайомитись з пристроєм та принципом роботи труборізу. Затискають трубу в лещатах, надягають труборіз і підводять рухомий ролик труборізу до дотику з трубою. Обертаючи ручку труборізу навколо осі за годинниковою стрілкою, роблять надрізи, далі повертаючи ручку на півоберту в той чи інший бік, затискаючи поступово рухомий ролик, відрізають трубу. Необхідно стежити, щоб місце різку постійно змащувалось мастилом.

### **1.4 Різання металу ручними ножицями**

Ручними ножицями ріжуть листову сталь з малим вмістом вуглецю, товщиною до 1 мм і кольорові метали до 1,5 мм. Ручні ножиці є правими, лівими та з криволінійними лезами.

### **1.5 Різання металу важільними ножицями**

Метал до 4 мм ріжуть важільними ножицями, для цього необхідно перевірити плавність руху важеля, наявність мастила на частинах, що труться, та зазор між ріжучими крайками (великий зазор сприяє заминанню листа, погіршує якість зрізу, притуплює ножі і викликає їх поломку).

## **1.6 Механізація роботи при різанні металу**

Простими механізованими пристроями для різання металу є електричні ножиці і привідні ножівкові станки.

## **Вправа 2 Обпилювання металу**

### **2.1 Організація робочого місця та підготовка інструментів**

Виставити висоту лещат відносно до свого зросту, використовуючи для цього підставки під ноги (решітки) чи верстаки з підйомними лещатами.

(Забороняється затискати в справних лещатах заготовки з використанням ударів молотка по держаку гвинта лещат).

Вибрати необхідний профіль напилка залежно від форми поверхні, що обробляється, товщини шару, який треба зняти, та шорсткості заготовки.

Правильно насадити на хвостовик напилка справний держак.

### **2.2 Балансування напилка при обпилюванні**

Під час обпилювання напилком необхідно рухати строго горизонтально обома руками вперед (робочий хід), назад (холостий хід) плавно, щоб напилком торкався заготовки всією поверхнею, до того ж натискання на напилком має бути лише під час руху вперед, чітко дотримуватись розподілу зусилля обома руками (балансування).

### **2.3 Обпилювання поверхні під кутом 90 градусів і за розміром**

Чорнову обробку виконують **драчовим** напилком, доводку за розміром роблять **лічним** напилком, контролюючи кут та потрібні розміри слюсарним кутником і штангенциркулем.

### **2.4 Обпилювання криволінійних поверхонь**

При обпилюванні криволінійних поверхонь під час руху напилка вперед, права рука з ручкою напилка опускається вниз, а передня частина напилка з лівою рукою піднімається вгору. Під час руху напилка назад, права рука з напилком піднімається, а ліва з кінцем напилка опускається. Обпилювання заготовки виконується так, щоб розмічувальна риска залишалася на заготовці (в розмічувальні розміри має входити припуск на обробку). Для кінцевої обробки використовують напилки з насічкою № 2. Для контролю за точністю обробки поверхні використовують шаблони, а також штангенциркулі і радіусоміри.

## **Вправа 3 Свердлення**

Перед свердленням кожен студент має вивчити прийоми безпечної роботи, ознайомитись з пристроєм свердлення та його керуванням. Щоб зме-

ншити розбивку отвору, свердлення виконують в два етапи, спочатку свердлом на 1-3 мм меншим від потрібного, і вже потім потрібного діаметра. Необхідно пам'ятати: в залежності від подачі інструмента і часу його роботи свердло може нагріватися до температури відпуску, тому необхідно передбачати його охолодження; свердлення твердої сталі та чавуну повинно виконуватись на знижених обертах.

### 3.1 Заточування інструментів

Залежно від твердості металу, який обробляється, обирається кут заточування.

Сталь і чавун середньої твердості – 116-118 градусів.

### 3.2 Перевірка якості заточування свердел

Якість заточування свердел перевіряється за допомогою шаблонів. Для цього перевіряють кут гвинтового рівчачка (має бути 60 градусів); кут нахилу перемички (55 градусів від ріжучої крайки); кут заточування і рівність довжин ріжучих крайок.

Крім перевірки якості заточування зробити перевірку пробним свердленням, використовуючи для цього відходи металу:

- якщо кути нахилу ріжучих крайок до осі свердла однакові, то стружка буде виходити з отвору по двох спіральних рівчачках, в протилежному випадку – з одного;

- при неправильному заточуванні свердла отвір розбивається.

Виміряти діаметр свердлення і порівняти його з діаметром свердла.

### Вправа 4 Зенкерування

Застосовується для вирівнювання отворів і доведення їх до потрібного розміру. Тому діаметр свердла повинен обиратися з урахуванням припуску на зенкерування та розгортання.

Діаметр зенкера, мм	5-24	25-35	35-45	46-55	56-65	66-76
Припуск на зенкерування, мм	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5
Діаметр отвору, мм	3-6	6-18	18-30	30-50		
Припуск на розгортання, мм	0,2	0,3	0,4	0,5		

При розгортанні згладжених циліндричних отворів використовують розгортки з прямими рівчачками, для отворів із шпонковими чи шліцевими пазами – розгортки зі спіральними рівчачками; для отворів під конічні штифти – конічні розгортки відповідного конусу.

Щоб надати отвору конусної чи прямокутної форми під голівку гвинта використовують конічні або циліндричні зенківки.

### Вправа 5 Нарізування різьби

При виконанні електромонтажних робіт найбільш часто зустрічається метрична різьба для кріплення – це різьба з великим кроком (позначається літерою М з діаметром, наприклад М3, М10). Різьби з мілкими кроками позначаються літерою М, діаметром та кроком через знак х, наприклад, М10Х1.

Для нарізування різьби на стержнях використовують плашки. Стержень для цього має бути на 0,1-0,2 мм тоншим від зовнішнього діаметра різьби, що нарізається, та зі сторони початку різьби повинна бути знята фаска.

Для нарізання різьби в отворах повинен бути підібраний потрібний діаметр свердла, який вибирається з урахуванням припуску на розгортку по зовнішньому та внутрішньому діаметру різьби. Так, для деяких метричних різьб зовнішній та внутрішній діаметри вказані нижче.

Зовнішній діаметр, мм	3	4	5	6	7	8	9	10
Внутрішній діаметр, мм	2,45	3,242	4,134	5,35	5,919	6,647	7,647	8,376

### Безпека роботи

1. Під час різання металу ножицями треба одягати рукавиці, щоб уникнути поранень.
2. Під час свердлення заготовку правильно встановити і надійно закріпити. Під час свердлення заготовку руками не утримувати!
3. На станку для свердлення не працювати в рукавицях. Манжети рукавів халата повинні бути застебнутими. Працювати з покритою головою (в береті).
4. Залишаючи станок на короткий час, обов'язково його відключити.
5. Під час нарізання різьби в глухих отворах необхідно систематично прибирати з них стружку.

### Типові помилки

1. При різанні металу ліва рука знаходиться на рамці, а не охоплює голівку натяжного гвинта.
2. Швидкий темп різання призводить до перегрівання полотна та швидкого затуплення або просто до поломки.
3. Неправильно підбирають діаметр свердла під різьбу.
4. При нарізанні зовнішньої різьби діаметр стержня беруть однакового діаметра із зовнішньою різьбою, що затрудняє нарізання і часто призводить до дефектів різьби.

**В результаті вивчення теми студент повинен:**

**Знати:**

1. Призначення та способи виконання операцій різання ножівкою, трубозізом, ручними та важільними ножицями.
2. Способи нарізання різьби ручними інструментами.
3. Правила безпеки праці.

**Вміти:**

1. Відрізати метал різноманітної конфігурації з розміткою та без неї.
2. Визначати за таблицями діаметри стержнів та отворів під різьбу.
3. Користуватися різьбонарізними інструментами.
4. Користуватися вимірювальними інструментами.
5. Дотримуватись правил безпеки праці.

## 2.3 ЗАКЛЕПУВАННЯ

**Мета роботи:**

навчитися підготовляти деталі до заклепування, заклепувати листовий матеріал (сталь, алюміній) заклепками з круглими, напівкруглими та потайними голівками.

**Об'єкт роботи**

Учбово-технічні вимоги до робіт: деталі з листового матеріалу.

**Обладнання та пристрої:** станок для свердлення, молотки, ножівки, слюсарні натяжки, підставки, обтискачі, пробійники.

**Інструменти і матеріали:** молотки слюсарні, креслярки, циркуль розточний, напилки, мірні лінійки, штангенциркуль, свердла, зенківки, струбцини.

**Вправа 1 Підготовка до заклепування**

1. Обчистити деталі для заклепування.
2. Обробити та провести правку сполучних деталей до щільного прилягання.
3. Виконати розмітку деталей і зробити накернення. Відстань між заклепками і відстань  $a$  - від центра заклепки до краю деталі вираховувати за формулами:

При однорядному з'єднанні –  $Z = 3d$ ;  $a = 1,5d$ ;

При дворядному з'єднанні -  $Z = 4d$ ;  $a = 1,5d$ ;

де  $d$  – діаметр заклепки.

4. Підібрати діаметр заклепки. Для щільних з'єднань  $d = 2P_{\text{найм.}}$ , де  $P_{\text{найм.}}$  – найменша товщина деталей, що зклепуються.
5. Підібрати довжину заклепки  $l$  з урахуванням довжини частини виступу  $l_0$  на утворення замикальної голівки і заповнення зазору:  
для круглої голівки –  $l_0 = (1,2+1,5)d$ ;  
для потайної голівки –  $l_0 = (0,8+1,2)d$ .
6. Підібрати свердло (останнє має бути на 0,1 м більше від діаметра заклепки).
7. За допомогою струбцини закріпити деталі для з'єднання і просвердлити два крайні отвори, вставляючи в них для фіксації заклепки, потім просвердлити решту.
8. Роз'єднати деталі, зняти з країв отворів фаски, а для потайних голівок роззенкувати отвори конічними зенківками.
9. Вибрати масу молотка залежно від діаметра заклепки за нижче поданою таблицею.

Діаметр заклепки, мм	2-2,5	3-3,5	4-5	6-8
Маса молотка, г	100	200	400	500

## Вправа 2 Зклепування деталей

1. Виконати підготовчу роботу (див. вправу 1).
2. Вставити в крайні отвори заклепки і покласти деталь на плиту (для заклепок з потайними голівками) чи на масивну підставку (для заклепок з напівкруглими голівками) та використовуючи натяжку, ударами молотка по ній ущільнити листи, що зклепуються, усуваючи зазор між ними.
3. Стержні крайніх заклепок осадити ударами молотка, утворюючи грубу форму голівки.
4. Боковими і прямими ударами молотка надати голівці необхідної форми.
5. Вище перерахованими операціями виконати клепаання решти заклепок.
6. Обтискачем, спираючись закладною голівкою в підставку, надати необхідної форми замикальній голівці (при використанні заклепок з напівкруглими голівками). При зклепуванні заклепками з потайними голівками зачистити розклепані заклепки.

## Безпека роботи

1. Перевірити насадку молотка на рукоятку, при потребі зарубати насадку і розклинити рукоятку молотка.

2. **Забороняється категорично** користуватися молотками і обтискачами з тріщинами. Якщо є забої і наклепи на останніх – заправити їх на заточувальному станку, дотримуючись правил безпеки роботи.

3. Маса підставки має бути не меншою від маси молотка. Осадка заклепки залежить від маси підставки, а не від сили натиску на неї.

#### **Типові помилки**

1. Зенкують отвори під кутом більшим за 90 градусів (використовують свердла замість зенківки). При цьому послаблюється з'єднання і затруднюється клепаання.
2. Неправильно підбирають довжину частини, що виступає, в результаті цього замикальна голівка буває або неповною, або з надлишком металу, що погіршує її естетичний вигляд та послаблює місце з'єднання. Заклепки мають бути з термічно відпущеного металу (якщо відсутні стандартні).

**В результаті вивчення теми студент повинен:**

**Знати:**

1. Види з'єднань заклепуванням.
2. Призначення і способи заклепування.
3. Інструменти та пристрої, що використовуються під час заклепування.
4. Правила безпеки під час заклепування.

**Вміти:**

1. Виконувати правила безпеки під час роботи.
2. Робити розмітку, зенкування, виконувати свердлення під клепку.
3. Визначити довжину заклепки та довжину її виступаючої частини з напівкруглими та потайними голівками.
4. Виконувати роботи з заклепування з'єднань однорядних та багаторядних швів; встик з однією, двома накладками та нахлистом.



### III ЕЛЕКТРОДУГОВЕ ЗВАРЮВАННЯ

#### ПРОГРАМА, ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ, МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ЗАСВОЄННЯ ТЕМИ ТА ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

**Мета розділу:** ознайомити студентів з теоретичними відомостями електродугового зварювання, обладнанням, матеріалами та інструментами для його здійснення; навчити студентів самостійно виконувати найпростіші види електродугового зварювання.

#### І Програма розділу:

Призначення та класифікація електродугового зварювання. Історія виникнення і вдосконалення технології та електрозварювального обладнання. Основні теоретичні відомості про дугове електричне зварювання. Металургійні процеси при електродуговому зварюванні. Зварювальне обладнання. Пост для ручного зварювання. Зварювальна дуга. Джерела живлення зварювальної дуги. Зварювальні матеріали. Загальні відомості про покриті електроди для ручного зварювання, підготовка виробів до зварювання. Зварювальні з'єднання та шви. Режим ручного зварювання в різних просторових положеннях. Зварювальні напруги та деформації.

Лабораторна робота: ручне електродугове зварювання.

#### 2 Основні теоретичні відомості про дугове електричне зварювання

##### 2.1 Металургійні процеси при ручному електродуговому зварюванні

Електродугове зварювання – це різновид металургійного процесу, в якому мають місце ті ж основні фізико-хімічні процеси, що і в великих металургійних печах для виробництва або переплавки металів.

Для металургійних процесів при зварюванні характерні високі температури на окремих ділянках дуги, короткочасність перебування металу в рідкому стані і швидка зміна температурного режиму. Розплавлений метал електрода або присадкової проволочки переходить в зварювальну ванну у вигляді невеликих крапель, які взаємодіють з газовою фазою і рідким шлаком. Розплавлений шар шлаку утворюється при плавленні електродного покриття і захищає метал краплі та зварювальної ванни від впливу навколишнього повітря, розкислює і легує метал зварювальної ванни, у шлаці розчиняються шкідливі домішки. В процесі плавлення електродного покриття поряд з утворенням шару розплавленого шлаку виділяються гази, які виникають при розкладанні газотворюваних компонентів покриття. Реакції між газоподібними речовинами і рідким металом проходять швидше ніж зі шлаком, тому дія газового захисту більш інтенсивна. Розплавлений метал зварювальної ванни взаємодіє

також з обмежувальним її основним металом. Тому хімічний склад наплавленого металу може суттєво відрізнитись від хімічного складу електродів або присадової проволоки, а метал зони термічного впливу від вихідного стану основного металу.

При зварюванні в інертних газах (аргон, гелій) металургійні процеси проходять тільки між елементами, які знаходяться в металі зварювальної ванни, так як інертні гази не взаємодіють з газовими складовими стовпа дуги. Для застереження виникнення пор при зварюванні в інертних газах, в зварювальну ванну вводять активні розкислювачі (марганець, кремній та ін.) і додають в аргон 10-15 відсотків вуглекислого газу або 5 відсотків ксено.

З рухом дуги в процесі зварювання рідкий метал витісняється з головної частини розплавленої зони і викидається в її хвостову частину. В хвостовій частині в міру віддалення від джерела тепла проходить інтенсивне відведення його тепла в масу холодного металу, і в межах розплавлення утворюються загальні кристаліти основного і наплавленого металу. Скристалізований метал однопрохідного шва має стовпчасту будову, що обумовлюється більш швидким ростом кристаліту в напрямку, перпендикулярному межі сплавлення, ніж в будь-якому іншому напрямку.

На властивості зварювального з'єднання поряд з хімічними властивостями металу шва значний вплив має структура металу шва і навколошовної зони. В залежності від хімічного складу і швидкості охолодження структура металу шва може бути досить різною. Зварний шов, виконаний тонкопровідними електродами, має дрібнозернисту структуру. В структурі найбільший вміст фериту і перлиту. При зварюванні товстопокритими електродами, в зв'язку з меншою швидкістю охолодження, метал шва має більш крупнозернисту стовпчасту структуру, яка складається із зерен фериту і перлиту. Структура зварного шва заданого хімічного складу визначається умовами охолодження, які впливають на процеси вторинної кристалізації і на дифузійні процеси. Ділянка основного металу, що нагрівається при зварюванні, до температури, при якій в ньому проходить зміна структури, називається навколошлаковою зоною або зоною впливу.

## **2.2 Зварювальне обладнання**

Пост для ручного зварювання.

Зварювання - один із найбільш розповсюджених технологічних процесів отримання нероз'ємних з'єднань. Зварне з'єднання характеризується безперервним структурним зв'язком і монолітністю будови, яка досягається за рахунок утворення атомно-молекулярних зв'язків між елементарними частинками зварюваних деталей.

При електричному дуговому зварюванні покритим або вольфрамованим електродом нагрівання і плавлення металу виконується дуговим розрядом, який виникає між елементарними частинками

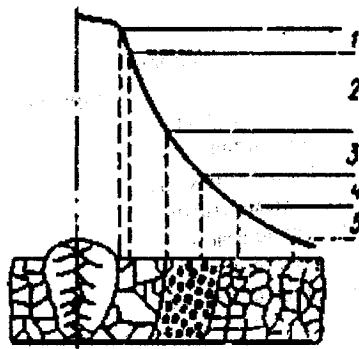


Рисунок 3.1 – Схема структури навколошовної охолодженої зони зварювального з'єднання по ділянках:

- 1 – неповного розплавлення; 2 – перегріву; 3 – нормалізації;  
4 – неповної перекристалізації; 5 - рекристалізації

зварюваних деталей. При електродуговому зварюванні покритим або вольфрамованим електродом нагрівання і плавлення металу виконується дуговим розрядом, який виникає між електродом і зварюваними деталями. Енергію для утворення і підтримання дугового розряду отримують від джерела живлення постійного або змінного струму. Електрод закріплюють в електродотримачі, який з джерелом живлення з'єднується зварювальним проводом.

Для отримання електричного розряду необхідна наявність електричного кола. Тому джерело живлення, крім електродотримача з'єднане ще зі зварюваним виробом. Практично це виконується у вигляді зварювального поста, в який входить джерело живлення, електричні дроти, електродотримачі, пристрій для приєднання зварювального провода до джерела живлення і зварюваного виробу, пристрій для з'єднання між собою відрізків зварювального провода, щиток та інструмент зварювальника, збірно-зварювальне влаштування (рис. 3.2). Зварювальний пост може бути стаціонарним або пересувним.

При зварюванні на будівельно-монтажному майданчику або при зварюванні крупногабаритних виробів в цехових умовах використовуються пересувні пости.

### 2.2.1 Зварювальна дуга

Зварювальна дуга – це потужний і довгий розряд електрики в газовому середовищі, який супроводжується виділенням великої кількості тепла і світловим випромінюванням. При нормальній температурі і тиску газу, в тому числі і повітря, не проводять електричного струму. Зварювальна дуга збуджується при дотику електрода і виробу. Великий омичний опір приводить до того, що електрод і повітряний проміжок в

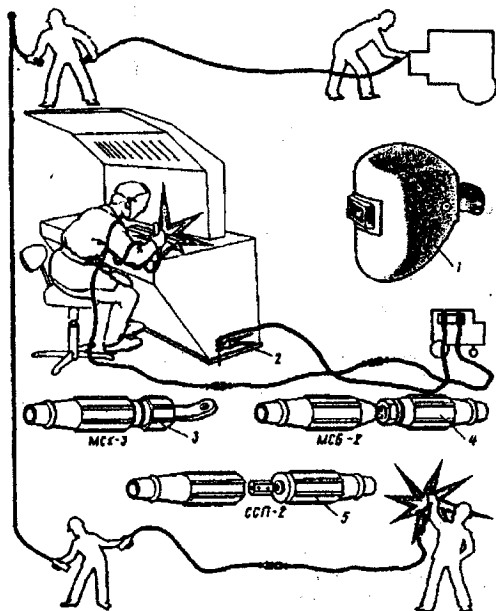


Рисунок 3.2 - Пост для ручного зварювання покритими електродами  
 1 - наголовний щиток; 2 - клемма заземлення; 3 - швидкороз'ємна кінцева муфта; 4 - швидкороз'ємна з'єднувальна муфта; 5 - з'єднувач кабеля

місці контакту дуже нагріваються. Під дією тепла електрони з електрода (або зварюваного виробу), приєднаного до від'ємного полюса джерела живлення, вириваються в повітряний простір, де стикаються з атомами та молекулами повітря, вибивають з них електрони і утворюють іони та вільні електрони. Повітря між електродом і зварюваним виробом стає провідником електрики. Цей процес продовжується до тих пір, поки горить дуга. Електрод (зварюваний виріб), приєднаний до позитивного полюса джерела живлення зварювальної дуги, називають анодом, а до від'ємного полюса - катодом. Поверхню катода, з якої вилітають електрони, називають катодною плямою. При зварюванні на постійному струмі катодом може бути як електрод, так і зварюваний виріб. Зварювальна дуга в даному випадку може бути і зворотної полярності. При прямій полярності електрод приєднується до "мінуса", а зварюваний виріб - до "плюса" джерела живлення. При зворотній полярності - навпаки.

Зварювальний струм зворотної полярності застосовують, коли потрібно зменшити виділення тепла на зварюваних виробах або при використанні електродів деяких марок. На аноді виділяється 43 відсотки тепла, на катоді - 36 відсотків, в стовпі дуги - 21 відсоток.

Зварювальна дуга (рис.3.3) складається з анодної і катодної областей, стовпа дуги. Катодною областю називається простір, який розташований

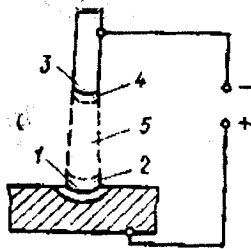


Рисунок 3.3 – Схема будови зварювальної дуги

1.3 – анодна та катодна плями; 2.4 – анодні та катодні області; 3.5 – стовп дуги

біля катода, анодною – біля анода. Простір між катодною і анодною областями називається стовпом дуги. Відстань між кінцевою точкою електрода і нижньою точкою поверхні розплавленого металу зварюваного виробу складає довжину дуги. Дуга буває коротка (3 - 6 мм) і довга (більше 6 мм). Плавлення електрода при довгій дузі проходить нерівномірно, збільшується розбризкування, знижується продуктивність, краплини розплавленого металу більше піддаються окисленню, дуга горить нестійко. На зварюваному виробі у ванні розплавленого металу, під дією струменів газів дуги, утворюється заглиблення, яке називається кратером. Під дією тепла дуги метал зварюваного виробу розплавляється на деяку глибину, яка називається глибиною проплавлення або проваром, а рідкий розплавлений метал - зварювальною ванною.

Зварювальна дуга може житись змінним і постійним струмами. При зварюванні на змінному струмі промислової частоти катодні і анодні плями міняються місцями 100 разів на 1 с. В процесі переходу струму через нуль і при зміні полярності на початку і в кінці кожного напівперіоду, дуга гасне, що приводить до зниження температури дугового проміжку. Одночасно з цим падає температура активних плям, і особливо плями зварювальної ванни внаслідок відведенням тепла у виріб. Все це приводить до нестійкого горіння дуги. Дуга постійного струму значно стійкіша. Однак вона має свій недолік - магнітне дугтя. Струм, проходячи по зварювальних проводах електрода і дузі, утворює навколо дуги і в зварювальному металі магнітне поле. Коли ці поля розміщені несиметрично відносно до осі дуги, вони можуть відхиляти дугу як гнучкий провідник струму, що не тільки затруднює зварювання, але і може призвести до обриву дуги. Розподіл магнітного поля в зварювальному контурі залежить також від місця приєднання зворотного провода зварювального кола до зварювального виробу, від конфігурації виробу і наявності зазорів в зварювальному стику. Приєднання зворотного провода безпосередньо до місця зварювання виключає виникнення магнітного дугтя. Утворення несиметричних магнітних полів викликають великі феромагнітні маси (масивні металеві вироби), розміщені поряд зі зварювальною ванною. Послабити дії магнітних полів можна шляхом зміни нахилу електрода таким чином, щоб нижній

кінець електрода був направлений в сторону дії магнітного дуття або, застосовуючи зварювання короткою дугою, яка має меншу можливість для відхилення. Для забезпечення стійкого горіння дуги струм і напруга повинні знаходитись у визначеній залежності, яка називається статичною вольт-амперною характеристикою дуги (рис.3.4). Збільшення струму в дузі до 100 А викликає різке збільшення площі перерізу стовпа дуги, що приводить до збільшення його електропровідності і зменшення напруги. Таку форму характеристики дуги називають спадаючою. При збільшенні струму від 100 до 1000 А площа перерізу стовпа дуги збільшується пропорційно струму, тому густина струму і спад напруги на всіх ділянках стовпа дуги залишаються постійними. Таку характеристику називають жорсткою. Значення струму в дузі вище 1000 А приводить до різкого збільшення напруги; підвищення струму вище визначеного значення вже не може збільшити перерізу стовпа дуги. Тому напруга на дузі росте. Характеристика називається зростаючою.

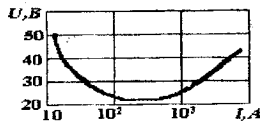


Рисунок 3.4 – Статична вольт-амперна характеристика дуги

### 2.2.2 Джерела живлення зварювальної дуги

Вимоги до джерел живлення. Електрична дуга за своїм характером відрізняється від інших споживачів електроенергії. Особливості зварювальної дуги ставлять специфічні вимоги до живлячих її джерел електричного струму. Для забезпечення легкого запалення дуги, напруга холостого ходу повинна бути в 2 - 3 рази вища від напруги дуги, і в той самий час вона повинна бути безпечною для зварювальника, при умові виконання ним відповідних правил. При замиканні кола в момент дотику електрода з виробом виникає коротке замикання, яке викликає різке збільшення зварювального струму, що може привести до загорання зварювального провoda. Тому джерело живлення повинно обмежувати силу струму короткого замикання. Зміна напруги дуги, яка проходить внаслідок зміни довжини, не повинна викликати суттєвої зміни сили зварювального струму, а значить, зміни теплового режиму зварювання. Час відновлення напруги від нуля до робочої, після короткого замикання, не повинен перевищувати 0,05 с, що забезпечує стійкість дуги. Джерело живлення повинно мати пристрій для регулювання зварювального струму. Стійке горіння дуги і стабільність режиму зварювання залежать від умов існування дугового розряду, властивостей та параметрів джерела живлення. Основним параметром джерела живлення є його зовнішня статична вольт-амперна

характеристика, яка виражає залежність між напругою на затискачах джерела і зварювальним струмом. Джерела живлення можуть мати крутопадаючу, пологопадаючу, жорстку характеристики (рис.3.5).

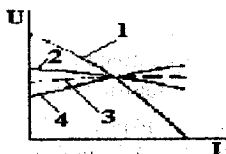


Рисунок 3.5 - Зовнішні характеристики джерела живлення  
1 – крутопадаюча; 2-пологопадаюча; 3 - жорстка; 4 – зростаюча

В залежності від способу зварювання, джерело струму вибирають за типом зовнішньої характеристики. Для ручного електродугового зварювання застосовують джерела з падаючою зовнішньою характеристикою, при якій під час короткого замикання напруга знижується до нуля, що не дає рости силі струму короткого замикання, а при збудженні дуги, коли струм дуже малий, на дузі забезпечується підвищена напруга. Джерела живлення з падаючою зовнішньою характеристикою дозволяють збільшувати дугу в розумних межах, не боячись її швидкого обриву, або зменшувати її без надмірного збільшення струму.

Джерела живлення змінного струму. Такими джерелами є зварювальні трансформатори, що перетворюють електричний струм однієї напруги в електричний струм іншої. Зварювальні трансформатори – це регульований індуктивний опір, необхідний для отримання потрібної зовнішньої характеристики, тобто стійкого горіння зварювальної дуги. В старих конструкціях трансформаторів це досягалось за допомогою індуктивних дроселів, які включались послідовно в коло вторинних обмоток трансформаторів. В сучасних трансформаторах для забезпечення нормального процесу зварювання використовують принцип вторинної обмотки відносно нерухомої первинної, що дозволяє змінювати індуктивний опір і створювати падаючу зовнішню характеристику. В більшості трансформаторів, що виготовляються промисловістю, застосовується такий тип. Найбільше розповсюдження для ручного зварювання отримали трансформатори типів ТД і ТДМ, в яких для регулювання процесу зварювання використовують підвищене магнітне розсіювання — індуктивний опір. Це забезпечує спеціальна конструкція магнітного кола і розміщення обмоток, які штучно збільшують магнітні поля розсіювання, які підсилюють індуктивність розсіювання обмоток, а внаслідок їх індуктивний опір. Зміщуючи котушку однієї із обмоток, можна плавно регулювати індуктивний опір обмоток і встановлювати необхідний зварювальний струм.

На рис. 3.6 подана схема зварювального трансформатора ТДМ-401У2. Трансформатор однофазний, стержневого типу. Обмотки мають по

дві котушки, які розміщені попарно на загальних стержнях магнітопровода. Котушки первинної обмотки нерухомі і закріплені коло нижнього ярма. Котушки вторинної обмотки рухомі. Через верхнє ярмо осердя трансформатора пропущений ходовий гвинт, який вгвинчується в ходову гайку, вмонтовану в обойму рухомих вторинних котушок. При повертанні ходового гвинта, яке відбувається за допомогою рукоятки, що знаходиться зверху трансформатора, переміщуються вторинні котушки і тим самим змінюється відстань між обмотками.

Безперебійна робота трансформаторів в певній мірі залежить від правильної їх експлуатації. Перед здачею трансформатора в експлуатацію його слід оглянути, усунути механічні пошкодження, перевірити на обрив ізоляції обмоток від корпусу, правильно заземлити трансформатор. При установці трансформаторів на відкритому повітрі, їх слід захистити від

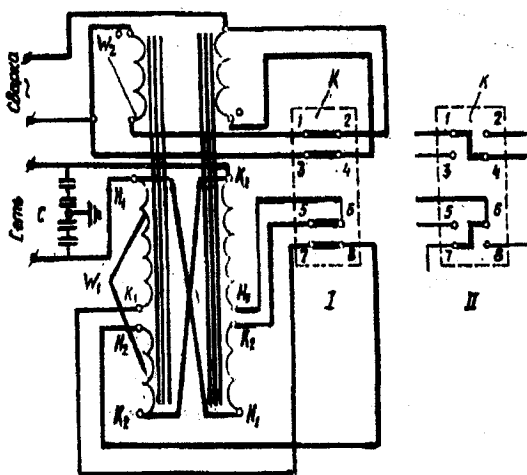


Рисунок 3.6 – Електрична принципова схема трансформатора ТДМ - 401У2

С – фільтр захисту від радіоперешкод; К - перемикач діапазонів струмів;

$W_1$  – обмотка первинна;  $W_2$  – обмотка вторинна; I – з'єднання обмоток паралельне - великі зварювальні струми; II – з'єднання обмоток послідовне - малі зварювальні струми

атмосферних опадів, так як при зволоженій ізоляції обмоток можливий пробій і замикання між витками. Однак перегрів трансформатора (розташування біля печі) також глибоко впливає на ізоляцію обмоток. В процесі експлуатації трансформатори необхідно регулярно оглядати. При поганому догляді шар бруду може досягти такої товщини, що порушить охолодження робочих частин, призведе до перегріву обмоток, а це створить замикання струмопровідних частин на корпус. Особливо небезпечний бруд з



металевим пилом. Погані контакти, особливо в зварювальному колі, викликають великі перепади напруги і недопустимі перегриви. Значна кількість зварювальних трансформаторів виходить з ладу через погане підключення зварювального проводу до затискувачів і нерегулярну перевірку стану контактів.

Джерела живлення постійного струму. До цієї групи відносяться зварювальні перетворювачі, випрямлячі та агрегати. Зварювальний перетворювач складається з колекторного або вентильного (безколекторного) генератора постійного струму і асинхронного двигуна, встановлених на одному валу. В колекторних генераторах змінна ЕРС, яка індукується в якорі, випрямляється в контактному пристрої, що обертається, він називається колектором.

Зовнішні характеристики зварювальних генераторів і обмеження струму короткого замикання досягаються за допомогою відповідних електричних схем генераторів. Колекторні генератори випускають за такими схемами: з незалежним збудженням і розмагнічувальною послідовною обмоткою, з самозбудженням і розмагнічувальною послідовною обмоткою (з намагнічувальною паралельною та розмагнічувальною послідовною). Генератор з самозбудженням менш чутливий до короткочасних коливань напруги електричної мережі, ніж генератор з незалежним збудженням. В універсальних зварювальних генераторах отримання падаючих і жорстких зовнішніх характеристик проходить в залежності від схеми включення або виключення послідовної розмагнічувальної обмотки. Вентильний зварювальний генератор - генератор з самозбудженням складається з індукторного пульсаційного синхронного генератора підвищеної частоти (200 або 400 Гц) особливої конструкції і безконтактного випрямляючого пристрою. Правильний догляд за перетворювачем багато в чому визначає його надійність і довгостроковість роботи. На будівельно-монтажній дільниці перетворювачі необхідно захищати від дощу та снігу. Але при цьому не можна порушувати нормального охолодження машини - вхідні та вихідні отвори для проходження повітря закривати не можна. В протилежному випадку відбудеться перегрівання обмоток. При експлуатації зварювального перетворювача, в першу чергу потрібно слідкувати за колектором, щітками, щіткотримачами та підшипниками. У нормальному стані біля колектора немає слідів нагару. Пил з колектора слід знімати чистою ганчіркою, змоченою в бензині. Шум шарикопідшипників повинен бути глухим, рівним, без цокотіння та різких звуків. Щітки необхідно регулярно оглядати і зношені своєчасно замінювати. В останні роки зварювальні перетворювачі витісняють випрямлячі, в яких відсутні обертальні частини, працюють вони безшумно, мають менші втрати енергії на холостому ході, більш високій ККД, ширші межі регулювання зварювального струму та напруги, мають меншу масу, рівномірне завантаження трифазної мережі. Зварювальний випрямляч складається з понижувального трансформатора із пристроєм для регулювання струму та

напруги, випрямляючого блока, який вмикає селенові або кремнієві вентиля, вентилятора для охолодження випрямного блока. Випускають одно- та багатопостові зварювальні випрямлячі. Однопостові випрямлячі мають жорстку і пологопадаючу чи крутопадаючу вольт-амперну характеристику. Зварювальний струм найчастіше регулюється зміною відстані між обмотками трансформатора. Випускають пересувні та стаціонарні випрямлячі. В процесі експлуатації випрямлячі необхідно оглядати, щоб усунути дрібні пошкодження, які можуть привести до аварії. Дуже уважно потрібно слідкувати за роботою вентилятора, так як його непрацездатність призведе до перегрівання напівпровідникових елементів і виходу з ладу випрямляча. Один раз в 3 місяці потрібно ретельно очищувати напівпровідникові елементи від пилу та бруду за допомогою стисненого повітря. Випрямляч, який не експлуатувався більше року, перед роботою треба включити на 20 хв. на напругу рівну половині від номінальної, а далі на 4 год. на номінальну напругу без навантаження. Це необхідно зробити для підформовки напівпровідникових елементів.

Отримання струму від зварювальних агрегатів обходиться дорожче, ніж від трансформаторів, перетворювачів та випрямлячів. Тому застосовувати їх доцільно тільки при відсутності електричної мережі. Зварювальний агрегат складається із зварювального генератора і дизельного двигуна, встановлених на загальній рамі та з'єднаних еластичною муфтою. В однопостових зварювальних генераторах при короткому замиканні різко зростає навантаження, а при холостому ході різко падає. Тому для підтримання постійної частоти обертання, двигуни внутрішнього згорання мають автоматичні регулятори частоти обертання, які забезпечують швидке встановлення її при переході від короткого замикання до холостого ходу. При збудженні зварювальної дуги, у зв'язку із збільшенням навантаження, частота обертів падає, однак спрацьовує автоматичний клапан і частота обертів двигуна встановлюється. При холостому ході навантаження зменшується і клапан знижує частоту обертання, а далі підтримує її зменшеною.

## **2.3 Зварювальні матеріали**

### **2.3.1 Загальні відомості про покритті електроди для ручного зварювання**

Покритті електроди служать для ручного зварювання сталі, кольорових металів і їх сплавів, чавуну. За обсягом використання ручне зварювання в зварювальному виробництві стоїть на першому місці. Тому за обсягом випуску покритті електроди займають в країні провідне місце. Покритті електроди – це металеві стержні, на поверхню яких оприсовуванням під тиском або просто зануренням в розчин наноситься покриття. В даний час для нанесення покриття в основному використовують перший спосіб. В залежності від матеріалу, з якого виготовлено зварювані вироби,

визначається їх призначення, вони поділяються на загальні та спеціальні. Всі електроди повинні забезпечувати мінімальну токсичність при зварюванні і виготовленні, стійке горіння дуги, рівномірне розплавлення електродного стержня і покриття, добре формування шва, з потрібним хімічним складом і властивостями, велику продуктивність при невеликих втратах електродного металу на вигар і розбризкування, збереження технологічних та фізико-хімічних властивостей протягом певного часу, отримання металевого шва, вільного від дефектів, потрібну міцність покриття, легке віддалення шлакової кірки від поверхні шва. До спеціальних вимог відноситься отримання металу для шва із зазначеними властивостями: окалиностійкість, жаротривкість, стійкість до іржавіння, стійкість до зношування, підвищена міцність; отримання швів з заданою формою: глибокий провар, вигнута поверхня шва, можливість зварювання певним методом опирання вертикальних швів зверху вниз, у всіх просторових положеннях.

Шлаки, які утворюються при плавленні електродних покриттів, поділяють на довгі та короткі. В довгих шлаках зростання в'язкості при пониженої температурі проходить повільно. Такі шлаки у своєму складі мають значну кількість кремнезему. Покриті електроди, які утворюють при плавленні довгі шлаки, не застосовуються для зварювання у вертикальному та стельовому положеннях, так як зварювальна ванна довгий час буде знаходитись в рідкому стані. Для зварювання у всіх просторових положеннях користуються електродами з короткими шлаками, в яких зростання в'язкості з пониженням температури проходить швидко. Закристалізований шлак запобігає стіканню металу зі шва, який знаходиться ще в рідкому стані. Найбільш короткі шлаки мають електроди з рутиловим і основним покриттям. На розмір крапель електродного металу в дуговому проміжку і формування швів значною мірою впливає поверхневий натяг зварювальних шлаків. Щоб легко відділялась шлакова кірка від поверхні металу, шлаки повинні мати коефіцієнт лінійного розширення, відмінний від коефіцієнта лінійного розширення металу. В залежності від товщини, покриття діляться на якісні (товсті) і стабілізуючі (тонкі). Якісне покриття має товщину 0,5-2,5 мм і складає 20-40 відсотків маси електродного стержня, а з залізним порошком - відповідно 3,5 мм і 50 відсотків. Електроди з якісним покриттям використовуються для отримання металевого шва високої якості, який не поступається за своїми властивостями перед основним металом. Електроди зі стабілізуючим покриттям (товщина покриття 0,1-0,3 мм) підвищують стійкість горіння дуги, не впливаючи, майже, на якість металу, який наплавляється. Тому електроди з таким покриттям в теперішній час використовуються рідко. Для задоволення вимог, які ставляться до електродів, використовуються електродні стержні відповідного складу, а в покриття вводять матеріали відповідного призначення. Ці матеріали діляться на декілька груп.

Шлакоутворювальні речовини (плавиковий і польовий шпат, ільменитовий і рутиловий концентрати, мармур, марганцева руда, магnezит, гематит, каолін, слюда, кремнезем) складають основну частину більшості покриттів. При розплавленні вони утворюють шлак, який захищає краплі розплавленого металу і зварювальну ванну від безпосереднього контакту з газами навколишнього середовища. Газоутворюючі речовини (органічні речовини - крохмаль, декстрин, оксцелюлоза, карбонати мармуру, доломіту, крейди, вапняку, магnezиту), розкладаючись при нагріванні, утворюють гази, які витісняють повітря із дугового проміжку і забезпечують захист розплавленого металу.

Стабілізуючі речовини (сілікати натрію і калію, кальцинована сода, крейда, мармур, вуглекислий барій, поташ, польовий шпат) призначені для забезпечення стійкого горіння дуги, завдяки низькому потенціалу іонізації і малій роботі виходу електронів. Розкислюючі речовини (феромарганець, феротитан, феросіліцій, алюміній, графіт, легуючі елементи електродного стержня із легованої сталі) розкислюють - відновлюють окисли, які знаходяться в розплавленому металі, що утворюються на деяких етапах процесу зварювання, коли розплавлений метал контактує з атмосферою дуги, шлаком і повітрям. Розкислювачі мають більшу, ніж залізо, подібність до кисню та інших елементів, окисли яких мають бути видалені із металу шва. З'єднуючись з киснем, вони утворюють окисли, які спливають на поверхню зварювальної ванни. Це забезпечує отримання зварювального шва високої якості.

Легуючі речовини (марганець, хром, молібден, вольфрам, титан, бор, ніобій, нікель, кремній та ін.) вводять в електродне покриття для отримання підвищеної міцності, корозійної стійкості, зменшення зносу та покращення інших спеціальних властивостей металевого шва. Легування також виконується через електродну проволоку. В'язучі речовини (натрійове, калійове, натрієвокалійове рідке скло, лаки, порошкоподібні пластмаси) зв'язують порошкоподібні матеріали покриття в однорідну, достатньо в'язку масу і цементують покриття на електродному стержні таким чином, щоб після висихання воно мало потрібну міцність. В покриття вводяться також пластифікатори (каолін, бентоніт, слюда, тальк, карбоксилметилцелюлоза, целюлоза), які покращують формування покриття на електродному стержні.

В покриття входять і багатофункціональні речовини. Так феросплави є одночасно розкислювачами і легуючими речовинами; польовий шпат, рідке скло, слюда - шлакоутворювальними і стабілізуючими.

Класифікація електродів. Покриті електроди для ручного зварювання класифікуються за призначенням (для зварювання сталі, чавуну, наплавлюваних робіт і т.п.); за типом покриття (рутилове, основне, целюлозне, змішане та ін.); механічними властивостями металевого шва; за способами нанесення покриття (оприсовування, занурення); за товщиною покриття (з тонким - умовне позначення - М, середнім - С, товстим - Д,

особливо товстим - Г); за допустимими просторовими положеннями зварювання і наплавки: для всіх положень (умовне позначення-1); для всіх, крім вертикального зверху вниз (2), нижнього, горизонтального на вертикальній площині і вертикального знизу вгору (3), нижнього і нижнього "в човник" (4). Підрозділяють електроди також за струмом (постійний і змінний), його полярністю (пряма, зворотня, будь-яка) і номінальною напругою холостого ходу джерела зварювальної дуги змінного струму частотою 50 Гц.

Рутилове покриття (умовне позначення Р) вміщує значну кількість титанових з'єднань (рутил, титановий концентрат, ільменіт), які створюють шлаковий захист, а газовий захист забезпечується целюлозою, мармуром, крейдою, декстрином. Розкислення і легування виконується феромарганцем. Електроди з рутиловим покриттям мають добрі зварювально-технологічні властивості - дуга горить стабільно на змінному і постійному струмі будь-якої полярності, добре формується шов з плавним переходом до основного металу, легко відділяється шлакова кірка, втрати металу на розбризування невеликі. Метал шва мало схильний до утворення пор при зварюванні іржавого, вологого чи окисленого металу, при коливаннях довжини дуги. Технологічні властивості електродів залежать від товщини покриття. За технологічними властивостями і вмістом залізного порошку в покритті, електроди розділяють на три групи: для зварювання в будь-якому положенні; для зварювання в будь-якому, але в більшості в нижньому; для зварювання в нижньому і похилому положенні. Основне призначення електродів першої групи - зварювання металів середньої товщини (3-12 мм) в монтажних і заводських умовах, де виконується більшість коротких і криволінійних швів, розміщених в різних просторових положеннях. Застосування електродів другої групи найбільш ефективно в заводських умовах, де більшість швів зварюються в нижньому положенні. Рекомендується використовувати їх для зварювання швів великої довжини з великим катетом при товщині основного металу 10-20 мм. Електроди третьої групи вміщують велику кількість залізного порошку в покритті, це забезпечує високу продуктивність. Вони застосовуються для зварювання швів великої довжини в нижньому і похилому положеннях у заводських умовах.

Рутилове покриття мають електроди МР-3, АНО-3, АНО-4, АНО-5, АНО-12, ОЭС-3, ОЭС-4, ОЭС-6 та ін. Метал, наплавлений рутиловими електродами, відповідає напівспокійній або спокійній сталі. Високі зварювально-технологічні властивості, механічні властивості металу шва та сприятливі санітарно-гігієнічні характеристики електродів з рутиловим покриттям забезпечили їм велике розповсюдження у різних галузях народного господарства. Основне покриття (Б) у вигляді шлакоутворювальної основи мають плавиковий шпат та карбонати кальцію і магнію (крейда, магнезит, мармур). Газовий захист забезпечується вуглекислим газом, що створюється при розкладанні карбонатів. Метал,

наплавлений електродами з таким покриттям, за хімічним складом відповідає спокійній сталі, має мінімальний вміст азоту, кисню, великі показники ударної в'язкості як при позитивній, так і негативній температурах, добру стійкість проти створення кристалізаційних тріщин. Ці електроди особливо доцільні для зварювання металу великої товщини, сталей з підвищеним вмістом сірки та вуглецю, жорстких конструкцій з вилитих вуглецевих низьколегованих та високоміцних сталей. Зварювання здійснюється на постійному струмі зворотної полярності.

Створено декілька марок електродів для зварювання на змінному струмі. В їх покриття введені сполуки калію. Вадою основного покриття є підвищена чутливість до пароутворення при подовженні дуги, наявності іржі, масла та окалини на зварювальних окрайках та зволоженні покриття. Тому вологість покриття, визначена після прогартування при 400°C, не повинна перевищувати 0,2 відсотки. Враховуючи, що при транспортуванні та зберіганні електроди можуть поглинати вологу з навколишнього середовища, перед зварюванням їх треба прогартувати при температурі 350-370°C. З таким покриттям найбільшого розповсюдження у зварювальному виробництві одержали електроди марок УОНИ-13 /45 та УОНИ-13 /55. Проте ці електроди не технологічні у виготовленні. Цієї вади немає у електродах АНО-7 та АНО-8. Кисле покриття (А) у своєму складі має значну кількість матеріалів рудного походження, що містять кислі компоненти (гематит, кремнезем, марганцеву руду, феромарганець). Феромарганець вводиться у великій кількості для розкислення металу шва та збільшення продуктивності за рахунок заліза, яке переходить з покриття у метал шва. При нормальній товщині покриття, електроди застосовуються для зварювання у всіх просторових положеннях, при великій товщині - тільки для зварювання у нижньому положенні. Електроди з кислим покриттям дозволяють зварювання подовженою дугою, по окрайках з іржею та окалиною, забезпечуючи одержання швів без пор. Пори можуть виникати при використанні електродів, прогартованих при підвищеній температурі. Зварювання здійснюється на змінному та постійному струмі. Проте шлаки створюються при розплавленні кислого покриття, незначно знижують вміст сірки у металі. Наявність у покритті значної кількості феромарганцю та оксидів заліза сприяє виділенню у зону дихання зварювальника великої кількості токсичних сполук марганцю. Тому випуск електродів з кислим покриттям значно скоротився, замість них почали застосовувати електроди з рутіловим покриттям.

Целюлозне покриття (Ц) в своєму складі містить велику кількість органічних сполук (целюлозу, крохмаль, харчову муку, декстрин), які розкладаються при плавленні електрода, і які створюють газовий захист розплавленого металу. Шлакоутворювальними складовими покриття є рутил, карбонати, марганцева руда, титановий концентрат. Електроди цієї групи мають покриття невеликої товщини (15-25 відсотків) та створюють при плавленні невелику кількість шлаків, що дозволяє застосовувати їх для

зварювання у всіх просторових положеннях на змінному і постійному струмах.

Електроди з целюлозним покриттям доцільно застосовувати для монтажу. Крім того, вони дозволяють отримувати якісний шов при збільшених зазорах. Метал, наплавлений електродами з целюлозним покриттям, за хімічним складом відповідає напівспокійній або спокійній сталі. Найбільше розповсюдження одержали електроди з добавкою целюлози (ВЦЦ), призначені для зварювання кореня шва трубопроводів з низьковуглецевих і низьколегірованих сталей. Проте ці електроди не допускають перегріву як при підготовці їх до зварювання, так і у процесі зварювання, який приводить до вигорання органічних складових, а отже, зміни хімічного складу націлюваного металу у різних ділянках шва. Іншою вадою цих електродів є втрата до 20 відсотків металу, який розбризкується при розплавленні.

Існують покриття змішаного типу (мають, відповідно, подвійне позначення) та інші покриття (П). Якщо у складі покриття міститься більше 20 відсотків залізного порошку, то до позначення виду покриття додається літера Ж.

До металевих електродів для ручного дугового зварювання і наплавки у країні висуваються вимоги по чотирьох стандартах. ДСТ-9466-75 містить класифікацію, розміри, технічні вимоги, правила застосування, методи випробувань, вимоги до упаковки, маркування, транспортування та зберігання електродів, гарантії виготовлення та вимоги безпеки. ДСТ-9466-75 встановлює вимоги до механічних властивостей наплавленого металу та вмісту в ньому сірки і фосфору, до металево покритого електрода для ручного дугового зварювання вуглецевих, низьколегованих, легованих конструкцій та легованих термостійких сталей. Велике розмаїття покриттів не дозволило взяти їх за основу класифікації електродів. За вказаним стандартом електроди класифікуються за типом, який позначається літерою Е та цифрами, що характеризують мінімально гарантований тимчасовий опір металу, що наплавляється електродами даного типу. Наприклад, тип електродів Е46 та Е50А означає, що мінімальний тимчасовий опір дорівнює 460 та 500 МПа. Літера А вказує на те, що електрод даного типу забезпечує більш високі пластичні властивості наплавленого металу у порівнянні з електродами даного типу без літери А. Електроди для зварювання термостійких сталей класифікуються за хімічним складом та механічними властивостями наплавленого металу. До основних хімічних елементів, окрім вуглецю, відносять тільки ті, що містять елементи, які визначають рівень механічних властивостей наплавленого металу. Кремній та марганець відносяться до основних хімічних елементів, якщо середній їх вміст у наплавленому металі перевищує 0,8 відсотків. Якщо середній вміст основного хімічного елемента у наплавленому металі менший 0,8 відсотків, то число за літерним виразом хімічного елемента не ставлять. Хімічні елементи, що

входять до наплавленого металу, мають такі позначення: Б – ніобій, В – вольфрам, Г – марганець, Д – мідь, М – молібден, Н – нікель, С – кремній, Т – титан, Ф – ванадій, Х – хром, Ю – алюміній. Наприклад, при використанні електродів типу Е – ІОХ5МФ, для зварювання термостійких сталей у наплавленому металі гарантується вміст вуглецю не менше 0,1 відсотка, хрому не менше 5 відсотків та не менше 0,8 відсотків молібдену та ванадію.

Тип електродів регламентується також ДСТ 10052-75, який встановлює вимоги до електродів для зварювання високолегуючих сталей з особливими властивостями та розповсюджується на електроди для ручного дугового зварювання корозійностійких, термостійких та жаростійких високолегованих сталей мартенситного, мартенситно-феритного, аустенітно-феритного, аустенітно-мартенситного та аустенітного класів. ДСТ 10051-75 визначає вимоги до електродів, призначених для ручного дугового наплавлення поверхневих шарів з особливими властивостями. Тип електродів залежить від хімічного складу наплавленого металу та його міцності при нормальній температурі. Система позначення типу електродів в даних стандартах за деякими змінами аналогічна системі, прийнятій у ДСТІ-9467-75 для термостійких сталей. Для типу електродів за ДСТ-10052-75 цифри, що вказують на вміст хімічного елемента, не проставляють, якщо елементів у наплавленому металі в середньому міститься менше 1,5 відсотків. При середньому вмісті кремнію до 0,8 відсотків і марганцю до 1,6 відсотків їх умовні позначення не показують. В ДСТ 10051-75 літери ЕН означають «електрод наплавлювальний». За наявністю умовного позначення вуглецю (У) вміст його у наплавленому металі складає десятку частку відсотка. Якщо кількість вуглецю обчислюється сотими частками відсотка, літеру У не ставлять. Цифра після умовного позначення елемента вказує на вміст цього елемента у відсотках, а цифра після умовного позначення типу електрода - на твердість наплавленого елемента.

Окрім поділу за типами, електроди розрізняють ще за марками, які задають у паспорті на електроди. Одному типу можуть відповідати електроди декількох марок. Наприклад, типу Е42А відповідають електроди УОНИ-13/45 та СМ-11; Е50А-АНО-7 та УОНИ-13/35.

## **2.4 Основні положення технології ручного зварювання**

### **2.4.1 Підготовка виробів до зварювання**

Неякісне виконання підготовлюваних і збірних операцій призводить до різкого зростання ймовірності виникнення дефектів у зварних з'єднаннях та в конструкції в цілому. Точність підготовки деталей до зварювання, їх чистота та якість складання дуже впливає на несучу здатність і економічність зварювальної конструкції. Аналіз дефектів, виявлених у зварювальних з'єднаннях, показує, що значна частина браку виникає через погану якість підготовки та складання. Технічно простіше і



економічно вигідніше усувати дефекти заготовки складання до зварювання.

Прокат, призначений для виготовлення зварювальних вузлів або конструкцій, має бути випрямлений і зачищений від забруднень та нерівностей, що утворилися при прокатуванні, транспортуванні і зберіганні металу. Основний метал до збирання повинен бути очищений в місцях зварювання від іржі, масла, вологи, фарби, сипкого шару окалини, льоду і т.д., що може призвести до утворення дефектів на зварювальному шві. З поверхні металу необхідно видалити пухкий шар окалини, іржі та інших забруднень, навіть якщо вони знаходяться поза місцями зварювання, оскільки при кантуванні та транспортуванні забруднення можуть потрапити у розробку шва. Зачистка вже зібраного вузла в основному, не може забезпечити отримання якісного зварювального з'єднання через те, що не можна зачистити зварювальні крайки. Такий стан може бути навіть причиною створення дефектів у результаті потрапляння продуктів зачищення у зазор. У цьому випадку доцільна продувка стисненим повітрям або пропаленням газовим полум'ям розробки шва безпосередньо перед зварюванням.

Збирання конструкції перед зварюванням повинне забезпечувати можливість якісного зварювання. Для цього деталі встановлюють в проектне положення, витримують між ними заданий зазор, закріплюють між собою так, щоб взаємне розташування деталей не порушувалося в процесі зварювання, кантування та можливого перевезення. В основному при дуговому зварюванні положення деталей фіксується короткими швами – прихватками, перерізом  $1/3$  перерізу шва, але не більше за 25-30 мм квадратних і довжиною 20-120 мм. Відстань між прихватками 300-300 мм. Іноді прихватки замінюють суцільним швом невеликого перерізу, що створює більш надійне фіксування деталей та підвищує стійкість металу шва до виникнення кристалевих тріщин. При газовому зварюванні тонкого металу та коротких швів довжина прихваток не повинна перевищувати 5 мм, а відстань між ними – 50-100 мм, у товстостієвій сталі та довгих швах довжина прихваток має бути не більше 20-30 мм, відстань між ними – 300-500 мм. Прихватки виконують у тих самих режимах і тими ж матеріалами, що й зварювання. Особливу увагу необхідно звертати на ретельне зварювання ділянки прихватки, щоб уникнути не проварювання у цих місцях. Прихватки і шов рекомендується виконувати зі зворотної сторони до розміщення першого робочого шва або шару. У режимах з невеликою глибиною зварювання прихватки та шов необхідно видалити. Стикові шви можна зварювати і без прихваток. У цьому випадку для збереження постійного зазору в процесі зварювання, їх заготовки укладають так, щоб між ними утворився невеликий кут. В міру зварювання заготовки стягуються за рахунок поперечної усадки металу шва, і зазор залишається постійним по всій довжині шва.

Для фіксації заготовок застосовують також спеціальні планки.

гребінки, струбцини, клини, стяжні кутки та інше пристосування. По кінцях зварювального шва, як правило, встановлюють вивідні планки для виведення початку і кінця зварювального шва за його межі.

## 2.4.2 Зварювальні з'єднання та шви

Зварювальним називається нероз'ємне з'єднання декількох деталей, що отримується за допомогою зварювання. Залежно від взаємного розташування зварювальних елементів в просторі, існує декілька видів зварювальних з'єднань. Стикове з'єднання найбільше відповідає специфіці зварювання і забезпечує оптимальні умови передавання зусиль від одного елемента до іншого. Цей вид з'єднання можуть утворювати елементи однакової (рис. 3.7, а) і різної товщини (рис. 3.7, б). Товщина металу не обмежена. Різновидом є з'єднання з відбортованою крайкою (рис. 3.7, в), що застосовується для металу товщиною до 4 мм. При товщині металу 2 – 5 мм стикові з'єднання виконують без розробки крайок з зазором, при товщині більше 5 мм – з розробкою крайок, при товщині 5-15 мм – V – подібна розробка, більше 15 мм – X – подібна розробка.



Рисунок 3.7 – Стикове з'єднання зварювальних елементів  
а – однакової товщини; б – різної товщини; в – з відбортованою крайкою

Таврове з'єднання (рис. 3.8, а). Кут між полицею і стінкою може бути прямим, гострим і тупим. Таврове з'єднання застосовують при приварюванні ребер жорсткості, трубопровідних муфт, косинок.

З'єднання нахлестом (рис. 3.8, б) - це пакет з двох елементів металу товщиною до 20 мм. Цей вид з'єднань не потребує особливої точності заготовок для металу товщиною до 4 мм, не вимагає він й обробки крайок. Проте у з'єднаннях нахлестом створюються несприятливі умови для передавання зусиль через згинаючий момент, що виникає в наслідок відсутності збігу осей підчас навантаження, низька межа витривалості, збільшена витрата металу і велика довжина швів.

Кутове з'єднання. Кут між елементами, які збираються, може бути прямим (рис. 3.8, в), гострим або тупим. Іноді застосовують з'єднання, показане на рисунку 3.8, г.

Зварювальним швом називається ділянка зварювального з'єднання, що утворилася внаслідок кристалізації металу зварювальної ванни.

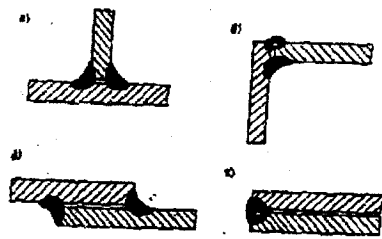


Рисунок 3.8 - З'єднання таврове (а), нахлистом (б), кутове (в), стикове (г)

Шов, що з'єднує деталі в стиковому з'єднанні, називають стиковим, у тавровому, кутовому та з'єднанні нахлистом – кутовим. За характером виконання шви бувають одно – та двосторонні: за напрямком діючих зусиль – флангові, лобові, комбіновані та косі (рис.3.9). У фланговому шві діюче зусилля направлене паралельно до осі шва, у лобовому – перпендикулярно, у косому – під кутом. Залежно від розміщення у просторі шви бувають нижні, вертикальні, горизонтальні та стельові (рис.3.10). За протяжністю розрізняють безперервні та перервані шви. Довжина окремого відрізка перерваного шва 50-150 мм, а відстань між ними складає 1,5 – 2,5 довжини шва. За зовнішньою формою зварювальні шви бувають нормальні, підсилені та ослаблені (рис.3.11). Проте не варто думати, що підсилені шви мають більшу міцність у порівнянні з нормальними. У підсилених швах не можна забезпечити плавний перехід від наплавленого металу до головного, крім того, в цих місцях концентруються напруги, які можуть призвести до зруйнування зварювального виробу.

Поперечний переріз зварювального шва (рис.3.12) характеризується шириною  $e$ , висотою підсилення  $q$  (у нормальних швах  $q = 2,5 - 3$  мм), притупленням  $c$ , зазором  $b$  та товщиною зварювального металу  $s$ . Кут розробки крайок при ручному дуговому зварюванні зазвичай буває  $(60 \pm 5)^\circ$ , притуплення – 1-3 мм, зазор – 0-4 мм. Відсутність розробки крайок при товщині металу понад 8 мм звичайно призводить до не проварювання. До не проварювання призводить також відсутність зазору, але відсутність притуплення може бути причиною перепалення.

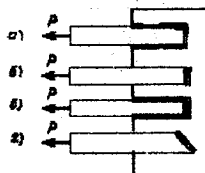


Рисунок 3.9 – Види зварювальних швів за напрямком діючих зусиль Р а – флангові; б – лобові; в – комбіновані; г – косі

При газовому зварюванні за одне проходження зварюють метал товщиною до 5 мм. Для металу невеликої товщини застосовують спеціальну розробку крайок, але зварювання виконують у декілька проходжень.

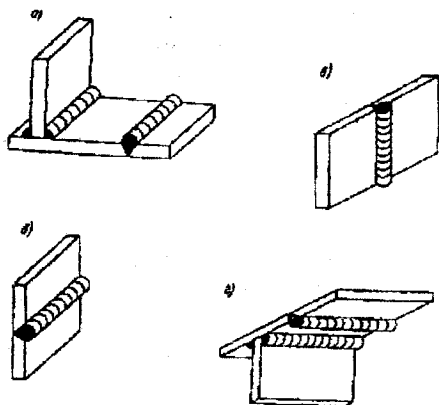


Рисунок 3.10 – Класифікація зварювальних швів за розташуванням їх у просторі а – нижні; б – горизонтальні; в – вертикальні; г – стельові

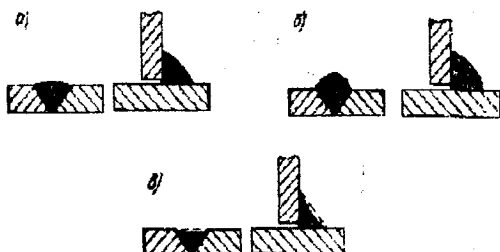


Рисунок 3.11 – Класифікація швів за формою а – нормальні; б – підсилені; в – ослаблені

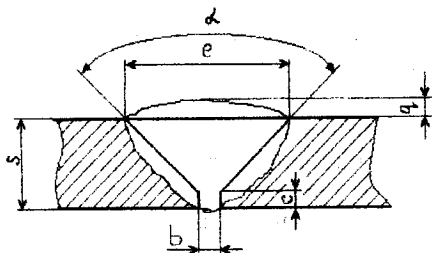


Рисунок 3.12 – Переріз зварювального шва

### 2.4.3 Режим ручного зварювання

Режимом зварювання називають сукупність характеристик зварювального процесу, які забезпечують отримання зварювальних з'єднань заданих розмірів, форми і якості. При ручному дуговому зварюванні до характеристик режиму відносяться діаметр електрода, сила зварювального струму, напруга на дузі, швидкість переміщення електрода вздовж шва, вид струму, його полярність і ряд інших показників. Режим зварювання чинить великий вплив на якість зварювального шва. Розміри та форма шва в значній мірі зумовлюють захист металу шва від виникнення кристалізаційних тріщин, плавність переходу від основного металу до металу шва та вірогідність створення підрізів, непроварювання, напливів та інших дефектів. Вплив факторів режиму зварювання на розміри та форму шва виражається по-різному. Діаметр електрода вибирають в залежності від товщини металу, що зварюється:

Товщина металу, мм 1 – 2 3 4 – 5 5 – 12 13 та більше.

Діаметр електрода, мм 1,5 – 2 3 3 – 4 4 – 5 5 та більше.

Глибина проварювання знаходиться в прямій залежності від сили струму. Із зростанням сили струму глибина проварювання збільшується, із зменшенням – зменшується. При зварюванні постійним струмом зворотної полярності глибина проварювання на 40 – 50 відсотків більша, ніж при зварюванні постійним струмом прямої полярності. При зварюванні змінним струмом глибина проварювання на 15 – 20 відсотків менша, ніж при зварюванні постійним струмом зворотної полярності. При зварюванні постійним струмом прямої полярності ширина шва зменшується в порівнянні зі зварюванням постійним струмом зворотної полярності. Зменшення діаметра електрода при тій же силі струму призводить до збільшення глибини проварювання. Ширина шва зростає із збільшенням діаметра електрода. При дуговому процесі зварювання напруга дуги мало впливає на глибину проварювання, але пов'язана прямою залежністю з шириною шва – з підвищенням напруги ширина шва збільшується. При зварюванні вручну покритими електродами напруга дуги змінюється у вузьких межах (18 – 22) В, і тому не є умовою режиму, за рахунок якого можна змінювати ширину шва. Ширина шва в цьому випадку змінюється внаслідок поперечного коливання кінця електрода. Глибина проварювання також залежить від амплітуди коливання кінця електрода - чим менша амплітуда, тим більше проварювання. Підвищення швидкості зварювання до деякого значення, залежного від конкретних умов, призводить до збільшення глибини проварювання. Ширина шва пов'язана зі швидкістю зварювання зворотною залежністю – чим більша швидкість, тим менша ширина. В межах природних змін, пов'язаних зі зварюванням на морозі або при нагріванні металу сонцем (від -60 до +80 °С), початкова температура зварювального виробу практично не впливає на глибину проварювання і ширину шва. Істотні зміни у сторону збільшення

спостерігаються при попередньому нагріванні до 500 °С.

Зварювання в нижньому положенні здійснюється вертикальними електродами або з нахилом електрода вздовж шва кутом вперед або кутом назад по відношенню до наплавлення зварювання. При зварюванні кутом назад глибина проварювання дещо збільшується і зменшується ширина шва в порівнянні зі зварюванням вертикальним електродом. При зварюванні кутом вперед помітно зменшується глибина проварювання і збільшується ширина шва. А при зварюванні на підйом – навпаки. Нормальне, характерне для зварювання у нижньому положенні, формування шва досягається для ручного зварювання покритими електродами при куті нахилу виробу не більше 8 – 10°. При дуговому зварюванні значення коефіцієнта форми шва може змінюватися від 0,8 до 20. Всі зміни елементів режиму, які зменшують ширину шва, та тих, що збільшують глибину проварювання, викликають зменшення цього коефіцієнта, а ті, що збільшують ширину шва, та ті, що зменшують глибину проварювання - збільшення коефіцієнта шва (співвідношення ширини шва до глибини проплавлення).

#### **2.4.4 Зварювання в різних просторових положеннях**

Зварювання починається із запалювання зварювальної дуги, яке відбувається при короткочасному дотику кінцем електрода до виробу. Завдяки проходженню струму короткого замикання та наявності контактної опору, торець електрода швидко розігрівається до високої температури і виникає зварювальна дуга. У процесі запалювання дуги кінець електрода потрібно віддалити від виробу на 4-5 мм. Запалювання дуги здійснюють прямим відриванням електрода, після виникнення короткого замикання, – методом «встик» або рухом кінця електрода з короткочасним дотиканням до виробу – методом «сірника». Дугу переміщують таким чином, щоб забезпечувалось проплавлення окрайок та отримувалась потрібна якість наплавленого металу при нормальному формуванні шва. Це досягається підтриманням дуги постійної довжини та відповідним переміщенням кінця електрода. При ручному зварюванні довжина дуги, в залежності від марки і діаметра електрода; умов зварювання, складає 0,5-1,2 діаметра електрода. Велике збільшення дуги призводить до зниження глибини проварювання, погіршення якості шва, збільшення розбризкування, а іноді до пароутворення; значне зменшення – до погіршення формування шва та виникнення короткого замикання.

Зварювання потрібно намагатись виконувати в нижньому положенні, оскільки при цьому створюються найбільш сприятливі умови для отримання швів потрібної якості. У цьому положенні розплавлений метал переноситься у зварювальну ванну, яка займає горизонтальне положення, в напрямку сили тяжіння. При цьому зварювання в нижньому положенні виконувати зручніше і легше спостерігати за процесом. Спосіб зварювання

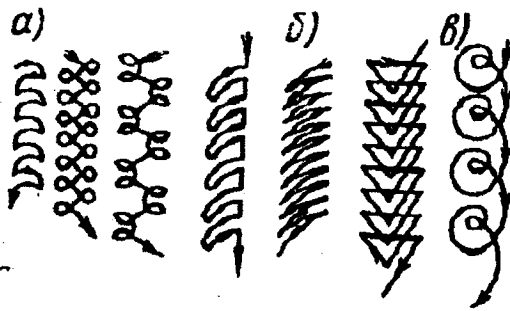


Рисунок 3.13 – Схема основних рухів кінця електрода  
 а – при підсиленому прогріванні обох крайок; б – те ж, однієї крайки;  
 в – при прогріванні середини шва

в нижньому положенні кутових швів називається зварюванням «в човнику». Існують різні способи зварювання швів. Вибір їх залежить від довжини шва та товщини зварювального металу. Умовно прийнято шви довжиною до 250 мм називати короткими, 250-1000 мм – середніми, довгими за 1000 мм – довгими. Короткі шви рекомендується виконувати способом зварювання «напрохід», шви середньої довжини – зварювати від середини до країв або обернено ступеневим способом, шви однопрохідних стикових з'єднань, першого шару багатопрохідних швів і кутових швів – від середини до кінців, оберненоступеневим способом. Зварювання оберненоступеневим способом при правильному виборі ступеня, є найбільш ефективним, оскільки скорочує неодноразовість виконання однопрохідного шва і тим самим призводить до зменшення залишкових деформацій. При стикових або кутових з'єднаннях великого перерізу, шов накладається шарами. При цьому кожен шар середньої та верхньої частини може бути отриманий за один, два та більше проходів. При зварюванні металу великої товщини не рекомендується робити кожен шар «напрохід», тому, що це може призвести до значних деформацій та виникнення тріщин в перших шарах. Для запобігання утворення тріщин при зварюванні металу великої товщини накладати шари потрібно на ще неохоложені попередні шари. Це досягається блочним та каскадним методами. При блочному зварюванні весь шов ділиться по довжині на рівні частки – блоки довжиною біля 1 м, кожен блок зварюється окремим зварювальником. Відразу, після першого виконання зварювання на першій ділянці, починають ще два зварювання і т.д., доки всі ділянки по довжині не будуть закріплені за зварювальниками. Каскадний метод заключається у зварюванні ділянок по 200 мм, на які розбивається шов, таким чином, щоб по закінченні зварювання першого шару на першій ділянці, без зупинки продовжувати зварювання першого шару на сусідній ділянці. Зварювання «гіркою» є різновидом каскадного методу і проводиться двома

зварювальниками одночасно від середини до країв.

Зварювання швів в положеннях, відмінних від нижнього, має ряд особливостей.

При зварюванні у вертикальному положенні метал в зварювальну ванну переноситься перпендикулярно до сили тяжіння. Тому зварювання покритими електродами повинне виконуватися по можливості найбільш короткою дугою. При цьому діаметр електродів повинен бути не більшим за 4-5 мм, а струм на 15-20 відсотків нижчим за значення струму при зварюванні в нижньому положенні. При переході металу електрода в зварювальну ванну кількість рідкого металу в ній збільшується і під дією сили тяжіння метал може витікати. Тому електрод необхідно швидко відвести в сторону. Зварювання вертикальних швів проводять знизу догори (рис. 3.14, а-в) або зверху вниз (рис. 3.14, г).

Більш зручним є зварювання знизу догори, коли дуга збуджується в самій нижній точці, де утворюється площадка з затверділого металу, на якій утримуються наступні краплі розплавленого металу. Виконувати зварювання зверху вниз значно складніше, ніж знизу вгору. Зазвичай цей метод застосовують для зварювання тонкого металу. На початку зварювання електрод розташовують перпендикулярно до поверхні і дуга збуджується у верхній точці шва. Після виникнення на поверхні помітної краплини рідкого металу на зварювальній поверхні, електрод нахилиють вниз під кутом 10-15 градусів, а дугу направляють на розплавлений метал.

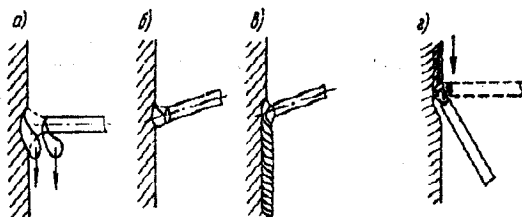


Рисунок 3.14 – Зварювання знизу догори (а – в) та згори донизу (г)

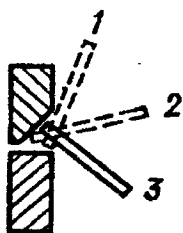


Рисунок 3.15 – Зварювання горизонтального шва. 1-3 – положення електрода



Горизонтальні шви зварювати важче, ніж вертикальні, тому їх виконують зварювальники більш високої кваліфікації. Щоб розплавлений метал не міг стекти, крайки на нижньому листі не скошують, а зварювання починають на крайці нижнього листа, потім проварюють корінь шва і переносять дугу на крайку верхнього листа (рис. 3.15). При накладанні верхніх розширених валиків, поперечні коливання кінця електрода виконують під кутом 45 градусів до осі шва. Зварювання виконують електродами таких самих діаметрів і у тих самих режимах, що й зварювання вертикальних швів.

За технікою виконання зварювання стельових швів найбільш складне. В цьому випадку сила тяжіння перешкоджає перенесенню крапель металу електрода в зварювальну ванну, бо вони стікають донизу. Подолати силу тяжіння і втримати розплавлений метал від витікання можна при невеликому об'ємі зварювальної ванни. Для цього зварювання здійснюють електродами діаметром не більшим за 4 мм при силі струму на 20-25 відсотків меншою, ніж при зварюванні в нижньому положенні, короткою дугою і вузькими валиками.

Знижені режими і незручні умови для зварювання в положеннях, відмінних від нижнього, знижують продуктивність праці і негативно впливають на якість зварювальних з'єднань. Тому необхідно завжди прагнути розташовувати вироби так, щоб максимальну кількість швів можна було зварити в нижньому положенні.

#### **2.4.5 Зварювальні напруження та деформації**

Зварювання викликає у виробах виникнення напружень, які існують без впливу зовнішніх сил. Напруження виникають із таких причин: перш за все через нерівномірний розподіл температури при зварюванні, що ускладнює розширення та стискання металу при його нагріванні і охолодженні, оскільки нагріта ділянка з усіх сторін оточена холодним металом, розміри якого не змінюються. В зварювальних конструкціях виникають структурні напруження внаслідок структурних перетворень ділянок металу навколошовної зони, нагрітих в процесі зварювання вище від критичних точок. На відміну від напружень, діючих на конструкцію під час її експлуатації, що викликаються дією зовнішніх сил, ці напруження називають внутрішніми (власними) та залишковими зварювальними напруженнями. Якщо значення зварювальних напружень досягнуть межі плавкості металу, то вони викличуть зміни розмірів і форм, тобто деформацію виробу. Деформації можуть бути тимчасовими і залишковими. Якщо залишкові деформації досягнуть помітної величини, то вони можуть призвести до невиправного браку. Залишкові напруження можуть викликати не тільки деформацію зварювального виробу, але і його зруйнування. Особливо виявляється дія цих напружень в умовах, які сприяють великому руйнуванню зварювального з'єднання, яке

відбувається внаслідок несприятливого сполучення концентрації напруження, температури та залишкових напружень. Перші два фактори менше піддаються зміні, ніж залишкові напруження, тому застосовують ряд заходів по запобіганню і зниженню зварювальних напружень та деформацій.

Висока концентрація теплоти сприяє звуженню зони, що зазнає пластичних деформацій, та зменшенню деформацій конструкцій. З цієї точки зору найбільш сприятливою є заміна ручного зварювання покритими електродами на автоматичне або напівавтоматичне зварювання під флюсом або у захисних газах. Для забезпечення мінімальної деформації зварювальної конструкції потрібно накладати зварювальні шви найменшого перерізу і не допускати їх збільшення в процесі виготовлення конструкцій. Величина і характер зварювальних напружень та залишкових деформацій безпосередньо залежать від погонної енергії, що визначається режимом зварювання, а також від розміру шва або шару. При інших рівних умовах Х – подібна розробка крайок, що забезпечує симетричне розташування шва, викликає меншу деформацію, ніж V – подібна. Ефективним заходом зменшення деформацій є застосування зварювальних матеріалів, що забезпечують більш високу міцність металу шва і тому дозволяють робити шви меншого перетину. На величину залишкових напружень та деформацій впливає порядок накладання шва по його довжині і перерізу. Найбільші залишкові деформації виникають при зварюванні «напрохід». Зменшує напруження та деформації зворотньо-ступеневе зварювання, зварювання каскадом. Ефективним заходом зниження залишкових деформацій є закріплення зварювальних деталей у спеціальних кондукторах. Для боротьби з деформаціями часто застосовують попередні зворотні прогини зварювальних деталей (рис. 3.16) або визначений порядок зварювання (рис. 3.17, 3.18).



Рисунок 3.16 – Схема використання обернених деформацій при зварюванні: а, в – положення зварювальних деталей до та після зварювання

При різкому охолодженні зварювального з'єднання, ділянка, що нагрівається при зварюванні, у якій виникають пластичні деформації, звужується, що призводить до зменшення залишкових деформацій та напружень. Попереднє або суміжне підігрівання зменшує перепад

температур між ділянками зварювального з'єднання, в результаті цього зменшуються напруження.

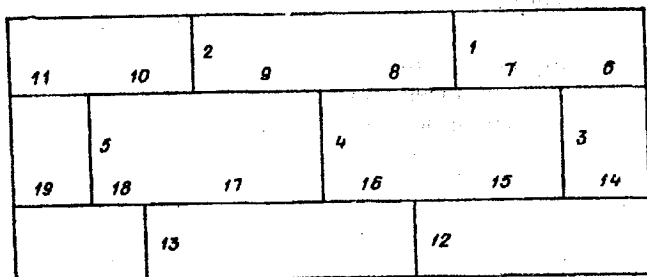


Рисунок 3.17 – Послідовність (1-19) правильного накладання швів при зварюванні листового настилу

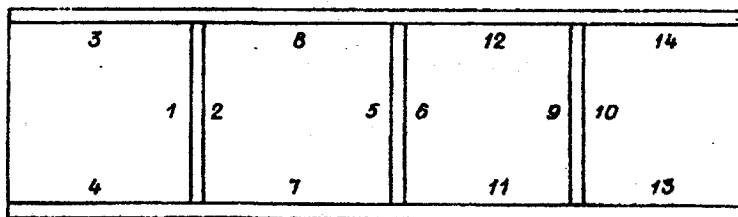


Рисунок 3.18 – Послідовність (1-14) накладання швів при зварюванні балки двотаврового перерізу

Існують також конструктивні заходи боротьби зі зварювальними напруженнями та деформаціями. За допомогою них намагаються отримати рівномірний, за перетином виробу, розподіл напружень від робочого навантаження та залишкових, а також усунути будь-які концентратори напружень. Для цього зводять до мінімуму кількість швів, що пересікаються та зближуються; кількість швів, що створюють замкнений контур; скорочують накопичення швів у виробі; забезпечують вільні деформації у частинах виробу при зварюванні швів (розміщення зайвих ребер жорсткості або косинок, що зменшують гнучкість виробу, часто приносить шкоду); застосовують стикові шви, для забезпечення найменшої концентрації напружень.

Якщо методи по запобіганню створення зварювальних напруг та деформацій виявляються недостатніми, то зварювальні з'єднання піддають термічній обробці. Зняти напруження можна термопластичним методом, заснованим на створенні пластичних деформацій у зоні шва, шляхом нагрівання суміжних зі швом ділянок основного металу. Одним із методів зняття зварювальних напружень є розплавлення ділянки переходу від

шва до основного металу, що не плавиться, електродом у аргоні. При цьому порушується рівновага внутрішніх сил поля напруження внаслідок переходу частини металу у рідке та пластичне з'єднання. Зварювальні напруження можуть бути зняті майже повністю, якщо у навколошовній зоні створити додаткові пластичні деформації шляхом проковування шва. Ефективним заходом знімання зварювальних напружень у конструкціях з незагартованих сталей є вплив на них зовнішніх сил, від яких виникають напруги, рівні межі текучості металу; усунути деформації можна за допомогою термічного плавлення, коли нагрівання здійснюють газокисневим полум'ям чи електричною дугою, що не плавиться електродом, або шляхом механічного плавлення на пресах чи вручну.

### 3 Контрольні запитання

1. Що таке електродугове зварювання?
2. Які процеси відбуваються в зоні дії зварювальної дуги та в зварювальному шві в процесі його формування?
3. Що таке зварювальний пост і з якого обладнання він складається?
4. Що таке зварювальна дуга, як вона виникає і якої довжини може бути?
5. Що таке зварювальна ванна і як вона виникає?
6. Якими струмами може живитися електрична дуга та на якому струмі дуга має найбільшу стійкість? Які недоліки має електрична дуга на постійному струмі та як їх зменшити?
7. Намалюйте статичну вольт – амперну характеристику електричної дуги та поясніть її форму.
8. Які вимоги висувають до джерел живлення електричної дуги?
9. Намалюйте зовнішню вольт – амперну характеристику джерела живлення електричної дуги для ручного електродугового зварювання та поясніть її.
10. Які бувають джерела живлення електричної зварювальної дуги змінного струму?
11. Поясніть на електричній принциповій схемі трансформатора ТДМ-401У2 як відбуваються переключення його обмоток для зварювання на великих і малих струмах?
12. Як правильно експлуатувати зварювальні трансформатори?
13. Які джерела постійного струму ви знаєте, що вони собою являють?
14. Як правильно експлуатувати ці джерела живлення?
15. Що таке покриті електроди?
16. Для чого призначене покриття електродів?
17. Як класифікують електроди?
18. Від чого залежать типи електродів та як вони позначаються?
19. Як підготувати виріб до зварювання?
20. Які бувають види зварювальних з'єднань в залежності від

- взаємного розташування у просторі елементів, які зварюються?
21. Що таке зварювальні шви і як вони розрізняються за видом з'єднання, за характером виконання, за напрямком діючих на них зусиль, за розташуванням у просторі, за видовженістю, за зовнішньою формою?
  22. До чого може призвести відсутність зазору та притуплення?
  23. Що таке режим зварювання?
  24. Що відноситься до характеристик режиму ручного зварювання?
  25. Як вибирають діаметр електрода?
  26. Від чого залежить глибина проварювання при електрозварюванні?
  27. З якої дії починається дугове зварювання і які рухи кінцем електрода здійснюють під час підтримування електричної дуги?
  28. В якому положенні у просторі краще і легше виконувати зварювання?
  29. Що таке зварювальні напруження і від чого вони виникають?
  30. До яких негативних наслідків призводить зварювальне напруження?
  31. Якими заходами можна зменшити зварювальну напругу та уникнути небажаної деформації виробів після зварювання?

#### **4 Методичні вказівки до теми та лабораторної роботи**

Ознайомитись з матеріалом, викладеним в списку використаної літератури у відповідності зі змістом теми. Зробити записи у конспекті. При вивченні теми, основну увагу приділяти технології електродугового ручного зварювання електродами, які плавляться на змінному струмі. Електричне зварювання може поділятися на електродугове та електроконтактне, а також на ручне і автоматичне.

На практиці робота електриків і електроенергетиків різного рівня, від робочих електриків і електрослюсарів до інженерів, часто вимагає необхідності самостійного проведення найпростіших видів електрозварювання для з'єднань різних металоконструкцій або електричних з'єднань проводів, тому студенти не ставлячи перед собою мети стати обов'язково висококваліфікованими зварювальниками, повинні навчитись виконувати види вказаних електрозварювальних робіт. Конкретною практичною задачею студента є навчитись запалювати й підтримувати стійку зварювальну дугу, формувати зварювальний шов в горизонтальному положенні протягом хоч би 10-15 с., а також зварювати скрутки (кінці) алюмінієвих проводів за допомогою спеціального електроконтактного зварювального ручного інструменту. В межах теоретичного уявлення кваліфікованих робітників про обладнання і технології видів зварювання, які вивчаються, студенти повинні засвоїти й

теоретичні відомості, орієнтуючись на рекомендовану літературу, а також на відповідні лекції з дисципліни.

## **5 Порядок виконання лабораторної роботи**

1. Відповісти на контрольні запитання, задані викладачем, та отримати дозвіл для проведення зварювальної роботи.
2. Одягнути спецодяг зварювальника.
3. Підключити зварювальний апарат, при цьому дотримуватись всіх правил безпеки. Налаштувати зварювальний апарат на зварювання електродом діаметром 4-5 мм.
4. Через зварювальний щиток спостерігати за тим, як запалює, підтримує дугу, переміщує та формує зварювальний шов кваліфікований фахівець - зварювальник або студент, який засвоїв роботу у процесі учбового зварювання.
5. Після закінчення зварювання попереднім студентом, який виконав шов довжиною 20/30 мм на сталевій заготовці, зайняти його місце та виконати зварювання у вигляді зварювального шва такої ж довжини під наглядом досвідченого фахівця.
6. Зняти спецодяг, здати учбовому майстру
7. Оформити і здати викладачеві звіт по лабораторній роботі згідно з наступними вимогами.

## **6 Вимоги до звіту з лабораторної роботи**

1. Звіт повинен містити:
  - мету лабораторної роботи;
  - відомості про організацію робочого місця, на якому студент виконував зварювальні роботи;
  - теоретичні відомості про технологію зварювальних робіт, у тому числі як підготувати деталі до зварювання, як підібрати електроди та зварювальний струм для його здійснення, які заходи безпеки виконувати, як підключити зварювальний апарат, запалити зварювальну дугу та виконати зварювальну роботу. Текстова частина звіту повинна супроводжуватись рисунками зі схемою зварювального апарата та його зовнішньою статичною вольт-амперною характеристикою, рисунками, що пояснюють технологію проведення ручного електродугового зварювання;
  - порядок виконання роботи;
  - висновки.
2. Звіт оформляється на 4-5 сторінках з полями в учнівських зошитах або зброшурованих аркушах паперу формату А4, повинен мати титульний лист з назвою вищого навчального закладу, факультету

академічної групи, де навчається студент, назвою лабораторної роботи, прізвищем студента та датою виконання лабораторної роботи.

3. Текстова частина звіту повинна бути виконана акуратно, каліграфічним почерком або креслярським шрифтом, рисунки виконані за допомогою креслярських інструментів або у вигляді наклеєних відповідних ксерокопій з літературних джерел (підручників, посібників, тощо).

## ЛІТЕРАТУРА

1. И.В.Ханпетов. Сварка и резка металов. Изд. третье, переработаное и дополненное. М. Стройиздат 1987. – 288 с.: ил. – (Повышение мастерства рабочих стр-ва и пром. строит. материалов).
2. Думов С.И. Технологии электрической сварки плавлением.- Л.: Машиностроение. 1978.-366 с.
3. Сварка в машиностроении: в 2 т. (А.И. Акулов и др.) – М.: Машиностроение. 1978. – Т.2 – 468с.

Навчальне видання

Василь Володимирович Захаров, Іван Михайлович Романюк,  
Віталій Іванович Кузьмінов

**ОРГАНІЗАЦІЯ ЕЛЕКТРОМОНТАЖНИХ РОБІТ.  
СЛЮСАРНА СПРАВА ТА ЗВАРЮВАННЯ**

Навчальний посібник

Оригінал-макет підготовлено Романюком І.М.

Редактор В.О. Дружиніна

Коректор Ю.І. Франко

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

Підписано до друку 27.01.04 р. Гарнітура Times New Roman  
Формат 29.7\*421/4 Папір офсетний  
Друк різнографічний Ум. друк. арк. 3.75  
Наклад 80 прим.  
Зам.№ 2004 - 1Є

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